



# ANADOLU 2. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



## KONGRE TAKVİMİ

Özetlerin gönderileceği son tarih: 16 Nisan 2019  
Tam metinlerin gönderileceği son tarih: 26 Nisan 2019  
Kongre kitabı yayın tarihi: 27 Mayıs 2019



Ayrıntılı Bilgi İçin: [www.anadolukongre.org](http://www.anadolukongre.org)



## UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ TAM METİN KİTABI

### EDİTÖRLER:

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fırat Baran  
AMANEH MANAFİDİZAJİ



**UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ TAM METİN KİTABI**

*ANADOLU KONGRELERİ*  
*1. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ*

*26- 28 NİSAN 2019*  
*DİYARBAKIR*

**EDİTÖRLER:**

*DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET FIRAT BARAN*  
*AMANEH MANAFİ DİZAJI*

**UBAK YAYINEVİ ®**

(TC. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YAYINEVİ RUHSAT NUMARASI : 2018/42945)  
TÜRKİYE

[anadolukongresi@gmail.com](mailto:anadolukongresi@gmail.com)

[www.ubak.org.tr](http://www.ubak.org.tr)

<https://www.anadolukongre.org/>

*Bu kitabın tüm hakları UBAK Yayınevi'ne aittir.*  
*Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerinden sorumludurlar.*  
*UBAK Publications – 2019 ©*

*Yayın Tarihi : 15.05.2019*

*ISBN: 978-605-80597-1-9*

# KONGRE KÜNYESİ

## KONGRE ADI

ANADOLU KONGRELERİ  
1. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

## TARİHİ VE YERİ

26-28 NİSAN 2019  
DİYARBAKIR

## DÜZENLEYEN KURUMLAR

UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi  
Derneği

## KONGRE BAŞKANI

DR. YILDIRIM İSMAİL TOSUN

## DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

GÜLTEKİN GÜRÇAY

## YABANCI KONUŞMACILAR

*Amaneh Manafidizaji* (Tebriz İslami Sanatlar Üniversitesi – İran)  
*Khorram Manafidizaji* (Tebriz İslami Sanatlar Üniversitesi – İran)  
*Gültekin. I. Ajalova* (Azerbaijan Medical University- Azerbaycan)  
*Khadzhimurat Khadzhiev* (Kabardino Balkarian State University-Rusya Federasyonu)  
*Dautbek A.N.* (Al-Farabi Kazakh National University- Kazakistan)  
*Fatmira Shehu* (Agricultural University of Tirana- Arnavutluk)  
*Prof. Dr. Yunir Abdrahimov* (Ufa State Petroleum Technological University- Rusya)  
*Tamar Beridze* (Batum Shota Rustaveli Devlet Üniversitesi- Gürcistan)  
*Насибова Севиндж Халил гызы* (Бакинский славянский университет, Азербайджан)

## KONGRE DİLLERİ

TÜRKÇE (Tüm Lehçeleri) - İNGİLİZCE - RUSÇA - FARŞÇA - ÇİNCE - ARAPÇA



## FOTOĞRAF GALERİSİ













**Tüm Fotoğraflara Facebook Sayfamıza Üye Olarak Ulaşabilirsiniz**

**[UBAK - ULUSLARARASI BİLİMLER AKADEMİSİ](#)**



## ***BİLİM VE DANIŞMA KURULU***

**Dr. Lale Sariye AKAN**  
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

**Prof. Dr. Burcu Semin AKEL**  
Kültür Üniversitesi

**Dr. Nürettin AKÇAKALE**  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

**Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD**  
Şırnak Üniversitesi

**Dr. Fatih BAL**  
İstanbul Gelişim Üniversitesi

**Prof Dr Esin BASIM**  
Akdeniz Üniversitesi

**Prof Dr. Hüseyin BASIM**  
Akdeniz Üniversitesi

**Prof. Dr. Mustafa BAYRAM**  
İstanbul Gelişim Üniversitesi

**Prof. Dr. Ömer DALMAN**  
Karadeniz Teknik Üniversitesi

**Dr. Nermin DEMİRKOL**  
Kocaeli Üniversitesi

**Doç. Dr. Yusuf DOĞAN**  
Mardin Artuklu Üniversitesi

**Doç Dr. Sibel DUMAN**  
Bingöl Üniversitesi

**Dr. Öğretim Görevlisi Filiz ERYILMAZ**  
Uludağ Üniversitesi

**Prof.Dr. Mehmet ERYILMAZ**  
Uludağ Üniversitesi

**Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ**

Istanbul Gelişim Üniversitesi

**Doç Dr. Mehmet KAYA**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Enver KENDAL**

Mardin Artuklu Üniversitesi

**Doç. Bülent KURTIŞOĞLU**

Istanbul Teknik Üniversitesi

**Dr. Mahmut MODANLI**

Harran Üniversitesi

**Doç. Dr. Yaprak I. OZDEMİR**

Karadeniz Teknik Üniversitesi

**Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ**

Munzur Üniversitesi

**Prof. Dr. Sibel SİLİCİ**

Erciyes Üniversitesi

**Dr. Mustafa TAŞCANOV**

Harran Üniversitesi

**Dr. Abdalnaim TEMUR**

Istanbul Gelişim Üniversitesi

**Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN**

Şırnak Üniversitesi

**Dr. Mehmet Settar ÜNAL**

Şırnak Üniversitesi

**Doç.Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi



## KONGRE PROGRAMI

### NOT:

- Kongre merkezinin kuralları gereğince kongre alanına sadece sunum yapacak kişi alınabilecektir. Refakatçi veya Dinleyici olması durumunda önceden dinleyici ücreti yatırılması gerekmektedir.
- Oturum başlamadan önce tüm katılımcıların sunum salonunda bulunmaları gerekmektedir. Kongre katılım sertifikaları, tüm katılımcıların sunumları bitince verilecektir.

ANADOLU KONGRELERİ			
1. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ			
1. ULUSLARARASI SOSYAL BİLİMLER KONGRESİ			
26 - 28 Nisan 2019			
DİYARBAKIR			
27 Nisan 2019			
8:30 – 9:00		KAYIT İŞLEMLERİ	
9:00-12:30	<b>Salon 1 SOSYAL BİLİMLER</b>	<b>Salon 2 UYGULAMALI BİLİMLER</b>	<b>Salon 3 UYGULAMALI BİLİMLER</b>
	<b>OTURUM BAŞKANI: DOÇ. DR. MEHMET KAYA</b>	<b>OTURUM BAŞKANI: DR.ÖĞR.ÜYESİ MEHMET FIRAT BARAN</b>	<b>OTURUM BAŞKANI: DR. YILDIRIM TOSUN</b>
	ÖĞR.GÖR. ŞEBNEM NOYAT & ÖĞR. GÖR. RUKİYE KAYA <b>GÜZEL SANATLAR EĞİTİMİNİN GÖRSEL SANATLAR DERSİNDE OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN YARATICILIK GELİŞİMLERİNE ETKİSİ.</b>	DR.ÖĞRT.ÜYESİ GÜLİN PAYASLI OĞUZ & MELTEM TEKİN <b>TARİHİ YAPILARDA MEKÂNSAL BELLEĞİN KORUNMASI: VAHAP AĞA HAMAMININ DÖNÜŞÜMÜ</b>	DOÇ. DR. EDİP AVŞAR & MÜH. EZGİ ERDOĞAN & PROF. DR. KADİR ALP <b>GÜBRE ÜRETİM FAALİYETİNİN HAVA KALİTESİNE ETKİSİNİN HAVA KALİTE MODELLEME PROGRAMI YOLUYLA BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ</b>
	ÖĞR.GÖR. ŞEBNEM NOYAT <b>DİYARBAKIR'DA YOK OLMAYA YÜZ TUTMUŞ EL SANATLARINDAN DOKUMA NAZARLIK</b>	DR.ÖĞR.ÜYESİ ŞEFİKA ERGİN <b>DİYARBAKIR İLİ KIRSAL MİMARİSİNDE MALZEME KULLANIMI VE MİMARİ ÖZELLİKLER</b>	DOÇ. DR. EDİP AVŞAR & MÜH. EZGİ ERDOĞAN & PROF. DR. KADİR ALP <b>BİR ENDÜSTRİYELTESİS'TE MEVCUT BACALARIN ATMOSFERE YATAY VE DİKEY AÇILMASININ HAVA KALİTESİNE ETKİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ</b>
	DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, ABDULLAH ÖZÜÇALIŞIR <b>KUR'AN'DA SUÇUN BİREYSELLİĞİ</b>	DR.ÖĞR.ÜYESİ ŞEFİKA ERGİN <b>TOPRAK ESASLI SIVA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA</b>	DR.YILDIRIM TOSUN <b>KÖMÜRÜN HAYVAN DIŞKISI VE ATIK ODUN İLE PELETLENEREK MİKRODALGA AUGERFİRINDA YAKILMASI</b>
	DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, ABDULLAH ÖZÜÇALIŞIR <b>DİNLERDE ULÛHİYYET (İLAHLIK) İNANCI</b>	ÇEVRE MÜHENDİSİ BUSE EZGİ ÖZKÖK & DOÇ.DR. HÜSEYİN TOPAL <b>TEKSTİL ATIK SUYUNUN ARITILMASINDA PLAZMA TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI</b>	DR.YILDIRIM TOSUN <b>İÇME SUYU KİRLENMESİNİ ÖNLEMELİK İÇİN JEOPARİYER-KÖMÜR ŞLAMI BİTÜM EMÜLSİYONLU ENJEKSİYON</b>
	AHMET YUSUF & DR. FİLİZ YALÇIN TILFARLIOĞLU	KÜBRA TOPRAK & PROF. DR. TAHİR ATICI	İNŞ. MÜH. MUHAMMED HAMİDULLAH ÖZLÜK & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & İNŞ. MÜH. ENVER





	<b>ADOPTING CDIO ON ENGLISH LANGUAGE TEACHING</b>	<b>ÜLKEMİZDE Kİ DEMİR ÇELİK SANAYİ ATIK SULARININ YÖNETİMİ</b>	GÜNSEL & PROF. DR. AYDIN BÜYÜKSARAÇ & PROF. DR. MEHMET CİHAN AYDIN  <b>20 ŞUBAT 2019 MEYDANA GELEN AYVACIK DEPREMİNDE YIĞMA YAPI HASARLARININ İNCELENMESİ</b>
	ARŞ. GÖR. VEYSİ AKA  <b>18 YAŞ ALTI BİREYLERDE SİGARA, ALKOL VE MADDE KULLANIMINA DAİR BİBLİYOGRAFİK BİR DEĞERLENDİRME (1990-2018)</b>	DR.ÖĞR.ÜYESİ MEHMET KAPLAN  <b>DİYARBAKIR İLİ BAĞ ALANLARINDAKİ ÖRÜMCEK (ARANEAE) TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ</b>	İNŞ. MÜH. MUHAMMED HAMİDULLAH ÖZLÜK & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & İNŞ. MÜH. ENVER GÜNSEL & PROF. DR. AYDIN BÜYÜKSARAÇ & PROF. DR. MEHMET CİHAN AYDIN  <b>YIĞMA YAPILAR İÇİN HASAR DERECELENDİRİLMESİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA</b>
	ARŞ. GÖR. VEYSİ AKA  <b>SOSYAL ÇALIŞMACILARIN MADDE BAĞIMLISI BİREY ALGILARINA YÖNELİK METAFOR ÇALIŞMASI</b>	امنہ منافی دیزجی و خرم منافی دیزجی  استفاده از تکنیک الکتروفرم مس به عنوان یک روش دکور در هنر سرامیک	İNŞ. MÜH. M. TANSU BAYDAŞ & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & DR. ÖĞR. ÜYESİ NUSRET BOZKURT & İNŞ. MÜH. ERDEN OZAN KARACA  <b>DONATI İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERİN YÖNETMELİKLER ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ</b>
	ASSİST.PROF.DR. SERPİL KAHRAMAN  <b>RETHINKING THE FINANCIAL INEQUALITY</b>	DOÇ. DR HALİT ÖZEN & CAFER YAZICIOĞLU  <b>KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİNİN ÖNCESİNDE VE SONRASINDA ULAŞIM AĞINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ</b>	İNŞ. MÜH. M. TANSU BAYDAŞ & DR. ÖĞR. ÜYESİ NUSRET BOZKURT & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & İNŞ. MÜH. ERDEN OZAN KARACA  <b>BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARTTIRILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</b>
	НАСИБОВА СЕВИНДЖ ХАЛИЛ ГЫЗЫ  <b>ДЕТЕКТИВНО ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТРИГА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ Ф.М.ДОСТОЕВСКОГО «ПРЕСТУПЛЕНИЕ И НАКАЗАНИЕ» И ДЖ.ФАУЛЗА «КОЛЛЕКЦИОНЕР»</b>	DR.ÖĞRT.ÜYESİ TUBA HATİCE DOĞAN  <b>INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OIL/FAT TYPE ON BASIC FUEL PROPERTIES AND PRODUCT YIELD OF BIODIESEL</b>	İNŞ. MÜH. ERDEN OZAN KARACA & DR. ÖĞR. ÜYESİ NUSRET BOZKURT & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & İNŞ. MÜH. M. TANSU BAYDAŞ  <b>BETONARME BETONU İLE İLGİLİ KURALLARIN YÖNETMELİKLERE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</b>
	DR. ÖĞR. ÜYESİ TUĞBA ARIKAN & BETÜL KARABUDAK  <b>EĞİTİM TEKNOLOJİLERİNDEN YARARLANARAK İŞBİRLİKÇİ ÖĞRENME YOLUYLA KENDİ KENDİNE ÖĞRENME</b>	ZEYNEP ÇELİK-OKUMUŞ & DR .ÖĞRT. ÜYESİ TUBA HATİCE DOĞAN  <b>ISOTHERM EXAMINATION OF WATER ADSORPTION IN BIODIESEL</b>	İNŞ. MÜH. ERDEN OZAN KARACA & PROF. DR. AYDIN BÜYÜKSARAÇ & DR. ÖĞR. ÜYESİ NUSRET BOZKURT & DOÇ. DR. ERCAN IŞIK & İNŞ. MÜH. M. TANSU BAYDAŞ  <b>ZEMİN İLE İLGİLİ PARAMETRELERİN 2007 VE 2018 DEPREM YÖNETMELİKLERİ KAPSAMINDA KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</b>



	DOÇ.DR. MEHMET KAYA & PROF.DR. İRFAN KALAYCI  <b>SANAYİ 4.0 VE BİLGİ İŞÇİLİĞİ</b>	ÖĞR.GÖR. MUSTAFA SELÇUK KESKİN & DR.ÖĞR.ÜYE.HALUK KEJANLI & DOÇ. DR. SEDAT BİNGÖL  <b>TİTANYUM VE 6063 ALÜMİNYUM LEVHALARIN DİFÜZYON KAYNAK YÖNTEMİ İLE BAĞLANTI SÜRESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ</b>	HAKAN DEMİR & DOÇ.DR. FATMA MERAL HALİFEOĞLU  <b>TARİHİ ŞANLIURFA TİCARİ ALANI İÇERİSİNDE BEDESTEN (KAZAZ PAZARI)'İN YERİ</b>
	DOÇ.DR. MEHMET KAYA PROF.DR. İRFAN KALAYCI  <b>BÖLGESEL KALKINMA POLİTİKALARINDA KAMU-ÖZEL İŞBİRLİĞİ (KÖİ) MODELİ ORTA(K) BİR YOL OLABİLİR Mİ?</b>	ÖĞR.GÖR. MUSTAFA SELÇUK KESKİN & DR.ÖĞR.ÜYE.HALUK KEJANLI & DOÇ. DR. SEDAT BİNGÖL  <b>304 PASLANMAZ ÇELİK İLE GR5 METALLERİN FARKLI DİFÜZYON KAYNAK SÜRESİ İLE MEKANİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI</b>	EVİN AKMAZ BİLGİÇ & DOÇ.DR. FATMA MERAL HALİFEOĞLU  <b>TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİ İÇERİSİNDE HOCA AHMET CAMİ (AYNI MİNARE CAMİ)'NİN YERİ</b>
	ИШЫК ОМУР КЕРИМ МЕХМЕТШАХ ОГЛУ  <b>АЗЕРБАЙДЖАНСКО-ТУРЕЦКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА, СВЯЗИ И ТУРИЗМА</b>	ÖZGE MERSİN PELİOĞLU & PROF DR. MEHMET EROĞLU  <b>DİŞLİ KUTUSUNDA OLUŞAN HATANIN TİTREŞİM ANALİZİ YOLU İLE BELİRLENMESİ</b>	ÖĞR.GÖR.DR.NURSEN İŞİK & DOÇ.DR. FATMA MERAL HALİFEOĞLU  <b>TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİNDE TESPİT EDİLEN TAŞIYICI SİSTEM HASARLARI İLE GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ</b>
	DOÇ.DR. ERHAN GÖRMEZ & DR.ÖĞR.ÜYESİ KEMAL KAYA & DR.ÖĞR.ÜYESİ NECDET TAŞKIN & DR.ÖĞR.ÜYESİ ABDURRAHMAN MENGİ & PROF.DR. ZİHNİ MEREY  <b>GÜNEY KORE EĞİTİM SİSTEMİNDE ORTAOKUL</b>	DR.ÖĞR.ÜYESİ MEHMET FIRAT BARAN  <b>ÇEVRE DOSTU YÖNTEMLER AUNP'LERİN SENTEZİ VE ANTİMİKROBİYAL UYGULAMALARI</b>	ÖĞR.GÖR.DR.NURSEN İŞİK & DOÇ.DR. FATMA MERAL HALİFEOĞLU  <b>TARİHİ DİYARBAKIR HANLARINDA TAŞIYICI SİSTEM SORUNLARININ GÖZLEMSEL TESPİTİ VE ÖNERİLER</b>
	DOÇ.DR. ERHAN GÖRMEZ  <b>SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETMENLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİ DERSTE KULLANMA DURUMLARI İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ</b>	ARŞ.GÖR. MURAT TURAN & DR. ÖĞR. ÜYESİ ALİ MURAT TATAR  <b>DİYARBAKIR İLİ MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ</b>	DR.ÖĞRT.ÜYESİ GÜLİN PAYASLI OĞUZ  <b>BİTLİS'TE II. ABDULHAMİT DÖNEMİ YAPISI "BİTLİS ŞARBAYLIĞI"</b>
	DR.ÖĞR.ÜYESİ ABDULLAH OĞRAK & DR.ÖĞRT. ÜYESİ ŞAKİR İŞLEYEN & ESRA RÜVEYDA BİLGİN  <b>KARİYER PLANLAMASININ AKADEMİSYENLER AÇISINDAN ÖNEMİ:VAN YYÜ'DE BİR UYGULAMA</b>	DR.ÖĞR.ÜYESİ MEHMET FIRAT BARAN & DOÇ. DR. MEHMET ZAHİR DÜZ  <b>SULU ÇÖZELTİLERDE BAKIR (II) İYONLARININ BİYOSORPSİYON İLE UZAKLAŞTIRILMASI VE KİNETİK ÇALIŞMALAR</b>	



	DR.ÖĞR.ÜYESİ ABDULLAH OĞRAK & DR.ÖĞRT. ÜYESİ ŞAKİR İŞLEYEN & GÜLŞAH AKSOY <b>KOBİ'LERDE KARIYAR PLANLAMASI VE İŞ STRESİ İLİŞKİSİ:ÖRNEK BİR UYGULAMA</b>		
	DOÇ. DR ROHAT CEBE <b>DİYARBAKIR MERYEM ANA SÜRYANİ KİLİSESİ AYINLARI ÜZERİNE KISA BİR DEĞERLENDİRME</b>		
	DOÇ. DR ROHAT CEBE <b>TÜRKİYE'DEKİ TEMEL MÜZİK TEORİSİ DERS KİTAPLARI ÜZERİNE KISA BİR ANALİZ</b>		
	PROF. DR. EBÜL MUHSİN DOĞAN & ARŞ. GÖR. CAN APAYDIN <b>DSGD MODELLERİNİN UYGUNLUĞU ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</b>		
	DR. ÖĞR. ÜYESİ YUSUF SÖZER <b>LİSE KAYNAŞTIRMA ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞLERİNE GÖRE OKUL METAFORU VE KAYNAŞTIRMA SÜRECİNİN SINIRLILIKLARI (BATMAN İLİ ÖRNEĞİ)</b>		
<b>12:30 -13:30</b>	<b>ÖĞLEN ARASI</b>		
<b>13:30 – 17:00</b>	<b>Salon 1 SOSYAL BİLİMLER</b>	<b>Salon 2 UYGULAMALI BİLİMLER</b>	<b>Salon 3 UYGULAMALI BİLİMLER</b>
	<b>OTURUM BAŞKANI: DR. ABDULSEMET AYDIN</b>	<b>OTURUM BAŞKANI PROF. DR. M. CİHAN AYDIN</b>	<b>OTURUM BAŞKANI: : ASSİS. PROF. DR İLKAY BARITCI</b>
	DR.ÖZGÜR ÖZAYDIN & ARŞ. GÖR. CAN APAYDIN <b>YAPISAL KIRILMALAR ALTINDA DOĞRUDAN YABANCI SERMAYE YATIRIMLARI EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ : TÜRKİYE ÖRNEĞİ</b>	DOÇ. DR. ENVER KENDAL <b>YAZLIK VE YEMLİK ARPA GENOTİPLERİN BAZI ÖZELLİKLER BAKIMINDAN SELEKSİYONU</b>	DR. TURAN AKKOYUN <b>THE EFFECT OF BORIC ACID ON FATTY ACID COMPONENTS IN THE LUNG TISSUE OF RATS EXPOSED TO MERCURY CHLORIDE</b>
	DR.ÖZGÜR ÖZAYDIN & ARŞ. GÖR. CAN APAYDIN <b>TÜRKİYE'DE ÖZEL SEKTÖR KREDİLERİ ve EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ YAPISAL KIRILMALAR ALTINDA ARDL SINIR TESTİ ANALİZİ</b>	DOÇ. DR. ENVER KENDAL <b>SU BASKINLARINA VE YÜKSEK TABAN SU SEVİYELERİNE KARŞI DAYANIKLI EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN</b>	DR. ÖĞR. ÜYESİ MAHİRE BAYRAMOĞLU AKKOYUN & PROF DR FERDA CANDAN <b>FATTY ACID CONTENTS AND <math>\alpha</math>-AMYLASE INHIBITORY ACTIVITY OF EXTRACT OF ROSA</b>





		<b>BELİRLENMESİ</b>	<b>PISIFORMIS FRUITS</b>
	DR. ÖZCAN EKİCİ & DR.MEHMET DEMİRKOL  <b>ÖĞRETMEN ADAYLARININ DEMOKRASİ-VATANDAŞLIK- İNSAN HAKLARI- BİRLİKTE YAŞAMA KAVRAMLARINA İLİŞKİN BİLİŞSEL YAPILARININ İNCELENMESİ</b>	ZEKİYE İREM GÖZÜBOL & DOÇ. DR, EMRAH ÖNDER & ARŞ. GÖR, UĞUR ARCAGÖK  <b>SAĞLIK SEKTÖRÜNDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ</b>	DR. ÖĞR. ÜYESİ YAKUP ASLAN & Y L. ÖĞEENCİSİ HAWSAR S. HUSSEİN & DR. ABDULLAH S. SEERWAN & PROF. DR. İSA CAVİDOĞLU  <b>SİYAH KURU ÜZÜM SUYU İÇİN BAZI KALİTE VE GÜVENLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ</b>
	DR. ÖZCAN EKİCİ & DR.MEHMET DEMİRKOL  <b>ÖĞRETMEN ADAYLARININ KOLEKTİF YETERLİK ALGILARI</b>	DOÇ. DR, MELİS ERCAN & DOÇ. DR, EMRAH ÖNDER & ARŞ. GÖR, UĞUR ARCAGÖK  <b>BÜYÜK VERİ: MUHASEBE UYGULAMALARINA GENEL BİR BAKIŞ</b>	F. S. İSMAİLOV & Kh. I. HASANOV & N. N. KHALİLOV & G. I. AJALOVA  <b>COMPLEX TREATMENT OF OIL WITH A COMPOSITION ON THE BASIS OF A NON- UNOGENOUS DETERGENTS.</b>
	DR. ÖĞRT. ÜYESİ EMİNE EKİNCİ DAĞTEKİN  <b>DİYARBAKIR GELENEKSEL HAMAMLARINDA SÜSLEME</b>	ÖĞR. GÖR. MERVE BOŞAT & DOÇ. DR, EMRAH ÖNDER & ARŞ. GÖR, UĞUR ARCAGÖK  <b>SAĞLIK HİZMETLERİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARI: LİTERATÜR TARAMASI</b>	ARŞ. GÖR. TALHA BURAK ALAKUŞ & PROF. DR. İBRAHİM TÜRKOĞLU  <b>FOKAL VE FOKAL OLMAYAN BEYİN SINYALLERİYLE DERİN ÖĞRENME KULLANARAK EPİLEPSİ NÖBETİ TAHMİNİN YAPILMASI</b>
	DR. ÖĞRT. ÜYESİ EMİNE EKİNCİ DAĞTEKİN  <b>DİYARBAKIR MELİK AHMET PAŞA HAMAMI RESTİTÜSYON YORUMU</b>	PROF. DR. M. CİHAN AYDIN & İNŞ. MÜH. M. SERHAT HASANOĞLU & ARŞ. GÖR. ALİ EMRE ULU  <b>KUYULU İÇME SUYU HATLARINDA ELEKTRİK ÜRETİMİ</b>	DR. PELİN DEMİR & DOÇ. DR. OSMAN İRFAN İLHAK & PROF. DR. GÜLSÜM ÖKSÜZTEPE  <b>MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEMENİN TULUM PEYNİRİNİN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ</b>
	ARŞ. GÖR. CANER ÇAKI & ÖĞR. GÖR. MEHMET OZAN GÜLADA & ARŞ. GÖR. MEHMET ALİ GAZİ  <b>NAZİ ALMANYASI İŞGALİ ALTINDAKİ HOLLANDA'DA WAFFEN-SS PROPAGANDA FAALİYETLERİ ÜZERİNE İNCELEME</b>	PROF. DR. M. CİHAN AYDIN & ARŞ. GÖR. ALİ EMRE ULU  <b>YAN SAVAKLARDA SU YÜZÜ PROFİLLERİNİN FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMESİ</b>	NUR CEREN DİZDAROĞLU & DOÇ. DR. ŞÜKRÜ HAYTA  <b>NEMRUT KRATER GÖLÜNDEKİ PHRAGMİTES AUSTRALIS (CAV.) TRIN.EX STEND BİTKİSİNİN AĞIR METAL İÇERİĞİNİN TESPİTİ</b>
	ARŞ. GÖR. MEHMET ALİ GAZİ & ÖĞR. GÖR. MEHMET OZAN GÜLADA & ARŞ. GÖR. CANER ÇAKI  <b>NAZİ ALMANYASI'NDA VOLKSTURM PROPAGANDA POSTERLERİ ÜZERİNE İNCELEME</b>	GÜRKAN GÜRGÜZE & PROF. DR. İBRAHİM TÜRKOĞLU  <b>OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN KİNEMATİK MODELİ</b>	NUR CEREN DİZDAROĞLU & DOÇ. DR. ŞÜKRÜ HAYTA  <b>NEMRUT KRATER GÖLÜ ÇEVRESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN JUNCUS İNFLEXUS L. TÜRÜNÜN HİPERAKÜMÜLATÖR ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ</b>
	DR. MUSTAFA YİĞİTOĞLU  <b>ACIMAK ROMANI BAĞLAMINDA EDEBİYAT VE EMPATİ İLİŞKİSİ</b>	GÜRKAN GÜRGÜZE & PROF. DR. İBRAHİM TÜRKOĞLU  <b>OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN DİNAMİK MODELİ</b>	DR. ÖĞR. ÜYESİ YELİZ ÇAKIR SAHİLLİ  <b>CİVA TOKSİSİTESİ VE CİVANIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE</b>



			<b>ETKİLERİ</b>
	<b>DR. MUSTAFA YİĞİTOĞLU</b> <b>NECİP FAZIL KISAKÜREK'İN</b> <b>“CANIM İSTANBUL”</b> <b>ŞİİRİNDE</b> <b>MEKÂNA DAİR SÖYLEMLER</b>	<b>FATMIRA SHEHU &amp; ENKELA ZANI</b> <b>&amp; SUZANA KOLA &amp; ERMIRA</b> <b>MARKU &amp; BIZENABIJO</b>  <b>OCCURRENCE OF AFLATOXIN</b> <b>M1 IN ALBANIAN RAW</b> <b>MILK DETECTED BY ELISA</b> <b>TECHNIQUE</b>	<b>DR. ÖĞR. ÜYESİ YELİZ ÇAKIR</b> <b>SAHİLLİ</b>  <b>KADMİYUM TOKSİSİTESİNİN</b> <b>MEKANİZMASI VE</b> <b>KADMİYUMUN İNSAN SAĞLIĞI</b> <b>ÜZERİNE ETKİLERİ</b>
	<b>DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET</b> <b>SAYLIK &amp;</b> <b>ÖĞRETMEN, TURGAY</b> <b>YILDIZÖZ &amp;</b> <b>ÖĞRETMEN, UĞUR KAPLAN &amp;</b> <b>ÖĞRETMEN, SERHAT YILDIZ</b>  <b>PATERNALİST LİDERLİĞİN</b> <b>ÖRGÜTSEL</b> <b>SOSYALLEŞMEYE ETKİSİ</b>	<b>DR. ÖĞR. ÜYESİ, YELİZ İPEK</b>  <b>FARKLI KRİSTAL SUYU İÇEREN</b> <b>ÇİNKO BORATLARIN PVC'NİN</b> <b>YANMA DAYANIMININA KATKISI</b>	<b>DR. ÖĞR. ÜYESİ AYSUN EKİNCİ &amp;</b> <b>DOÇ. DR. CENAP EKİNCİ</b>  <b>HEPATİK İSKEMİ REPERFÜZYON</b> <b>HASARINDA SİLDENAFİLİN</b> <b>KALP ÜZERİNE KORUYUCU</b> <b>ETKİSİ</b>
	<b>PROF. DR. GÜLZAR</b> <b>İBRAGİMOVA</b>  <b>Sovetləşmə və Azərbaycan</b> <b>torpaqlarının Ermənistana</b> <b>verilməsi prosesi</b>	<b>DR. ÖĞR. ÜYESİ, YELİZ İPEK</b>  <b>NANO VE MİKRO BOYUTLU</b> <b>ÇİNKO BORATIN PVC'NİN</b> <b>YANMA DAYANIMININA ETKİSİ</b>	<b>ASSİS. PROF. DR İLKAY BARITCI &amp;</b> <b>ASSOC. PROF. NİHAT TEKEL</b>  <b>SOME HORMONE PARAMETERS</b> <b>IN PREGNANCY PERIOD IN</b> <b>ROMANOV X AWASSI</b> <b>CROSSBREED SHEEP</b>
	<b>YL. ROJDA BÖÇKÜN</b>  <b>GRAYSON PERRY'NİN</b> <b>WALTHAMSTOW TAPESTRY</b> <b>İŞİ ÜZERİNE İKONOĞRAFİK</b> <b>ÇÖZÜMLEME</b>	<b>DOÇ. DR. EMEL KİLİT DOĞAN &amp;</b> <b>SANIYE İLGIN &amp; DR.ÖĞR.ÜYESİ</b> <b>SİNEM ERDEN GÜLEBAĞLAN</b>  <b>YOĞUNLUK FONKSİYONELİ</b> <b>TEORİSİ İLE NiAs 2 KRİSTALİNİN</b> <b>YAPISAL, ELEKTRONİK,</b> <b>ELASTİK ÖZELLİKLERİNİN</b> <b>İNCELENMESİ</b>	<b>ASSİS. PROF. DR. İLKAY BARITCI</b>  <b>CHANGES OF BLOOD</b> <b>PARAMETERS IN ROMANOV X</b> <b>AWASSI CROSSBRED SHEEP</b>
	<b>ROJDA BÖÇKÜN</b>  <b>SAVAŞIN RESİM SANATINDA</b> <b>YANSIMALARININ</b> <b>İKONOĞRAFİK</b> <b>ÇÖZÜMLENMESİNE, 2</b> <b>ÖRNEK: GOYA VE PİCASSO</b>	<b>DOÇ. DR. EMEL KİLİT DOĞAN &amp;</b> <b>FERHAT ARSLANBAŞ &amp; DR. ÖĞR.</b> <b>ÜYESİ SİNEM ERDEN</b> <b>GÜLEBAĞLAN</b>  <b>CoAsS KRİSTALİNİN YAPISAL,</b> <b>ELEKTRONİK VE OPTİK</b> <b>ÖZELLİKLERİNİN FARKLI</b> <b>BASINÇLAR ALTINDA</b> <b>YOĞUNLUK FONKSİYONELİ</b> <b>TEORİSİ İLE İNCELENMESİ</b>	<b>ZİR.MÜH. HÜSEYİN AKILLI &amp; DR.</b> <b>ÖĞR. ÜYESİ FATİH ÇIĞ &amp; DR. ÖĞR.</b> <b>ÜYESİ. MİNE PAKYÜREK</b>  <b>AN EXAMPLE OF PRECISE</b> <b>AGRICULTURAL APPLICATIONS:</b> <b>CORN BREEDING</b>
	<b>TAMAR BERİDZE</b>  <b>KRALİÇE TAMAR</b>	<b>KHADZHIMURAT KHADZHIEV</b>  <b>ANOMALY DETECTION TAYPES</b> <b>AND TECHNIQUES FOR BIG</b> <b>DATA</b>	<b>BİOLOG YUSUF AÇAN &amp; DR. ÖĞR.</b> <b>ÜYESİ. MİNE PAKYÜREK</b>  <b>STATUS OF NUTRITIONAL</b> <b>PROCESSING AND ASSESMENT</b> <b>FACILITIES OF SIIRT PISTACHIO</b>
	<b>ÖĞR. GÖR. PELİN YOLCU</b>  <b>TEPENİN ARDI</b> <b>FİLMİÖZELİNDE</b> <b>GÖSTERGEBİLİMSEL FİLM</b> <b>ÇÖZÜMLEMESİ VE</b> <b>ANLAMLANDIRMA</b>	<b>YÜKSEK ZİRAAT MÜH.</b> <b>MUHAMMET ÖNER &amp; DOÇ. DR.</b> <b>MEHMET YILDIRIM</b>  <b>BAZI YEREL VE TESCİLLİ</b> <b>MAKARNALIK BUĞDAY</b> <b>ÇEŞİTLERİNİN YÜKSEK</b> <b>SICAKLIĞA TEPKİLERİNİN</b> <b>TRANSPİRASYON YÖNÜNDEN</b> <b>DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	<b>DAUTBEK A.N.</b>  <b>NUMERICAL MODELING OF THE</b> <b>JOINT TRANSFER OF MOISTURE</b> <b>AND HEAT IN THE SOIL</b>



ÖĞR. GÖR. PELİN YOLCU		
SUSUZ YAZ FİLMİ ÖZELİNDE TÜRK SİNEMASINDA SANSÜR UYGULAMALARINA ELEŞTİREL BİR BAKIŞ		
KHORRAM MANAFİDİZAJI		
TEBRİZ GÖK MESCİT ÇİNİLERİNİN İNCELENMESİ		
ŞENGÜL ACİL		
TRACEY EMİN'İN MY BED ADLI ESERİ ÜZERİNDEN SANAT, CİNSİYET VE MAHREMİYET OKUMASI		
DR. ABDULSEMET AYDIN		
BİR PLASTİK SANAT ANALİZİ ÖRNEĞİ OLARAK DİYARBAKIR ULU CAMİİ DOĞU GİRİŞ KAPISI ÜZERİNDEKİ ASLAN-BOĞA MÜCADELESİ RÖLİYEFİ		
BARİŞ AYDIN		
GÖRSEL KİMLİK TASARLAMA SÜRECİNDE: LOGO TASARIMI		
PROF. DR. YUNIR ABDRAHIMOV		
OIL AS A SOCIAL CONSTRUCT		

### **YABANCI DAVETLİ KONUŞMACILAR**

- Amaneh Manafidizaji (Tebriz İslami Sanatlar Üniversitesi – İran )*  
*Khorram Manafidizaji (Tebriz İslami Sanatlar Üniversitesi – İran )*  
*Gültekin. I. Ajalova (Azerbaijan Medical University- Azerbaycan)*  
*Khadzhimurat Khadzhev (Kabardino Balkarian State University-Rusya Federasyonu)*  
*Dautbek A.N. (Al-Farabi Kazakh National University- Kazakistan)*  
*Fatmira Shehu (Agricultural University of Tirana- Arnavutluk)*  
*Prof. Dr. Yunir Abdrahimov (Ufa State Petroleum Technological University- Rusya)*  
*Tamar Beridze ( Batum Shota Rustaveli Devlet Üniversitesi- Gürcistan )*  
*Насибова Севиндж Халил гызы (Бакинский славянский университет, Азербайджан)*



## İÇİNDEKİLER

## KONGRE KÜNYESİ

## FOTOĞRAF GALERİSİ

## BİLİM KURULU

## KONGRE PROGRAMI

## İÇİNDEKİLER

## SÖZLÜ SUNULMUŞ BİLDİRİN TAM METİNLERİ

## Şefika Ergin

*DİYARBAKIR İLİ KIRSAL MİMARİSİNDE MALZEME KULLANIMI VE MİMARİ ÖZELLİKLER*

1

## Şefika Ergin

*TOPRAK ESASLI SIVA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA*

12

## Kübra Toprak &amp; Tahir Atıcı

*ÜLKEMİZDE Kİ DEMİR ÇELİK SANAYİ ATIK SULARININ YÖNETİMİ*

29

## Mehmet Kaplan

*DİYARBAKIR İLİ BAĞ ALANLARINDAKİ ÖRÜMCEK (ARANEAE) TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ*

35

## Halit Özen &amp; Cafer Yazıcıoğlu

*KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİNİN ÖNCESİNDE VE SONRASINDA ULAŞIM AĞINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ*

42

## Tuba Hatice Doğan

*INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OIL/FAT TYPE ON BASIC FUEL PROPERTIES AND PRODUCT YIELD OF BIODIESEL*

56

## Zeynep Çelik-Okumuş &amp; Tuba Hatice Doğan

*ISOTHERM EXAMINATION OF WATER ADSORPTION IN BIODIESEL*

61

## Mustafa Selçuk Keskin &amp; Haluk Kejanlı &amp; Sedat Bingöl

*TİTANYUM VE 6063 ALÜMİNYUM LEVHALARIN DİFÜZYON KAYNAK YÖNTEMİ İLE BAĞLANTI SÜRESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ*

69

## Selçuk Keskin &amp; Haluk Kejanlı &amp; Sedat Bingöl

*304 PASLANMAZ ÇELİK İLE GR5 METALLERİN FARKLI DİFÜZYON KAYNAK SÜRESİ İLE MEKANİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI*

76

## Özge Mersin Peliöğlu &amp; Mehmet Eroğlu

*DIŞLI KUTUSUNDA OLUŞAN HATANIN TİTREŞİM ANALİZİ YOLU İLE BELİRLENMESİ*

83

## M. Fırat Baran &amp; M. Zahir DÜZ

*SULU ÇÖZELTİLERDE BAKIR (II) İYONLARININ BİYOSORPSİYON İLE UZAKLAŞTIRILMASI VE KİNETİK ÇALIŞMALAR*

94

## Enver KENDAL

*YAZLIK VE YEMLİK ARPA GENOTİPLERİN BAZI ÖZELLİKLER BAKIMINDAN SELEKSİYONU*

117

## Enver KENDAL

*SU BASKINLARINA VE YÜKSEK TABAN SU SEVİYELERİNE KARŞI DAYANIKLI EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN BELİRLENMESİ*

128

## Zekiye İrem Gözübol &amp; Emrah Önder &amp; Uğur Arcagök

*SAĞLIK SEKTÖRÜNDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ*

140

## Melis Ercan &amp; Emrah Önder &amp; Uğur Arcagök

*BÜYÜK VERİ: MUHASEBE UYGULAMALARINA GENEL BİR BAKIŞ*

148

## Merve Boşat &amp; Emrah Önder &amp; Uğur Arcagök

*SAĞLIK HİZMETLERİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMALARI: LİTERATÜR TARAMASI*

164

<b>M. Cihan Aydın &amp; M. Serhat Hasanoğlu &amp; Ali Emre Ulu</b>	175
<i>KUYULU İÇME SUYU HATLARINDA ELEKTRİK ÜRETİMİ</i>	
<b>M. Cihan Aydın &amp; Ali Emre Ulu</b>	185
<i>YAN SAVAKLARDA SU YÜZÜ PROFİLLERİNİN FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMESİ</i>	
<i>KUYULU İÇME SUYU HATLARINDA ELEKTRİK ÜRETİMİ</i>	
<b>Gürkan Gürgüze &amp; İbrahim Türkoğlu</b>	193
<i>OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN KİNEMATİK MODELİ</i>	
<b>Gürkan Gürgüze &amp; İbrahim Türkoğlu</b>	204
<i>OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN DİNAMİK MODELİ</i>	
<b>Yeliz İpek</b>	213
<i>FARKLI KRİSTAL SUYU İÇEREN ÇİNKO BORATLARIN PVC'NİN YANMA DAYANIMININA KATKISI</i>	
<b>Edip Avşar &amp; Ezgi Erdoğan &amp; Kadir Alp</b>	219
<i>GÜBRE ÜRETİM FAALİYETİNİN HAVA KALİTESİNE ETKİSİNİN HAVA KALİTE MODELLEME PROGRAMI YOLUYLA BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	
<b>Edip Avşar &amp; Ezgi Erdoğan &amp; Kadir Alp</b>	237
<i>BİR ENDÜSTRİYELTESİS'TE MEVCUT BACALARIN ATMOSFERE YATAY VE DİKEY AÇILMASININ HAVA KALİTESİNE ETKİ YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	
<b>Yıldırım İsmail Tosun</b>	251
<i>KÖMÜRÜN HAYVAN DIŞKISI VE ATIK ODUN İLE PELETLENEREK MİKRODALGA AUGERFİRİNDA YAKILMASI</i>	
<b>Yıldırım İsmail Tosun</b>	264
<i>İÇME SUYU KİRLENMESİNİ ÖNLEMELİK İÇİN JEOPARİYER- KÖMÜR ŞLAMI BİTÜM EMÜLSİYONLU ENJEKSİYON</i>	
<b>Muhammed Hamidullah Özlük &amp; Ercan Işık &amp; Enver günsel &amp; Aydın Büyüksaraç &amp; Mehmet Cihan Aydın</b>	272
<i>20 ŞUBAT 2019 MEYDANA GELEN AYVACIK DEPREMİNDE YIĞMA YAPI HASARLARININ İNCELENMESİ.</i>	
<b>Muhammed Hamidullah Özlük &amp; Ercan ışık &amp; Enver Günsel &amp; Aydın Büyüksaraç &amp; Mehmet Cihan Aydın</b>	284
<i>YIĞMA YAPILAR İÇİN HASAR DERECELENDİRİLMESİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA</i>	
<b>M. Tansu Baydaş &amp; Ercan Işık &amp; Nusret Bozkurt &amp; Erden Ozan Karaca</b>	296
<i>DONATI İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERİN YÖNETMELİKLER ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ</i>	
<b>M. Tansu Baydaş &amp; Nusret Bozkurt &amp; Ercan Işık &amp; Erden Ozan Karaca</b>	307
<i>BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARTTIRILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</i>	
<b>Erden Ozan Karaca &amp; Nusret Bozkurt &amp; Ercan Işık &amp; M. Tansu Baydaş</b>	318
<i>BETONARME BETONU İLE İLGİLİ KURALLARIN YÖNETMELİKLERE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</i>	
<b>Erden Ozan Karaca &amp; Aydın Büyüksaraç &amp; Nusret Bozkurt &amp; Ercan Işık &amp; M. Tansu Baydaş</b>	328
<i>ZEMİN İLE İLGİLİ PARAMETRELERİN 2007 VE 2018 DEPREM YÖNETMELİKLERİ KAPSAMINDA KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA</i>	
<b>Hakan Demir &amp; Fatma Meral Halifeoğlu</b>	340
<i>TARİHİ ŞANLIURFA TİCARİ ALANI İÇERİSİNDE BEDESTEN (KAZAZ PAZARI) 'İN YERİ</i>	
<b>Evin Akmaz Bilgiç &amp; Fatma Meral Halifeoğlu</b>	348
<i>TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİ İÇERİSİNDE HOCA AHMET CAMİ (AYNI MİNARE CAMİ) 'NİN YERİ</i>	
<b>Nursen Işık &amp; Fatma Meral Halifeoğlu</b>	359
<i>TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİNDE TESPİT EDİLEN TAŞIYICI SİSTEM HASARLARI İLE GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ</i>	
<b>Nursen Işık &amp; Fatma Meral Halifeoğlu</b>	377
<i>TARİHİ DİYARBAKIR HANLARINDA TAŞIYICI SİSTEM SORUNLARININ GÖZLEMSEL</i>	



## DIYARBAKIR İLİ KIRSAL MİMARİSİNDE MALZEME KULLANIMI VE MİMARİ ÖZELLİKLER

Dr. Öğr. Üyesi Şefika Ergin

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Kırsal yerleşmeler doğal çevre verilerinin, yöre halkının yaşam kültürü ve ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmesi ile oluşan yerleşimlerdir. Her yerleşim bölgesi kendi yerleşim dokusuyla doğasını, kültürünü ve sosyal yaşantısını yansıtan izler barındırır. Kırsal yerleşimlerdeki yapılarda, buldukları bölgenin jeolojik, coğrafik ve topografik koşullarına göre farklı malzeme ve yapım tekniğinin kullanıldığı görülür. Her yerleşim bölgesi, bulunduğu bölgenin jeolojik özelliğine bağlı olarak malzeme kullanımı açısından farklılık göstermektedir. Yöresel yerleşimlere ait malzeme kullanımının ve yapım tekniklerinin incelenmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından önemli olmaktadır.

Diyarbakır ilinin kırsal yerleşim bölgelerinde, bulunduğu yerde fazla bulunan, kolay temin edilen malzemelerin kullanımı mevcuttur. Bölgenin kırsal yerleşimlerde kullanılan yapı malzemeleri, yapılaşmaların yer aldığı bölgelerin topografik ve jeolojik özellikleri ile ilişkilidir. İlin kırsal bölgelerinde kullanılan yapı malzemeleri, yerleşimin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısının farklılığına göre değişkenlik göstermektedir. Her yerleşim bölgesinde, bulunduğu yerde var olan malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. İl sınırları içerisinde bölgeden bölgeye değişkenlik gösteren malzeme çeşitliliği, kullanım türleri ve yapım tekniği farklılıkları, bölgenin kırsal mimari çeşitliliğine katkı sağlamıştır. İlin farklı bölgelerindeki malzeme farklılıklarının ve kullanımının değişkenliği, her yerleşim bölgesi için ayrı bir özgün mimari karakter oluşumunu sağlamıştır. Çalışmada, Diyarbakır ilinin farklı jeolojik ve topografik özelliklere sahip bölgelerinde yer alan kırsal mimari yerleşimlerine ait konut yapılarında kullanılan malzeme türleri, kullanım çeşitliliği ve yapım sistemleri mimari özellikleri ile ele alınarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırsal mimari, Yerel malzeme, Geleneksel mimari

### 1-GİRİŞ

Kırsal yerleşmeler geniş bir zaman dilimi içerisinde doğal ve yapılı çevre ile bütünleşen organik bir gelişme sonucunda oluşmuştur. Her yerleşim bölgesi kendi yerleşim dokusuyla doğasını, kültürünü ve sosyal yaşantısını yansıtan izler barındırır. Kırsal yerleşimlerin ana



unsuru olan yöresel yapılar, yöre insanların sosyal ve kültürel yaşam şekli, geçim kaynakları, iklimsel faktörler, topografya ve malzeme gibi değişken etkenler ile özgün yerleşme dokusunu oluşturur [1] [2].

Yerel yerleşimlerin mimari çeşitliliğine katkı sunan karakteristik unsurların başında yerel malzeme türü ve kullanım teknikleri gelmektedir. Bölgeden bölgeye farklılık gösteren kırsal yapılaşmalarda yerleşim bölgesinin jeolojik yapısı, malzeme kullanımı açısından belirleyici etken olmaktadır. Yerel yapılaşmalarda, yerleşimin yer aldığı bölgenin jeolojik, coğrafik özellikleri doğrultusunda kolay temin edilebilen ve az maliyet gerektiren yapım malzemelerinin kullanımı yaygın olarak görülür. Yöreden yöreye değişkenlik gösteren fiziksel çevre verileri ise, malzeme türlerinin farklı yapım sistemleri ile kullanımının oluşumunu geliştirmiştir. Bu bakımdan kırsal konut kimliğini yansıtan en önemli gösterge yerel malzemelerin farklı yapım sistemleri ile inşa edilmiş olmalarıdır. Malzeme kullanım türlerindeki bu farklılık ise, her yöredeki kırsal mimarinin çeşitliliğinin artmasına katkı sunmuştur[1].

Diyarbakır ilinin farklı bölgelerinde yer alan kırsal yerleşimlerdeki mimari yapılaşmalarında da özgün mimari kimlik çeşitliliği görülmektedir. Bu çeşitliliği oluşturan en önemli unsur, bölgeden bölgeye değişen malzeme kullanımı ve yapım sistemi teknikleri olmaktadır. İlin kırsal mimari özelliklerinde belirleyici olarak çeşitli türdeki doğal taşlar, kerpiç tuğlalar, ahşap, toprak kökenli harç ve sıva gibi çeşitli malzemeler önemli rol oynamaktadır.

## 2. DİYARBAKIR İLİ KIRSAL MİMARİSİNDE MALZEME KULLANIMI

Yerel malzemeler, kırsal mimari kimliğin oluşumunda yapıların en belirgin bileşenidir. Yerleşim yerlerinin yakın çevresinde bulunan yerel malzemeler, temin edilmesi kolay ve bol olması nedeniyle ekonomik açıdan en önemli tercih nedenidir. Yöreden yöreye farklılaşabilen yerel malzemelerin çeşidinin en belirleyici etkeni, bölgenin jeolojik yapısıdır. Bölge jeolojisinin yapısına göre çeşitlilik gösteren yerel malzemeler yerleşim bölgelerinin özgün mimarisini oluşturan en belirgin unsur olmaktadır. Diyarbakır ilinin Güneybatı bölgesinde bulunan Karacadağ'ın bazalt lavları bu bölgenin kırsal mimarisinde en temel yapım malzemesini oluşturur. İlin diğer kırsal bölgelerindeki yerleşim yapılarında jeolojik özelliklerin farklılığı nedeniyle bazalt taşının kullanımı görülmez. Bu bölgelerdeki yerel yapılaşmalarda ise kalker taşı, kerpiç ve ahşap yapım malzemesi olarak kullanılır.

### 2.1. Taş Kullanımı Çeşitliliği

Yapım malzemesi olarak taş kullanımı, gerek türüne bağlı olarak zaman içerisinde oluşan tahribatlara karşı gösterdiği direnç, gerekse uzun yıllarca ayakta kalabilen bir malzeme olması nedeniyle geçmişten beri yaygın olarak kullanılmıştır. Yapılarda kullanılan taş türlerinin özellikle homojen yapılı, atmosfer etkilerine dayanıklı, basınç mukavemeti ve fiziksel özellikleri yüksek olması tercih edilmektedir. Taş duvarlar, taş türüne bağlı olarak, örgü teknikleri ve dokuları ile yörenin fiziksel yapısını oluşturan ve mimari kimliği belirleyen yapı elemanlarıdır. Diyarbakır ilinin güney batı bölgesinin jeolojik yapısı nedeniyle bu bölgedeki kırsal yerleşimlerin tek yapım malzemesi bazalt taşıdır. Bu bölge dışındaki diğer bölgelerde kullanılan taş türü ise kalker taşıdır[5].

Diyarbakır güney batı bölgesinde kırsal mimari yerleşmelerinin temel malzemesini oluşturan bazalt taşı, magmatik, homojen görümlü, çok sert ve ağır bir taştır. Koyu gri ve siyah renklidir. İnce kristalli bir yapıya sahiptir. İçerdiği mineraller gözle görülmeyecek kadar küçüktür.

Bazalt, akıcı ve bazik lavların soğuma yüzeyine dik olarak beş ve altı kenarlı sütunlar şeklinde katılaşması ile oluşmuştur. Ayrıca bu çeşit lavların hava ile temas eden dış kısımları ve akıntı uçları boşluklu olabilir. Bu durum taşta bir cüruf görünümü verir. Soğumakta olan lavdan çıkan gaz tanecikleri bu boşlukların oluşumunu sağlar. Taşın iç kısımlarına gidildikçe boşluklar küçülür ve sayıları azalır. Bu tür bazalta gözenekli bazalt denir. Suyu daha fazla emer ve soğurma özelliği fazladır. İşlenmesi kolaydır. Gözeneksiz bazaltın ise düz bir yapısı vardır. Daha sert bir yapıya sahip olan gözeneksiz bazalt darbeye karşı güçlü olup, taşıyıcılık özelliği güçlüdür [7]. Gözenekli bazaltın su emme özelliği yüksek olduğundan yapının döşemesinde kullanılır ve özellikle yaz aylarında ortamda mikroklimatik etki yaratmaya yardımcı olur.

Yerel mimaride kullanımı yaygın olan diğer bir taş türü ise kalkerdir. Kalker, tortul bir taş olup, kalsiyum karbonattan ( $CaCO_3$ ) oluşur. İçinde yer alan maden oksitlerin etkisi ile değişik renklerde görünür. İşlenmesi kolaydır. Yapıda moloz taşı, yonu taşı, kaplama taşı olarak kullanılır[7].

Diyarbakır ili yerel mimarisinde taş kullanımını, temel, taşıyıcı duvar, lento, saçak, avlu duvarı gibi mimari bileşenlerin çoğunda görmek mümkündür. Bu mimari bileşenlerin taş malzeme kullanımındaki çeşitliliği, yöredeki yerleşim dokusunun çeşitliliğinde ayırt edici özellik kazandırmıştır.

Bazalt taşlar bazen moloz taş çoğunlukla da kaba yonu şekilde örgü sistemlerinde kullanılmıştır. Kaba yonu şeklinde kullanılan örgüde bağlayıcılık harçla sağlanmıştır. Bunun yanı sıra kuru örgü sistemiyle veya toprak bağlayıcılığı olarak da bazalt taşının duvarlarda

kullanımları görülmektedir (Şekil.2.1). Moloz taş olarak kullanımlarda, büyük taşların araları daha küçük taşlarla doldurularak taşların arasında boşluk bırakılmamaya özen gösterilerek taşıyıcılık niteliğine önem verilmiştir. Yapı dışında ayrı bir mekân olarak tasarlanan ahırların duvarları da moloz taşlarla kuru örgü sistemiyle örülür. Bunun yanı sıra avlu veya bahçe duvarlarında da bazalt taşı moloz taşlarla ve harçsız şekilde uygulanması yaygındır. Yapı duvarlarındaki harpuşa uygulamaları da düz ve plak şeklinde kesilmiş taş malzemedendir[5].



Şekil.2.1 Taşın kaba yonu, moloz, kuru örgü kullanımı (Diyarbakır)

Bölgede yaygın olarak kullanılan diğer bir taş türü olan kalker, yapılarda bazalta göre daha farklı örgü sistemi ve planlama türleri ile kullanılmıştır. Kullanılan kalker taşının topoğrafik etkenler ve yapım tekniği farklılığı ile de kırsal yerleşimlerin mimari dokusunun oluşmasında ana unsur olmuştur. Duvar cepheleri kullanılan örgü tekniğe ve taş türüne göre karakteristik bir görünüm kazanmıştır[5].

Duvar elemanı olarak kalker taşının kullanımı kaba yonu ve moloz olarak görülür. Taş boyutlarının düzenli ve düzensiz kullanımları mevcuttur. Bağlayıcılıkları ise harçla sağlanır. Kırsal mimari örneklerinde duvarın örgü sıralarını düzenlemek ve duvarı desteklemek amacıyla duvar yüksekliği boyunca yaklaşık 50 cm ara ile ahşap hatıl kullanılır (Şekil.2.2). Duvarların örgü sisteminde köşelerde kullanılan taşlar daha uzun ölçülerdedir. Kapı ve pencerelerin üzerinde kullanılan hatıllar kalker veya ahşap olabilmektedir. Bazı yapıların kapı ve pencerelerinde kemerler mevcuttur (Şekil.2.3). Pencerelerde yarım daire kemer veya düz, kapılarda ise yarım daire ve sivri kemer kullanımı görülür. Kemerlerde kullanılan kalker taşı daha uzun ölçülerdedir. Kalker taşı yapı dışında, avlu veya bahçe duvarlarında moloz ve harçsız şekilde uygulanmaktadır. Dağlık Bölgelerdeki mimari planlamalarda evler iki katlı olup, ikinci kata ulaşımında kullanılan merdivenler de taş malzeme ile yapılmaktadır[5].

Yöredeki yapıların geleneksel sıva ve harç uygulamalarında kullanılan bağlayıcı, toprak kökenli malzemelerden oluşmaktadır. Plastik özelliğe sahip olan bu toprakların içerisine saman, kıtık gibi lifli malzemeler katılarak hazırlanan sıvalar, taş duvarların iç ve dış yüzeylerine uygulanır. Taş duvar örgü sistemlerinde homojen bir kesit elde etmek amacıyla



dolgu ve örgü harcı şeklinde de kullanımı mevcuttur. Harçların içerisine kum kökenli agregalar da katılmıştır. İç yüzeyler sıvandıktan sonra üzerleri genellikle kireç badana tabakasıyla örtülmüştür.



Şekil.2.2 Duvar örgüsünde ahşap hatıl kullanım örnekleri



Şekil.2.3 Kapı ve pencerede kemer kullanım örneği

## 2.2. Kerpiç Kullanım Çeşitliliği

Blok olarak şekillendirilerek güneşte kurutulan kerpiç, doğal ve sağlıklı bir malzeme olması, yöresel malzeme olarak kolay elde edilebilirliği, ucuza üretilmesi, iç mekânda konforlu, sağlıklı ve dengeli bir iklim sağlaması nedeni ile tercih edilen bir yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Kerpicin ana malzemesi olan kil, en ufak kum danelerinden büyük taş kırıntlarına kadar ufalanmış sert maddeleri, bir hamur halinde birbirine bağlar. İyi hazırlanıp kurutulmuş kerpiç, oldukça homojen ve kompakt olduğundan taşıyıcı duvar malzemesi olarak yapılarda kullanılmaktadır[6].

Kırsal yerleşmelerde yapılaşmaların fiziksel oluşumu, malzeme ve malzeme kullanımı ile belirlenir. Yerleşme alanlarının yakınında bulunan malzemeler yerleşkelerin ana yapıım



malzemelerini oluşturur. Diyarbakır yöresinin kırsal alanlarında taş malzemenin az, toprak malzemenin daha bol olduğu bölgelerde ana yapım malzemesini toprak oluşturur. Diyarbakır yöresi kırsal mimari planlamalarında kerpiç yapı örnekleri, ova yerleşimlerinde görülmektedir. Düz alanlarda inşa edilen kerpiç yapıların tümü tek katlıdır. İki katlı ev kullanım örnekleri görülmemektedir.

Bu bölgelerdeki evlerin duvarlarında 30 - 35 cm uzunluğa, 15 - 17 cm genişliğe, 10 - 12 cm yüksekliğe sahip kerpiç bloklar kullanılmıştır. İncelenen kerpiç evlerin duvar kalınlıkları değişken olup ortalama olarak 50 cm kalınlığındadır. Toprağın içerdiği kilin bağlayıcılık özelliğinden yararlanılarak toprak, harç malzemesi olarak da kullanılmıştır. Balçık, kil, kum karışımı ile oluşturulan harç ile bütünleştirilerek duvar yapımı gerçekleştirilir.

Kerpiç yüzeyler sıva tabakası olmadan, dış ortam şartlarına karşı dayanıklılık gösteremezler. Kerpicli dış etkilerden korumak üzere yapılan çamur sıva kısa zamanda bozulur. Bu nedenle sık sık yenilenmesi gereklidir. Bu yenileme yapılmadığı zaman yapılar zarar görür. Bölgedeki yapı örneklerinin tümünde sıva uygulaması görülür (Şekil.2.4). Genellikle yapıların iç ve dış duvar yüzeylerine uygulanan toprak esaslı sıvalarının üzeri böceklenme ve ot oluşumuna engel olmak amacıyla kireç ile kaplanmıştır (Şekil.2.4).



Şekil.2.4 Kerpiç yapılarda toprak sıva kullanımı (Diyarbakır, 2012)

Bölgedeki kerpiç yapı örneklerinde kapı ve pencere boşluklarının üzerinde ahşap hatıl kullanılır (Şekil.2.5). Kullanılan hatıl, altında kalan duvarın bir bütün olarak çalışmasını sağlayarak dayanımı artırmaktadır. Yapılarda kullanılan pencere boyutları küçük planlanmış olup dış yüzeyleri demir, gibi malzemelerle ızgara sistemi oluşturularak kaplandığı görülür. Bu uygulama hem hane halkının güvenlik kaygısı nedeniyle, hem de küçükbaş hayvanların mekânlara girmesini engelleme amaçlıdır[5].



Şekil.2.5 Kapı ve pencerede ahşap hatıl kullanımı

Kırsal mimarinin başlıca malzemelerinden biri olan kerpiç, evler dışında ahır ve kümeslerin yapımında da kullanılır. Ahır olarak kullanılan ve büyük baş hayvanların barındığı mekânlar ya yapı planlaması dâhilinde veya yapının yakınında ayırık şekilde konumlanır. Küçükbaş hayvanların barındığı kümesler ise kerpiçten yapılmış olup, çoğunlukla yapıya dışarıdan bitişik konumlandırılırlar (Şekil.2.6). Kerpiç yapıların avlu ve bahçe duvarlarında ise moloz taş harçsız olarak kullanılmıştır.



Şekil.2.6. Kümeslerin konumlandırılma şekli

Duvarların ana malzemesini oluşturan toprak, yapıların üst örtülerinde de kullanılmaktadır. Bölgenin yerel mimarisinde üst örtü türü ahşap kirişleme üzerine toprak dam olarak uygulanmaktadır. Toprak damlar yörenin sıcak kuru iklimsel özelliği nedeniyle yöre insanının sosyal ve kültürel yaşantısı ile biçimlenmiştir. Toprak damlar ürün kurutma yeri, depolama alanı veya yazın yaşama ve yatma mekânı gibi işlevler üstlenmektedir. Damlarda kullanılan toprağın içerisine saman, kıtık, tuz gibi maddeler katılmaktadır. Yoğun kar ve yağmur yağışı olan kış dönemlerinde bir taş silindir ile damdaki toprak sıkıştırılır. Yerel halkın ihtiyacını

karşılmasına yardım eden bu üst örtü türü, mimari kimlik oluşumu üzerinde etkilidir. Düz çatılı mimari öğeler, kırsal dokuyu oluşturan unsurlardan biridir[5] (Şekil.2.7).



Şekil.2.7 Üst örtü (toprak dam)

### 2.3. Ahşap Kullanım Çeşitliliği

Diyarbakır ilinin jeolojik yapısı ve özellikle iklimsel özellikleri, yapım malzemelerinin çeşitlenmesinde etkili olan faktörlerdir. Yörede yazlar çok sıcak, kurak ve uzun, kışlar soğuk ve az yağışlı geçer. Bu nedenle ormanlık alanlar yok denecek kadar azdır. Doğal bitki örtüsünü, genellikle otsu bitkilerin ağır bastığı bozkır bitkileri oluşturur. Dicle nehri boylarında ise yer yer kavak ve söğüt ağaçları görülür. İklimsel özelliklere ve jeolojik yapıya bağlı olarak ormanlık alanların olmaması nedeniyle Diyarbakır yöresi yerel mimarisinde ahşabın kullanımı yaygın değildir. Ahşap malzemenin yapıda kullanım alanı yaygın olarak üst örtüde görülür. Mekân açıklıklarının kısa yönünde ahşap kirişler yer alır. Ahşap kirişler üzerine bu kirişlere dik yönde ya ahşap hasırlar ya da kaplama tahtaları döşenir. Döşenen ahşapların üzerine ise kerpiç hamuru dökülmek suretiyle üst örtü oluşturulur[5].

Diyarbakır ilinin kuzey doğu bölgesindeki Silvan ilçesinin dağlık alanlarındaki yerleşimlerde duvar malzemesi olarak kalker ile ahşap birlikte kullanılmaktadır. Bu alanlardaki uygulamalarda duvar örgüsü içerisinde ahşap hatılın kullanıldığı görülür. Duvarın taşıyıcılık özelliğini arttırmak amacıyla kullanılan ahşap hatıllar bazı yapılarda düzenli aralıklarla olmaksızın sıkça, bazı yapılarda ise yaklaşık 50 cm ara ile kullanılmıştır [5] (Şekil.2.8).





Şekil.2.8 Duvarlarda ahşap hatıl kullanım örnekleri

Kırsal mimari planlamalarda mekân boyutunun biçimlenmesinde tavanda kullanılan ahşap kirişlemelerin uzunluğu belirleyici olmaktadır. Yerel yapı kullanıcılarının yaşama ihtiyaçları için tasarlanan yaşama mekânı, mutfak, depo, banyo gibi mekânların ahşap kiriş uzunluklarına bağlı biçimlenen boyutlanması kullanım gereksinimleri bakımından yeterli olmaktadır. Ancak bu mekân boyutları büyük baş hayvanların barındığı ahırlar açısından yetersiz olmaktadır. Ahırlar, boyutsal olarak belirlenen temel büyüklük tipinin yan yana tekrarlanması ile boyutlandırılarak kullanılmaktadır. Bu boyutlandırmada tavanda kullanılan ahşap kirişlemeler, birbirine bindirilerek uzunluk kazandırılır. Ahşap kirişlerin birbirine bindirildiği noktalarda bu kirişlemelere dik yönde ayrı bir ahşap kiriş kullanılarak bu bindirme noktaları ahşap dikme ile desteklenmiş olunur. Ahşap malzeme bu şekilde mekân içerisinde üst örtü için taşıyıcı eleman olarak kullanılır [5] (Şekil.2.9).



Şekil.2.9 Ahır mekânlarında ahşap kirişleme kullanımı

Ahşap malzeme kullanımını yapıda kapı ve pencere boşluklarının üst kısımlarında hatıl olarak görmek mümkündür. Bunun dışında kapı ve pencere kasalarında doğrama olarak da



kullanılmaktadır. Evlerin giriş bölümlerinde saçak yapımında da ahşabın kullanımı yer almaktadır (Şekil.2.10). Ahşap malzeme yörede bu tarz kullanım tipleri ile mimari dokuyu şekillendirmektedir[5].



Şekil.2.10 Saçak elemanı olarak ahşabın kullanımı

Bazı evlerde taşıyıcı özelliği olmayan sadece mekânları ayırmak amacıyla iç mekânlarda bölücü duvar olarak 1 - 2 cm kalınlığında ahşap plakların kullanıldığı görülür (Şekil.2.11). Bu bölücü duvar kullanımları, iki katlı olan evlerin üst katlarında kullanılmaktadır. Taşıyıcı duvarların yanı sıra kullanılan bölücü duvarlar, iklimsel konforu sağlamada olumsuz etki yaratmaktadır.



Şekil.2.11 Bölücü duvar olarak ahşabın kullanımı

### 3- SONUÇ

Diyarbakır ili kırsal mimari yerleşmelerin biçimlenmesinde iklim, topografya, yerel malzeme olanakları, sosyal ve kültürel yapı gibi unsurların oldukça fazla etkili olduğu görülmektedir. Yöredeki kırsal yerleşimlerdeki konut yapılarının mimari özellikleri, malzeme kullanımı ve fiziksel çevre özelliklerine göre geliştirilen çözümlerle çeşitlilik kazanmıştır. Malzeme kullanımı ve yapım sistemleri ile yörede birden fazla mimari kimlik oluşumları mevcuttur. Bu mimari kimlik çeşitliliğini yörenin farklı bölgelerindeki yerleşim karakterlerinde görmek mümkündür. Yerleşimlerde ayırt edici nitelik olan mimari karakterlerin belirlenmesi ve

uygulamaların geliştirilerek korunması, kırsal yerleşim çeşitliliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasına katkı sunacaktır.

## KAYNAKLAR

- 1-Çorapçoğlu, K., Çakır, S., Aysel, N.R., Görgülü, H.C., Kolbay, D., Seçkin, N.P., Ünsal, E.,** 2008, “Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi Projesi Kayseri”, TC.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, TAU Müdürlüğü, Cilt 1-6, MSGSÜ Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü, İstanbul
- 2-Çorapçoğlu, K., Diri C., Diri B.Ş., Kurugöl S., Özgünler M., Erem Ö., Gökuç Y.T., Görgülü, H.C., Seçkin, N.P., Oğuz Z.,** 2010, “Kırsal Alanda Yöresel Doku Ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Projesi Balıkesir”, TC.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, TAU Müdürlüğü, MSGSÜ Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü, İstanbul
- 3-Darkot B.,** 2000, “Diyarbakır”, IA, III, İstanbul, 1945, 601; Rıfki Arslan, “Diyarbakır Kentinin Tarihi ve Bugünkü Konumu”, Diyarbakır Müze Şehir, İstanbul, 1999, 81; Anonim, Diyarbakır 2000 Kültür Kılavuzu, Diyarbakır
- 4- Eminagaoglu, Z.,** 2004, “Kırsal Yerleşmelerde Dış Mekan Organizasyonu İlgili Politikalar ve Değerlendirmeler: Trabzon”, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- 5-Ergin Oruç Ş.,** 2015, “Diyarbakır İli Kırsal Mimari Çeşitliliğinin İklimsel Konfor Ve Enerji Etkinliği Açısından Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- 6- Kafesçioğlu R.,** Kasım 1987, Thermal Properties Of Mudbricks, Expert Group Meeting On Energy – Efficient Bulding Materials For Low – Cost Housing, U.N.,Amman
- 7- Kahveci A. E.,** 2008, “Diyarbakır Yöresinde Bazalt Taşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- 8- Singh M.K., Mahapatra S., Atreya S.K.,** 2009, “Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India”, Building and Environment 44 (2009) 878–888
- 9-Zhai Z. (John), Previtali J.M.,** 2010, “Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation”, Energy and Buildings 42 (2010) 357–365

## TOPRAK ESASLI SIVA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi Şefika Ergin

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Toprak, her yerde kolay ve bol bulunabilmesi nedeniyle çok eski dönemlerden beri insanların kullandıkları konutların yapı malzemelerinden birini oluşturmuştur. Günümüzde de topraktan yapılmış olan kerpiç malzemenin halen kullanıldığı örnekler görülmektedir. Toprağın yapı malzemesi olarak hem her yerde kolay ve bol elde edilebilmesi, hem de topraktan oluşturulan yapının diğer malzemelere göre ekolojik olması açısından daha olumlu sonuçları bulunmaktadır. Bu nedenle çevre ile dost ve doğal bir malzeme olan toprak esaslı malzemelerin kullanımının yaygınlaştırılması yapı biyolojisi açısından da avantajlıdır. Bu amaçla kerpicin özelliklerinin iyileştirilmesi birçok çalışmaya konu olmaktadır. Günümüz çalışmalarında toprak malzemenin kullanıldığı duvar elemanının ve yüzeyindeki sıva özelliklerinin iyileştirilmesi, dış etkenlere karşı koruyuculuğunun sağlanabilmesi açısından halen araştırılan bir konu olmaktadır.

Kerpiç duvar yüzeylerinin dış ortam koşullarından korunabilmesi ve olumsuz etkilere karşı direnç göstermesi, yapının korunumu açısından önemlidir. Duvar yüzeyini örten ve duvarı dış ortamın çevresel etkenlerine karşı koruyan sıvalar, duvarın koruyuculuğunun sağlanması bakımından önemli işleve sahiptir. Kil esaslı dış sıvalarda oluşabilecek hasarların en az düzeye indirgenebilmesi, kullanılan sıvanın özelliklerinin belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada kerpiç duvarların yüzeyine uygulanan toprak esaslı sıvaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi amacıyla laboratuvar çalışmalarını kapsamaktadır. Yapılan çalışmada Diyarbakır ili, Bismil ilçesi, Yuvacık köyünden kil bağlayıcılı dış sıva numuneleri alınarak, deneysel çalışma yapılmıştır. Yapılan deneysel inceleme ile kil bağlayıcılı sıvaların dış çevresel etmenlere karşı koruyuculuk işlevi açısından performansının belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kerpiç, Kerpiç Duvar, Toprak Sıva, Killi Toprak

## 1-GİRİŞ

Toprak insanlık tarihinin bilinen en eski yapı malzemelerinin başında gelmektedir. Toprağın kolay ve bol temin edilebilmesi, ekonomik olması, yapı malzemesi olarak tercih edilmesinde etkili olmuştur. Toprak esaslı bir malzeme olan kerpiç de günümüze kadar yapılarda kullanılabilen olan bir malzeme olmuştur. Ülkemizde kerpiç malzemenin kullanımını yaygın olarak kırsal bölgelerde olmak üzere şehirlerde de görülmektedir.

Geleneksel bir malzeme olan kerpiç, üretim aşamasından kullanım ve tüketim aşamasına kadar en az enerji ihtiyacı gerektiren, çevreye duyarlı, ekolojik çağdaş bir yapı malzemesidir. Bağlayıcısı doğadan elde edilen killi toprak olan gerek taşıyıcı malzeme, gerekse sıvama malzemesi olarak kullanılabilen ekonomik bir malzemedir. [1].

Kerpiç elastiki ve yumuşak bir yapı malzemesidir. Yangına dayanımlıdır. İçinde saman gibi yanıcı madde olmasına rağmen bu özelliğini muhafaza eder. Kerpiç malzemenin çok iyi bir ses ve ısı izolasyonu özelliği vardır. Sağlık için, mekânda ve mekânı oluşturan yapı elemanlarında büyük sıcaklık farklarının olmaması gerekir. Sudan sonra en iyi enerji depolayan malzeme olan toprak, ısınma enerjisini bünyesinde depolar. Isıtma kesildikten sonra uzun bir süre depoladığı enerjiyi mekâna vererek sıcaklığı dengeler. Yapı içerisinde oluşan buharın duvardan rahatlıkla geçmesi nedeniyle dış duvarlarda ve tavanlarda yoğuşma oluşmaz [1].

Toprak malzemenin en belirgin iki dezavantajlı yönü, basınç dayanımının az, rutubete karşı duyarlılığının fazla olmasıdır. Basınca daha dayanıklı, rutubete karşı duyarlılığı daha azaltılmış, suda dağılmayan, yüzeyleri düzgün ve toz üretmeyen kerpiç elde etmek amacıyla, toprağa çimento, kireç, alçı ve diğer bazı katkı maddeleri katılır [2].

Günümüzde toprak esaslı malzeme üzerine araştırmalar halen yürütülmektedir. Topraktan, kerpiç olarak yararlanmak ancak onun fiziksel, mekanik, kimyasal ve mineralojik içyapısının bilinmesiyle mümkündür. Kerpicin bağlayıcılık görevini yapan kilin özelliklerinin ve tane büyüklüklerinin oranı da önemlidir. Yapıda kullanılacak kerpiç malzemenin basınç mukavemeti, atmosfer etkilerine karşı dayanıklılık, suda çözülme ve insan sağlığına zararlı özellikler içerip içermediği önceden bilinmelidir. Kerpicin ana maddesi olan toprağın içindeki kum ve çakıllar iskelet, kil ise bağlayıcılık görevi yapmaktadır. Kilin türü ve bulunma oranı, kerpiç özelliklerinin büyük ölçüde değişimine neden olmaktadır [1].

Kerpicin suya karşı mukavemetinin düşük olması, su ile temas edince yumuşaması ve dağılması nedeniyle bol yağışlı bölgelerde malzeme hasarlarının oluşumuna neden olmaktadır. Yağışlı bölgelerde karkas sistem içinde dolgu olarak kullanıldığında hasar



oluşumlarını önlemek amacıyla sıva ve geniş saçaklar ile korunması sağlanmaktadır. Su ile temasının daha az olması sebebiyle sıcak bölgelerde daha avantajlı olmaktadır.

Yapıların dış yüzeyine uygulanan sıvalar, duvarın dış ortam koşullarına direkt maruz kalmamasını sağlayarak duvarın çevresel etmenlere karşı korunmasında büyük rol oynar. Kerpiç duvarların yüzeylerini korumak amacıyla kullanılan sıvalar da yapısal özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Farklı bağlayıcılık özellikleri olan bazı malzemelerin kerpiç karışımına katılması sonucu elde edilen sıva türleri, duvar yüzeyine etki eden çevresel etmenlere karşı farklı özellikler göstermektedir. Yapı kabuğunun en son tabakası olan sıvalar bu nedenle çok önemlidir. Çevresel etmenlerin etkisiyle sıvanın yapısında meydana gelen deformasyonlar nedeniyle kabarma, çatlama ve dökülme gibi bazı hasarlar meydana gelebilir. Sıva yüzeyinde görülebilen bu hasarlar, sıvanın koruyuculuk görevinin azalmasına, duvar yüzeylerinin aşınmasına, bazı çevresel etmenlere maruz kalmasına ve dayanımının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır.

Bu amaçla sıva özelliklerinin iyi tespit edilerek dayanımlarının artırılması önem kazanmaktadır. Diyarbakır kırsal bölgelerinde duvar elemanı olarak kullanılan kerpiğin yüzeyine kil bağlayıcılı sıva uygulaması yaygın bir kullanım türü olarak görülmektedir. Bölgede kullanılan kil bağlayıcılı sıvaların malzeme özelliklerinin belirlenmesi, yapılacak iyileştirme çalışmalarına katkı sunacaktır. Çalışmanın 1. Aşamasında; Diyarbakır ili, Bismil ilçesi, Yuvacık köyünden kil bağlayıcılı sıva kullanılan yapılar incelenerek temsili bir yapı seçilmiştir(Şekil.1). 2. Aşamada; kil bağlayıcılı dış sıva numuneleri alınmıştır. 3. Aşamada; malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel yöntemlerle incelenmiştir. 4. Aşamada; yapılan deneysel inceleme ile kil bağlayıcılı sıvaların dış çevresel etmenlere karşı koruyuculuk işlevi açısından performansı değerlendirilmiştir.



Şekil.1. Çalışma Bölgesi

## 2. KERPIÇ DUVAR VE TOPRAK SIVA ÖZELLİKLERİ

Kerpiç, killi ve uygun nitelikli toprağın içine saman veya diğer katkı maddeleri karıştırılarak su ile yoğrulup kalıplara dökülmesi ve şekillendirilmesi sonucu açık havada kurutularak elde edilen bir yapı malzemesidir. Kerpiç üretimi için harç bünyesine, Anadolu'nun farklı yerlerinde yün, kıl, alçı, kireç, odun külü, tuz, bitki sapları, lifli bitki atıkları, saman vb. katılmaktadır [1].

Kerpiç duvar örgüleri, tuğla duvar örgülerine benzemektedir. Ancak harç olarak kireç, çimento yerine çamur kullanılır. Kerpiç sıraları çamur harcı yardımıyla birbirinin üzerine dizilmek suretiyle örgü sürdürülür. Duvar boyunca uzanan kerpiç arakesitlerine yatay derz, şaşırtılan dik vaziyetteki kesik derzlere de düşey derz adı verilir. Çamur harcı, geç kuruyan bir bağlayıcı olduğundan derzlere fazla bir kalınlık verildiği zaman, üstten gelen yüklenme ile duvar dikliğini muhafaza edemeyerek bozulmasına neden olur [3]. Kerpiç duvar örülmesinde faydalanılan çamur harcı, kerpiç üretilmesinde kullanılanın aynısıdır. Ancak çamur harcı içine katılan samanın daha ince elyaflı olmasına ve toprağın elenmesine özen gösterilir. Duvar örgü işlerinde bilinen araç ve gereçler kullanılır.

Kerpiç nem ve sudan etkilenecek bir müddet sonra dağılabilmektedir. Bu nedenle yığma kerpiç yapıların temelleri, temel ve bodrum duvarları, su basman seviyesine kadar suya dayanıklı bir malzemedan yapılmaktadır. Geleneksel yapımda bu moloz taş olmaktadır [4].

Kerpiç, iç mekân iklimindeki nem oranını diğer yapı malzemelerine oranla daha fazla dengeler. Havadaki nemi bünyesine çabuk çeker ve bünyedeki nemi havaya yine çabuk bırakabilir. Böylece iç mekândaki iklim ne çok kuru, ne de çok rutubetli olur. Kerpiç yapının kullanımında yapının sıcaklığı dengeli olur[3]. Tablo.1.'de bazı yapı malzemelerinin fiziksel özellikleri verilmiştir.

Su ile ilişkide olan malzemelerde su emme, su ile yüzeysel olarak temasta bulunan malzemelerde ise su geçirimsizlik meydana gelmektedir. Malzemenin su emmesinde malzemenin boşluğu da önemli bir etkidir. Su ile yüzeysel temas halinde olan malzemelerde basınçlı veya kapiler su geçirimsizlik görülmektedir. Basınçlı geçirimsizlik; malzemedan birim zamanda geçen su miktarı, belli kesitte ve kalınlıktaki malzemeye etkili olan su basıncına ve malzemenin basınçlı su geçirimsizlik katsayısına bağlı olarak değişmektedir. Malzemelerin basınçlı su geçirimsizliği, malzemenin gözenekliliğine, taneli malzemelerde ise tane düzeni ve çapına göre değişim gösterir. Ayrıca malzemelerde iç yapıya giren suyun diğer bir etkisi de,

ısı deformasyonlarına benzer bir şekilde ve iç gerilimlere neden olacak değişimler oluşturmaktadır. Kapiler su geçirimsizlik ise, malzeme yüzeyinin su ile temas geçtiği zaman, suyun yüzeysel gerilimi nedeniyle, malzeme boşluklarında ve kılcal kanallarında suyun yükselmesidir. Bu durumda emilen su miktarı, malzemenin su ile temas eden yüzeyine, suyun diğer yüzeye geçiş süresine ve malzemenin kapilarite katsayısına bağlı olarak değişir. Yapı malzemelerinin dayanıklılık ve yük taşıma özellikleri, mekanik mukavemetle belirlenir. Bir malzemenin mekanik mukavemetlerinin yüksekliği, onun elastiklik modülünün büyüklüğüne bağlıdır. Bu değer, taşıyıcılık niteliğinin yüksek olması istenen hallerde büyük olması, esnek ve ani yüklere karşı darbe emici olması istenen hallerde ise küçük olması tercih edilir. Malzemenin mekanik davranışının tespiti için buna bağlı olan basınç, çekme, kayma, burulma, eğilme, burkulma, yorulma, çarpma, sertlik gibi hallerinin irdelenmesi gerekmektedir [6].

**Tablo.1.** Bazı Yapı Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri [5]

	Malzeme	Birim ağırlık (kg/m <sup>3</sup> ) ( ρ )	Isı iletkenlik (W/mk) ( λ )	Özgül Isı (kJ/kgK) ( C )	Buhar difüzyon direnci ( μ )
[SIA]	Tuğla	1100	0.37	0.9	4.0-6.0
381/1	Kireç, Kum taşı	1600	0.80	0.9	10-25
	Gazbeton	400	0.18	1.1	3.0-5.0
	Ahşap (çam)	450-500	0.14	2.0-2.4	20-40
	Ahşap Elyaf levha	350-500	0.09	1.6	2.0-5.0
CRA	Masif kerpiç	2000	0.46-0.81	1.0	10.0-11.0
Terre	Çimentolu kerpiç(%8)			0.65-0.85	
	Hafif kerpiç	1200	0.47	1.0	8.0-10.0
Al-ker	Alçılı Kerpiç	1600	0.40	-	13

Kerpiç malzeme, değişik özellikteki elemanlardan oluşan bir bileşiktir. Kum iç iskelet rolü oynarken, yarattığı kohezyon sayesinde kil, bağlayıcı rolü oynamaktadır. Gereğinden fazla veya az miktarda kil, kerpiçte önemli hasarlar meydana getirir [2]. Toprak, türüne bağlı olarak değişik oranda kil bulundurur. Kerpiç killeri çeşitli metal oksitler yanında kalsit, jips gibi toprak alkalilerden ve alüminyum silikat sistemlerden oluşmuşlardır. Killerin bir özelliği de, su ile yoğrulduğunda istenilen şekli alması ve suyun bünyeyi terk etmesi sonucu kilde rötre

oluşmasıdır. Kil tanecikleri hareket edemez hale geldiği zaman durmakta ve bu arada kilin plastikliği de kaybolmaktadır [7].

Toprağın içerisinde bulunan kil parçacıklarının hacimleri, bünyeye alınan su derecelerine göre büyür. Toprak içerisindeki bağlayıcılık özelliği olan kilin, hacim değişimlerinden etkilenmesi ile oluşabilecek şişme veya büzülmeden dolayı çatlamaması gerekir. Kil bağlayıcılı toprak malzeme ile yapılan kerpicin mekanik özelliklerinin, malzemenin strüktürel yapısında granülometrinin sağlanarak, yeterli oranda kil, katkı maddesi ve su karışımında sentezlenmesi gerçekleştirilmelidir. Kil oranı fazla olan topraktan hazırlanan çamur, kuruma sırasında daha fazla çatlar. Bunu önlemek amacıyla toprağa katkı maddeleri katılabilir [8].

Sıva malzemesinin kil ve toprak esaslı olması, su ile karıştırılıp uygulandıktan sonra, malzemenin çatlamaya çok yatkın olan zayıf yapısının pekiştirilmesi gereklidir. Bu amaçla kullanılan en yaygın yöntem, karışıma liflerin katılması suretiyle dayanımının ve bağlayıcılık özelliğinin artırılmasıdır. Saman, keten elyafı, pamuk sapı ve benzeri organik lif niteliğindeki bitki artıklarının karışım hazırlandığı sırada katılması sonucunda, uygulanan sıvanın kuruması sırasındaki çatlamaları azaltarak sıvanın bağlayıcılık performansının artmasını sağlayacaktır. Bazı bölgelerde yapılan uygulamalarda, sıva çatlaklarının oluşmaması ve tüm yüzeyde tek parça bir tabaka özelliğini kazanabilmesi amacıyla, bağlayıcı olarak karışıma sadece saman veya kıtık katılmaktadır [9].

Kil bağlayıcılı sıvalarda sıvanın yapısına bağlı olarak genleşme, büzülme, buhar basıncı gibi bazı etkiler meydana gelebilir. Genleşme etkisinde; don, değişen ıslaklık ya da kuruluk gibi durumlar kilin parçalanması ve dolayısıyla sıva iç yüzeyinde genleşmeye neden olabilmektedir. Eğer sıva çok rijit ise, önce çatlaklar daha sonra ufak parçalara ayrılmalar oluşur. Benzer olarak heterojen duvarlarda (taş-toprak karışımı) topraktaki ve taştaki ısı genleşmelerindeki fark yer yer bozulmalara neden olabilir. Büzülme etkisinde; sıva ilk kurduğunda büzülür ve içerdiği maddeleri gergin hale getirir. Duvarın yapısı çok rijit ve pürüzsüz ise sıvada gevşeme oluşur. Duvar pürüzlü ise sıvada çatlama olur. Sıvadaki bağlayıcılık özelliğine göre çatlamlar az ya da çok olabilir. Sıva kalın ise çatlaklar geniş olur. Güneş ve rüzgâra maruz kalma sonucu sıvanın dış yüzeyinde görülen çatlaklar, az su içeren kuru duvarlarda içten başlar ve dış yüzeye doğru ilerlerler. En hassas noktalar, niş köşeleri ve çıkıntındaki köşelerdir. Buhar basıncında; su buharı duvar iç yapısında genleşmeyi artırabilir. Kabarmalar görülebilir. İç buhar basıncının dış basınçtan fazla olduğu yerlerde daha fazla



görülmektedir. Bu basınç farkı buharın duvar ve sıva içinde hareketini yönlendirir. Bu nedenle su geçirmez ve kalın sıvalardan kaçınılmalıdır [10].

Kil bağlayıcılı sıvalar, sudan etkilenirler. Suya maruz kalan kısımlarda dağılma olabilir. Bu da sıvanın yenilenmesi ile giderilebilir. Bu sıva türünün içerisine katılan saman, sıva çatlamlarına engel olmaktadır. Bu sıvaların üzerine badana yapılmak koşulu ile ömürlerini uzatmak mümkündür. Dış sıvalarda yüzeye kireç sıva da yapılmaktadır [2].

Sıvalar, kil bağlayıcılık özelliklerine ve karışıma giren diğer bağlayıcıların türüne göre değişkenlik gösterebilirler. Bu bağlayıcı türleri; kil-çimento, kil-alçı, kil-kireç, melez ve saman lif bağlayıcılı olabilir. [11].

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

#### 3.1. Yapı Seçimi

Kil bağlayıcılı sıva örneklerini incelemek amacıyla Diyarbakır bölgesindeki kırsal yerleşimlerde bulunan kerpiç yapılar ve dış yüzey sıvaları gözlemsel olarak incelenmiştir. Genellikle kerpiç bloklarla örülen duvar yüzeylerinin 3-4 cm kalınlığında toprak esaslı dış sıva tabakasının kullanıldığı görülmektedir. Bazı yapıların dış sıva yüzeylerine kireç uygulanmıştır. İncelenen yapıların bazılarında sıva tabakasının hasar gördüğü gözlenmiştir (Şekil.2.).



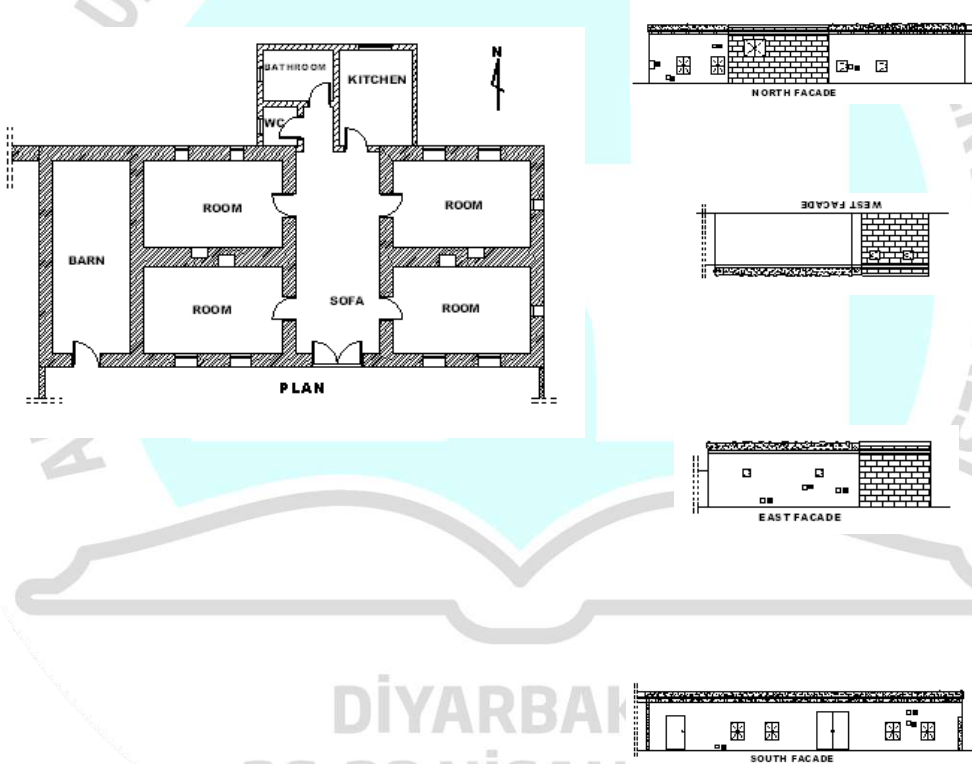
Şekil.2. Dış yüzey sıvalarında bozulma örnekleri

Deneyisel inceleme yapmak amacıyla Diyarbakır ili Bismil ilçesi Yuvacık Köyünden 1967 yılında yapılmış tek katlı bir konut seçilmiştir (Şekil.3.). Seçilen konut duvar ve sıva malzemesi toprak esaslı olan bir yapıdır. Konutun yapımında, bölgedeki toprağın içerisine saman katılarak elde edilen kerpiç bloklar kullanılmıştır. Yapının iç ve dış sıvası toprak malzeme ile yapılarak ön cephesi kireç ile kaplanmıştır.

Konut 4 oda ve 1 ahırdan oluşmaktadır. Sonradan mutfak, banyo ve tuvalet ihtiyacı için gerekli mekânları sağlamak amacıyla tuğla malzemeden yapıya ek yapılmıştır. Yapım yılından beri hiçbir bakım görmemiş olan konutun cephelerinde sıva hasarlarına rastlanmaktadır.



Şekil.3. Numune Alınan Yapının cepheleri



Şekil.4. Numune Alınan Yapının Planı ve Cepheleri

### 3.2. Numune Alma

Yapının kuzey, güney ve doğu cepheleri açık olup batı cephesi, yanındaki yapıyla bitişik konumdadır. Yapının plan ve cepheleri şekil.5.'de görülmektedir. Numuneler, kuzey, güney ve doğu cephelerinin dış sıvalarından alınmıştır. Kuzey cephesinden alınan numune K1, güney cephesinden alınan numune G1, doğu cephesinden alınan numune D1 olarak kodlanmıştır.



Şekil.5. Numune Alma a) Kuzey Cephesi b) Doğu Cephesi c) Güney Cephesi

### 3.3.Deneyler

Alınan sıva numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla elek analizi, birim hacim kütlesi, kompozite-porozite, özgül ağırlık, kılcal etkiye bağlı su emme, zamana bağlı su emme, buhar geçirgenlik deney çalışmaları yapılmıştır. Deney çalışmasında Türk Standartlarına uygun deney metotları kullanılmıştır.

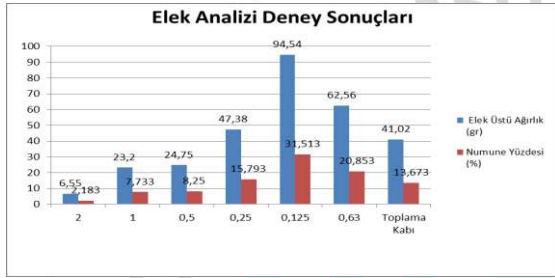
#### 3.3.1. Elek Analizi

Malzemenin tane boyutunun ve kullanılan agreganın fiziksel özelliklerinin tespiti amacıyla TS 130 standardına göre elek analizi yapılmış [15]. Numune 0.63 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm aralıklı eleklerden geçirilmiştir. Numunenin tane çapı yönünden büyüklükleri belirlenmiştir. Elek üstünde kalan numunelerin ağırlıkları ve toplam agrega oranına ağırlıkça yüzdeleri bulunmuştur. Yapılan elek analizi deneyine göre elde edilen bulgular tablo 2.' de görüldüğü gibidir

Malzemenin tane boyutunun ve kullanılan agreganın fiziksel özelliklerinin tespiti amacıyla TS 130 standardına göre elek analizi yapılmış [12]. Numune 0.63 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm aralıklı eleklerden geçirilmiştir. Numunenin tane çapı yönünden büyüklükleri belirlenmiştir. Elek üstünde kalan numunelerin ağırlıkları ve toplam agrega oranına ağırlıkça yüzdeleri bulunmuştur. Yapılan elek analizi deneyine göre elde edilen bulgular tablo 2.' de görüldüğü gibidir [13] (Şekil.6.) (Şekil.7.).

**Tablo.2.** Elek Analizi Deney Sonucu

Elek Aralığı (mm)	Elek Üstü Ağırlık (gr)	Numune Yüzdesi (%)
2	6,55	2,183
1	23,2	7,733
0,5	24,75	8,25
0,25	47,38	15,793
0,125	94,54	31,513
0,63	62,56	20,853
Toplama Kabı	41,02	13,673



**Şekil.6.** Elek Analizi Deney Sonucu

**Şekil.7.** Numunenin Elekten Geçirilmesi

### 3.3.2. Birim Hacim Kütle, Kompozite – Porozite, Özgül Ağırlık

Malzemenin birim hacim kütle, kompozite-porozite, özgül ağırlığını bulabilmek amacıyla deney TS EN 1936 standardına göre yapılmıştır [14]. Düzgün boyutta kesilen numunelerin birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Numunelerin kompozite ve porozite değerleri özgül ağırlık deneyi yapılarak hesaplanmıştır. Yapılan deneylere göre elde edilen bulgular Tablo.3.'de gösterilmiştir.[13]. Tabloda da verildiği gibi alınan her üç numunenin porozite değerinin kompozite değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Tablo.3.** Birim Hacim Kütle, Kompozite – Porozite, Özgül Ağırlık deney sonuçları

Sample	Boyut (cm)	Ağırlık (gr)	Birim Hacim Ağırlığı gr/cm <sup>3</sup>	Kompozite %	Porozite %	Özgül Ağırlık gr/ cm <sup>3</sup>
D1	1,53×2,23×2,91	9,98	1,01	41.06	58.94	2,46
G1	1,63×2,50×3,68	16,48	1,1	42.95	57.05	2,56
K1	1,28×1,28×3,32	6,24	1,15	44.75	55.25	2,57

Yapı malzemelerinde birim ağırlık ve kompozit (dolgu oranı) arttıkça, dayanım ve ısı iletkenlik gibi özellikler de artar. Gözeneklilik (boşluk oranı) arttıkça, güç ve ısı iletkenlik özellikleri düşer. Deneyden elde edilen sonuçlara göre, üç numunenin de gözeneklilik yüzdesi



kompozit yüzdesinden daha fazladır. Bu, malzemenin gözenekli olduğunu gösterir. Yapılan deney sıvanın mukavemetinin ve ısı iletkenlik özelliğinin iyi olduğunu belirlemiştir.

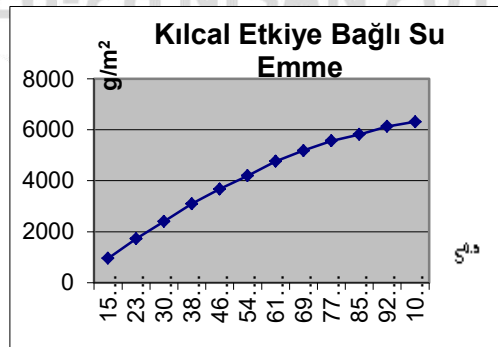
### 3.3.3. Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme

Düzgün boyutlarda kesilerek ağırlığı ve boyutları hesaplanan numunelerin kılcal etkiye bağlı su emmesinin ölçümü TS EN 1925 standardına göre yapılmıştır [15] [13]. Deney G1, K1, D1 numuneleri ile yapıldı. Deneyde G1 numunesinin, 25. dakikada tamamen ıslanmış ve 169. dakikada tamamen dağılmıştır. K1 numunesinin, 81. dakikada tamamen ıslandığı ve 121. dakikada büyük bir kısmının dağıldığı görülmüştür. Büyük oranda dağılma görülen numunenin tamamında dağılma görülmemiştir. D2 numunesinin 154. dakikada tamamen ıslandığı görülmüş olmasına rağmen numunede dağılma görülmemiştir (Şekil.8.). D1 numunesi dağılma göstermediği için, deney sonuna kadar yapılabilmektedir. Deney sonucu standartta belirtilen grafik yöntemi ile Şekil.9.'da gösterilmiştir [15].

Malzemelerin kılcallık ile su emme ölçüldüğü zaman, numune TS 2514'e göre 45 dakikadan önce parçalanmamalıdır. Yapılan deneyde, bunların G1 numunesinin 169. dakikada parçalandığı, K1 numunesinin parçalandığı gözlemlendi. 121 dakika ve D1 numunesi, 2 saatlik 49 dakikalık Deney periyodunda parçalanmadı. Numunelerin 45 dakikadan önce parçalanmaması, su emilimine bağlı olarak parçalanmanın daha az olduğunu gösteriyor. Deneysel çalışma, kullanılan toprak sıvanın su emme performansının iyi olduğu belirlenmiştir.



Şekil.8. G1, K1, D1 Numunelerinin Kılcal Etkiye Bağlı Su Emmesi



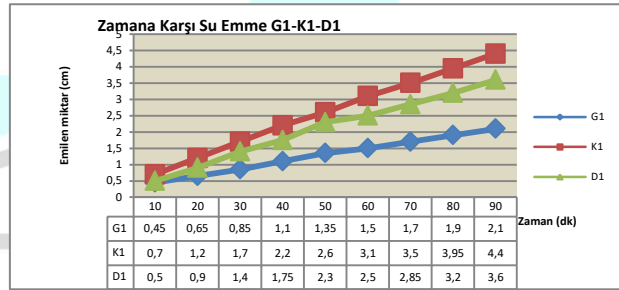
Şekil.9. D1 Numunesinin Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Deneyi Sonuç Grafiği

### 3.3.4. Zamana Bağlı Su Emme

G1, K1, D1 numuneleri için ayrı ayrı yapılan zamana bağlı su emme deneyi TS EN 1936 standardına göre yapılmıştır [14][13] (Şekil.10). Zamana bağlı su emme deneyinde, deney süresi olan 90 dakika sonunda 1.4 mm çapındaki cam tüpten numunelerin her birinin dakikada emdiği su miktarları ölçülmüştür. Buna göre; D1 numunesinin emdiği suyun 3.6 cm, G3 numunesinin emdiği suyun 2.1 cm, K3 numunesinin emdiği suyun 4.4 cm olduğu ölçülmüştür. Elde edilen veriler, şekil.11'de grafikte gösterilmiştir. Binanın güney cephesinden alınan numunenin diğer cephelerden alınan diğer numunelere kıyasla daha az su emdiği görülmektedir.



Şekil.10. Zamana Bağlı Su Emme Deneyi



Şekil.11. Zamana Bağlı Su Emme G1-K1-D1 Örnekleri Su Emme Testi

### 3.3.5. Buhar Geçirgenlik

G1, K1, D1 numuneleri için yapılmış olan buhar geçirgenlik deneyi TS 7847 standardına göre uygulanmıştır (Şekil.12.) [16][13]. Yapılan deney sonucuna göre numunelerin buhar geçirgenlik değerleri D1- 5,13 m-1 , G1- 4,89 m-1, K1- 5,33 m-1 olarak hesaplanmıştır. G1, K1, D1 numuneleri için ayrı ayrı yapılan deneyden elde edilen veriler hesaplanarak tablo.4.'de gösterilmiştir

TS 7847' ye göre, su buharı geçirgenliği değeri ( $1 / \mu.d$ ) en az  $0,5m^{-1}$  olmalıdır. Yapılan deney sonuçlarına göre numunelerin buhar geçirgenlik değerleri D1-5,13  $m^{-1}$ , G1-4,89  $m^{-1}$ , K1-5,33  $m^{-1}$  olduğu için, buna uyduğu görülmüştür. TS standardı. Malzemeden beklenen sıcaklık ve nem ile ilgili performansın karşılanması bakımından buhar geçirgenliğinin uygun değerde olması önemlidir.



Şekil.12. Buhar Geçirgenlik Deneyi

### 3.3.6. Basınç Dayanımı

Numunenin basınç dayanımı ölçmek amacıyla yapılan bu deney TS 2514 standardına göre yapılmıştır(Şekil.13.). Dörtgen prizma şekilde kesilen D1 numunesinin iki örneğinin basınç dayanımları ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır. Standarda göre minimum basınç dayanımı  $8 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ 'den az olmamalı ve ölçümlerin ortalaması  $10 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ 'den az olmamalıdır. Deney sonucuna göre basınç dirençleri tablo 5'de gösterilmiş olup; D1-1 numunesi için  $60.32 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ , D1-2 numunesi için  $32.22 \text{ kgf} / \text{cm}^2$  ve ortalama olarak  $46.27 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ 'dir. Numune TS 2514'e göre uygun bir basınç dayanımındadır. Binanın duvarında kullanılan sıva malzemesinin, gelen kuvvetlerin etkisine dayanabileceği görülmüştür.



Şekil.13. Basınç Deneyi

**Tablo.5.** Basınç Dayanımı Deneç Sonuçları

Numune	Boyutlar (cm)	P <sub>max</sub> Kırılma yükü (kgf)	A Numunenin basınç uygulanan alanı (cm <sup>2</sup> )	σ <sub>k</sub> Numunenin basınç dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )
D1-1	2.58*2.89*5.15	450	7.46	60,32
D1-2	2.23*3.62*5.76	260	8.07	32,22
D1- ortalama				46,27

**Tablo.4.** Buhar Geçirgenlik Deneç Akışı ve Sonuçları

	Kalınlık d (m)	ap m	Alan m <sup>2</sup>	İki Ölçüm Arası Zaman Farkı(h)	Numune ağırlığı (kg)	Ağırlık farkı Δm	Geçen su Buharı Miktarı(G) (kg/h)	Buhar Difüzyon direnç Faktörü (μ)	$\frac{1}{\mu*d}$
G1	d= 0.01137	0.06960	3,80.10 <sup>-3</sup>	0	0,10611535	0	0	18	4,89
				24	0,10669053	5,75.10 <sup>-4</sup>	23,96.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10711226	4,22.10 <sup>-4</sup>	17,58.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10741133	2,99.10 <sup>-4</sup>	12,46.10 <sup>-6</sup>		
				48	0,10808952	6,78.10 <sup>-4</sup>	14,13.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10847322	3,84.10 <sup>-4</sup>	16,00.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10886101	3,88.10 <sup>-4</sup>	16,17.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10920959	3,49.10 <sup>-4</sup>	14,54.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10962318	4,14.10 <sup>-4</sup>	17,25.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10999859	3,75.10 <sup>-4</sup>	15,63.10 <sup>-6</sup>		
D1	d= 0.01218	0.07060	3,91.10 <sup>-3</sup>	0	0,10641432	0	0	16	5,13
				24	0,10692752	5,13.10 <sup>-4</sup>	21,38.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10738312	4,56.10 <sup>-4</sup>	19,00.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10771101	3,28.10 <sup>-4</sup>	13,67.10 <sup>-6</sup>		
				48	0,10846637	7,55.10 <sup>-4</sup>	15,73.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10889201	4,26.10 <sup>-4</sup>	17,75.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10931364	4,22.10 <sup>-4</sup>	17,58.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10969011	3,76.10 <sup>-4</sup>	15,67.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,11013146	4,41.10 <sup>-4</sup>	18,38.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,11053827	4,07.10 <sup>-4</sup>	16,96.10 <sup>-6</sup>		
K1	d= 0.01043	0.07171	4,04.10 <sup>-3</sup>	0	0,10287144	0	0	18	5,33
				24	0,10340338	5,32.10 <sup>-4</sup>	22,17.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10388227	4,79.10 <sup>-4</sup>	19,96.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10422566	3,43.10 <sup>-4</sup>	14,29.10 <sup>-6</sup>		
				48	0,10502938	8,04.10 <sup>-4</sup>	16,75.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10547517	4,46.10 <sup>-4</sup>	18,58.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10592834	4,53.10 <sup>-4</sup>	18,88.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10633344	4,05.10 <sup>-4</sup>	16,88.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10680141	4,68.10 <sup>-4</sup>	19,50.10 <sup>-6</sup>		
				24	0,10723465	4,33.10 <sup>-4</sup>	18,04.10 <sup>-6</sup>		
			72	0,10838351	11,49.10 <sup>-4</sup>	15,96.10 <sup>-6</sup>			



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

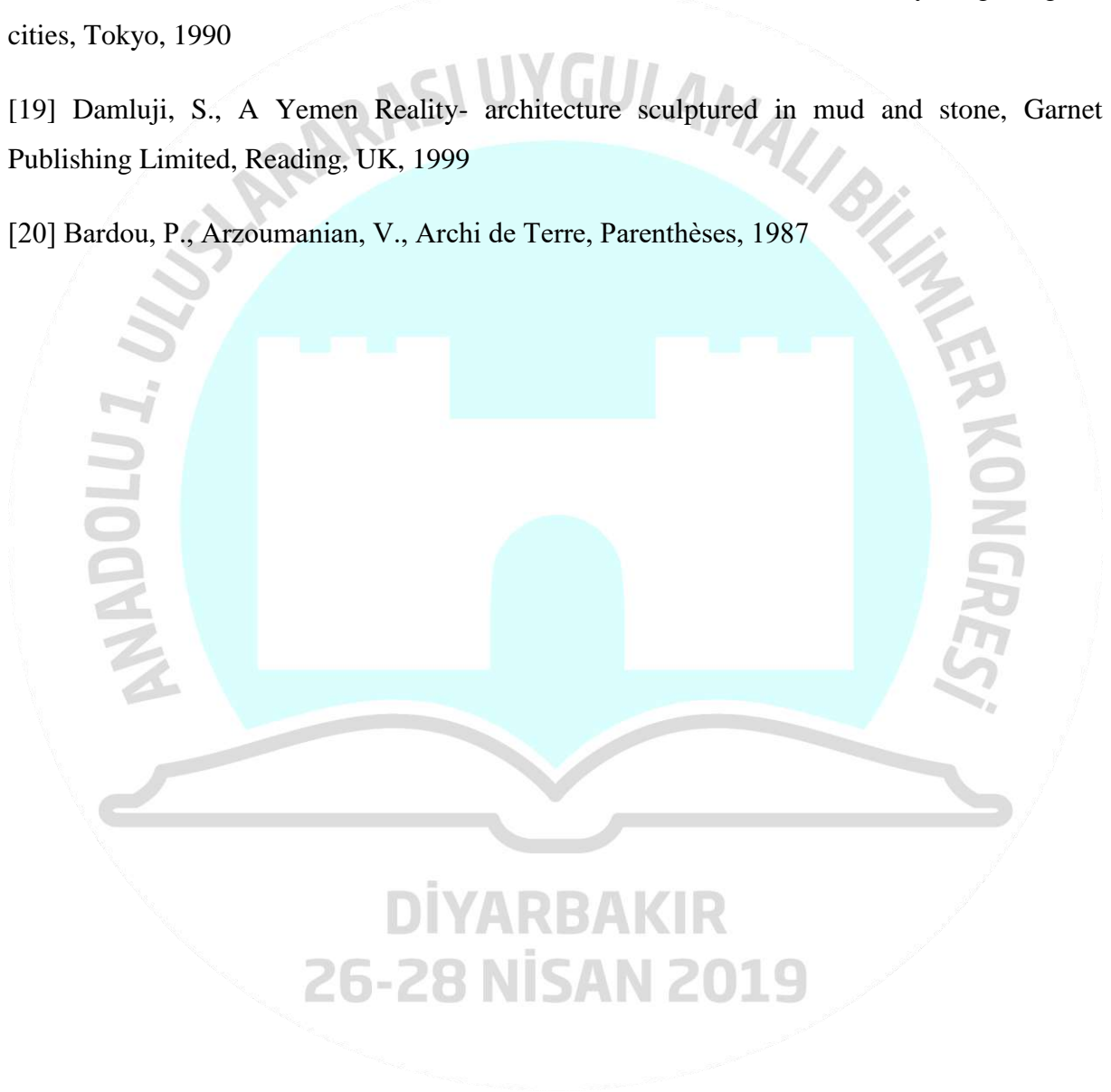
Günümüzde kerpiç gibi çevreye duyarlı, ekonomik, az enerji tüketen ve yapısal konforu sağlayabilen malzemelerin yapılarda kullanımının yaygınlaştırılması, gelecek nesillerin sağlıklı bir çevrede yaşayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bütün bu avantajlara sahip olan kerpiç yapıların her geçen gün sayılarının azaldığını ve yok olmayla karşı karşıya olduğunu bilmekteyiz. Bu açıdan kerpiç malzemenin özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi ile bu geleneksel yapıların sürdürülmesi ve yeni yapılaşmalarda da kullanımının sağlanabilmesi mümkündür. Diyarbakır bölgesinin özellikle kırsal yerleşimlerinde kullanılan kerpiç yapıların sayıları günümüze kadar azalarak süregelmiştir. Bölgedeki bu yapıların niteliklerinin bilinmesi ve iyileştirilmesi, gelecek nesillere kadar kullanımının sağlanabilmesine katkı sağlayacaktır. Diyarbakır bölgesindeki kerpiç yapılarda kullanılan toprak sıvaların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneysel çalışmada elde edilen sonuçlara göre;

Numunelerin porozitesinin komposite oranına göre yüksek olduğu, buna bağlı olarak da ısı iletkenlik özelliğinin az olduğu anlaşılmaktadır. Bu da malzemenin iyi bir ısı yalıtım özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan su emme deneyleri, malzemenin su emmeye bağlı olarak dağılmasının az olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, yapının güney cephesinden alınan numunenin diğer cephelerden alınan numunelere oranla da daha az su emdiği izlenmiştir. Deney sonuçları, malzemenin su etkilerine karşı iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna rağmen toprak esaslı malzemenin su etkilerinden korunması, oluşabilecek deformasyonları azaltmada etkili olacaktır. Cephelerde oluşabilecek çatlamalara engel olmak amacıyla da sıva tabakasını su etkilerinden koruyacak yapısal detayların geliştirilmesi önerilmektedir. Malzemenin buhar geçirgenlik değerinin TS standardına uygun değerde olması, malzemedan beklenen ısı ve nem ile ilgili performansın iyi olduğunu göstermiştir. Malzemenin, gerekli iç konforun sağlanmasında iyi bir performansının olduğu görülmektedir. Sıva tabakasının, yüzeyine gelebilecek kuvvet etkilerine karşı iyi dayanım gösterebileceği basınç dayanımı deneyi ile ölçülmüştür. Cephelerde, kuvvet etkilerine en fazla maruz kalan ve aşınma oluşan yerler yapı köşeleri ve zemine yakın seviyelerdir. Bu bölgeleri darbe etkilerine karşı koruyacak önlemler almak oluşabilecek sıva hasarlarını azaltacaktır.

**REFERENCES**

- [1] Koçu N., Sürdürülebilir Malzeme Bağlamında “Kerpiç” ve Çatı- Cephe Uygulamaları (Konya-Çavuş Kasabası Örneği), 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi - Görükle Kampüsü, Bursa,2012
- [2] Kafesçioğlu, R., “Yapı Malzemesi Olarak Kerpiğin Alçı İle Stabilizasyonu”, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Gurubu Proje No:505, İstanbul, 1980
- [3] Özçelik, N., İnşaat Bilgisi, İstanbul, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 1984
- [4] Türkçü, Ç., Yapım, İstanbul, Birsen Yayınevi,2000
- [5] Işık, B., “Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve standartlarının Belirlenmesi”, İNTAG TOKİ 622,1995
- [6] Eriç, M., “Yapı Fiziği Ve Malzemesi”, Literatür Yayıncılık, İstanbul,1994
- [7] Gürdal, E., Koçu, N., “Kerpiç Ve Kerpiçte Eskime Ve Yenileme Sorunları Konya Alaaddin Köşkü Örneği”,Yapı Dergisi Sayı 142, Yapı Endüstri Merkezi,1993
- [8] Tanrıverdi,C., “Alçılı Kerpiğin Üretim Olanaklarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi,1984
- [9] Ersoy, H.Y., “Kompozit Malzeme”, Literatür Yayıncılık, İstanbul,2001
- [10] Houben, H., Guillaud, H., “Eart Construction, A Comprehensive Guide”, Intermediate Technology Publication,1994
- [11] TS 1262, Sıva Yapım Kuralları- Bina İç yüzeylerinde Kullanılan, TSE, Ankara, 1988
- [12] TS 130, Agrega karışımlarının elek analizi deneyi için metot, TSE, Ankara, 1978
- [13] Ergin Oruç, Ş., “Kerpiç Duvarlara Uygulanan Kil Bağlayıcı Dış Sıva Hasarlarının İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2004
- [14] TS EN 1336, Doğal Taşlar- Deney Metotları- Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini, TSE, Ankara,2001

- [15] TS EN 1925, Doğal Taşlar- Deney Metotları- Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini, TSE, Ankara, 2000
- [16] TS 7847, Hazır Sıva – Dış Cepheler İçin, Sentetik Emülsiyon Esaslı, TSE, Ankara, 1990
- [17] TS 2514, Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları , TSE, Ankara,1977
- [18] Jinnai, H., Tanimizu, J., Eruzun, C. (Ed), Process Architecture 93 Turkey: Pilgrimage to cities, Tokyo, 1990
- [19] Damluji, S., A Yemen Reality- architecture sculptured in mud and stone, Garnet Publishing Limited, Reading, UK, 1999
- [20] Bardou, P., Arzoumanian, V., Archi de Terre, Parenthèses, 1987



## ÜLKEMİZDE Kİ DEMİR ÇELİK SANAYİ ATIK SULARININ YÖNETİMİ

**Kübra TOPRAK**

Gazi Üniversitesi

**Prof. Dr. Tahir ATICI**

Gazi Üniversitesi

### ÖZET

Ekosistemin en önemli yapı taşı olan su; ilerleyen nüfus ile buna bağlı olarak artan kentleşme ve sanayileşme sonucunda kirlenerek azalmaktadır. Kısıtlı olan su kaynakları çerçevesinde ‘Su Yönetimi’ ülkemizde ve Dünya’da giderek önem kazanmaktadır. Suyun yönetilebilir olması ile kirliliğin önlenmesi, kirlilik kaçınılmaz olduğunda ise atık suyun geri kazanılması mümkündür. Doğal dengenin ve yapısının bozulmasında su kaynaklarına bakış açımız, uygulanan politikalar ve yönetim aksaklıkları yatmaktadır. Endüstriyel kaynaklı su kirliliğinde ortaya çıkan atık suyun iyi tanınması ve buna göre yönetilmesi gerekmektedir. Her üretim süreci aynı nitelikte atık su açığa çıkarmaz. Endüstriler üretim süreçlerinde kullandıkları ham maddelerin farklılığı, üretim tekniklerinin farklılığı sebepleriyle farklı nitelikte atık su oluşturur. Buna bağlı olarak ortaya çıkan atık su iyi analiz edilip uygun arıtma yöntemleri uygulanmalıdır. Uygulanacak arıtım yöntemleri atık suyun özellikleri ile birlikte istenilen yasal standartlara da bağlıdır. Ülkemizde atık su yönetimi yasal mevzuatlar ile yürütülmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, mevzuat geliştirme, denetim, izin, izleme, planlama ve projelendirme, politika belirleme, iş birliği ve koordinasyonu sağlama aşamalarını yürütür. Atık su yönetiminde öncelik kirliliğin kaynağında önlenmesi ile başlar ve bunu takip eden işletilebilir atıksu alt yapı tesislerinin hayata geçirilmesi, temiz ve yeni teknolojilerin kullanılarak verimlilik sağlanması ile devam eder. Bu süreçte sorumluluk tüm paydaşlara aittir. Atık sulara uygulanacak yönetim süreci sanayi kuruluşları için ekstra maliyet oluşturduğundan bu yükümlülüklerin yerine getirilmesini kanunlar takip eder. Deşarj standartlarına uymayan atık suların alıcı ortamlara verildiği tespit edilen kuruluşlara devletin yaptırım politikası olması caydırıcı sebep olarak gösterilebilir. Kirlenenden hiçbir sorumluluktan kaçamaz ve üzerinde ki tüm sorumluluklarını yerine getirmek zorundadır. Bu sebeplerden dolayı atık üretiminin en aza indirilmesi taraflar için üzerinde durulması gereken bir konudur.



Demir çelik endüstrisinde atık sular içerdiği yoğun metal ve türevli maddeler nedeniyle buldukları kentlerin kanalizasyon sistemlerine veya alıcı ortamlara doğrudan verilmez ve arıtım işlemine tabi tutulur. Uygulanacak arıtım yöntemlerini standartlara göre belirleyerek mevzuatlara uygun bir politika izler.

**Anahtar Kelimeler:** Atık su yönetimi, yasal mevzuat, endüstriyel atık su

## ABSTRACT

Water is the most important ingredient of the ecosystem; growing population and increasing urbanization and industrialization as a result of polluting and decreasing. Water Management is gaining importance in our country and all over the world. It is possible to prevent the pollution with water being manageable and to recover the waste water when pollution is inevitable. The disruption of natural equilibrium and structure is based on our perspective on water resources, applied policies and management disruptions. Industrial water pollution must be well recognized and managed accordingly. Each production process does not produce the same quality wastewater. The industries produce different types of waste water due to the differences in the raw materials used in their production processes and the differences in the production techniques. The resulting wastewater should be analyzed well and appropriate treatment methods should be applied. The treatment methods to be applied depend on the characteristics of the wastewater as well as the required legal standards. Waste water management in our country is carried out by legal regulations. Republic of Turkey Ministry of Environment and Urban Development conducts development of legislation, inspection, permitting, monitoring, planning and project planning, policy-making, cooperation and coordination. Waste water management starts with the prevention of pollution at the source, then by the implementation of the following operable wastewater infrastructure facilities, ensuring efficiency by using clean and new technologies. In this process, responsibility belongs to all stakeholders. The management process applied to wastewater constitutes an extra cost for industrial enterprises, so that the fulfillment of these obligations is followed by the laws. Wastewater values are determined by the state to identify and punish the institutions that do not comply with the legal limits. The polluter cannot escape any responsibility and must fulfill all responsibilities on it. For these reasons, minimizing waste generation is an issue for industrial firms. In the iron and steel industry, wastewater is not given directly to the sewage systems or receiving environments of the cities where they are located and wastewater

is treated. Determines the treatment methods to be applied according to the standards and follows a policy in accordance with the legislation.

Keywords: Waste water management, legislation, industrial waste water

## GİRİŞ

Türkiye, bulunduğu coğrafi ve iklim koşulları nedeniyle Ortadoğu ve Avrupa'daki en önemli sulak alanlara ev sahipliği yapar. Türkiye'de son 40 yıl içerisinde yaklaşık 1,3 milyon hektar sulak alan; kurutma, doldurma ve su sistemlerine müdahaleler nedeniyle ekolojik ve ekonomik özelliğini yitirmiştir. Türkiye'deki toplam sulak alanların 2,5 milyon hektar olduğu düşünüldüğünde, son 40 yılda sulak alanlarımızın yarısını kaybettiğimizi söyleyebiliriz. Ancak, mevcut koruma statülerine rağmen sulak alanlarımız; yeni tarım, yerleşim ve rekreasyon alanları açmak için kurutulmakta ya da zarar görmekte, aşırı tarımsal sulama ya da sulak alanları dikkate almadan tasarlanan su yönetim projeleri sebebiyle kurumakta, evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmekte ve doldurulmakta, üreme dönemlerinde ve yasaklanmış usullerle yapılan avcılık ve balıkçılık nedeniyle doğal yapısı ve dengesi bozulmaktadır. Tüm bu sorunların temelinde su kaynaklarına olan bakışımız, sektörel su kullanımlarımız ve su politikalarımız yatmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007). Su kaynaklarında koruma ve kullanma dengesi sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşır.

## GELİŞME

Her endüstriyel proses, doğal su sistemlerine zararlı olabilecek artıklar verir. Deşarj edilen suyun kalitesi ve miktarı, bu artıkların çevredeki zararları hakkında bir fikir verir, fakat hesaplanabilecek neticeler vermez. Bu nedenle atıksuların fabrika içinde kontrolü ve planlaması gerekmektedir. Geri kazanma, geri devir gibi alternatiflerin değerlendirilmesinden sonra geri kalan ve atılacak olan su miktarlarının ve kalitesinin belirlenmesi gereklidir. Fabrikada su korunumu temin edildikten sonra geri kalan atıkların arıtılması amacı ile atıksuların kalitesi belirlenmeli ve arıtma seçenekleri araştırılmalı ve değerlendirilmelidir. Her endüstri için kirlilik karakteristikleri farklı olacağından önerilecek arıtma yöntemleri de farklılık gösterecektir (Er,2016). Atıksu debisinin ve karakterizasyonu arıtma tesisi tasarımı ve işletimi için önemli adımdır.

Türkiye'de atıksu yönetimi çevresel mevzuatın bir parçasıdır. 09.08.1983 tarihinde kabul edilen 2872 sayılı 'Çevre Kanunu' bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Atıksu yönetiminde öncelik kirliliğin kaynağında önlenmesi ile başlar ve

bunu takip eden işletilebilir atıksu alt yapı tesislerinin hayata geçirilmesi, temiz ve yeni teknolojilerin kullanılarak verimlilik sağlanması ile devam eder. Bu süreçte sorumluluk tüm paydaşlara aittir. Mevzuatlarda belirtilen esaslara bağlı olarak arıtım uygulamaları izlenir ve belirtilen deşarj standartları sağlanarak alıcı ortam deşarjı gerçekleştirilir.

Demir çelik sanayisinde kurulan atıksu arıtma tesisinde arıtılacak suyun kimliği önemlidir. Hangi prostenen ne tür bir atıksu geleceği ve buna bağlı olarak nasıl bir arıtım uygulaması izleneceği belirlenir. Demir çelik sanayisinde ortaya çıkan atıksular kok fabrikası, yüksek fırın, haddehane proseslerinden gelen atık sulardır. Bu nedenle KOİ ve amonyak sorunu fazladır. Bu analizin yapılması kurulacak ve işletilecek atıksu arıtma tesisi açısından oldukça büyük önem taşır. Demir çelik sanayi atıksu arıtma tesislerinde sadece proses atık suları işlem görmektedir. Eysel nitelikte kullanılmış sular kentlerin kanalizasyon sistemine doğrudan verilmektedir.

### **Demir Çelik Sanayi Atıksu Arıtım Uygulamaları**

Ortaya çıkan atık suyun tufal “*Demir çelik fabrikalarında, çelik üretimi sırasında kütük çelik sıcak hadde işlemine tabi tutulur. Bu işlem sırasında çelik yüzeyinde oluşan demir oksit tabakasına tufal denir. Sıcaklığın etkisiyle bu tabaka pul şeklinde çelik yüzeyinden ayrılarak dökülür*” miktarı fazla olduğu için arıtım tesisinin ilk uygulaması ön çöktürme havuzudur. Ön çöktürme havuzunda uygun bekleme süresi sonrasında çöken katı maddelerin üzerinde kalan atıksu kaba ve ince ızgara sistemlerine ulaşır. Izgaralar yardımıyla tutulan katı maddelerden ayrılan atıksu buradan dengeleme havuzuna geçer. Dengeleme havuzunun amacı atıksu debisinde ve karakteristik özelliklerinde ki farklılıkların dengelenmesidir. Atıksu bileşiminin homojen hale gelmesi sağlanır. Dengelenmiş atıksu hızlı ve yavaş karıştırma ünitelerine geçer. Çökmemiş ve ızgaralarda tutulmamış yapıda ki askıda katı maddelerin yumaklaştırılması sağlanır. Bu işlem için atıksuya  $FeCl_3$  ve Anyonik Polielektrolit ilave edilir. Kimyasal madde ilavesi yumaklaşmanın oluşması için önemlidir. Laboratuvar ortamında eklenecek kimyasalların miktarı, bekletme süreleri, karıştırma süreleri yapılan Jar Testiyle belirlenir ve belirlenen uygun doz atıksuya uygulanır. Su yüzeyinde oluşan yumaklar yüzey sıyrıcılar yardımıyla su yüzeyinden sıyrılır. Atıksu daha sonra kimyasal çöktürme havuzunda beklemeye alınarak son çökeltim işlemi gerçekleşir. Bu ünite de su ve çöken çamur şeklinde atıksu iki bileşene ayrılmış olur. Kalan atıksu ayrı işlem görür çamur kısmı ayrı işlem görür. Atıksu bu işlemden sonra ileri arıtma tekniği olan filtrasyon ünitesine gelir. Filtrasyon ünitesinde aktif karbon ve ince kum filtrelerinden geçen atıksu aktif karbon sayesinde berraklık kazanır. İnce kum filtresi sayesinde ise yağını bırakır. Filtrasyon işleminden çıkan

atıksu, Kompozit Numune Alma Cihazı ve Sürekli Atıksu İzleme İstasyonu'nun kurulu olduğu arıtılmış su havuzuna gelir. Bu cihaz ile deşarj öncesi suyun değerleri Atık Su İzleme Sistemi ile Bakanlığın [www.suizleme.gov.tr](http://www.suizleme.gov.tr) adresine anlık veri gönderilir. Deşarj standartları sağlanan atıksu deşarj noktasından alıcı ortama verilir. Çamur kısım çamur yoğunlaştırma tankına alınır. Çamur yoğun kıvama gelir ve çamur susuzlaştırma ünitesine alınır. Çamur susuzlaştırma ünitesinde (Dekantör) Katyonik Polielektrolit ilave edilen çamurun susuz katı çamur olması sağlanır. Çıkan çamur sanayi kuruluşunun sağladığı geçici depo sahasında depolanır ve daha sonrasında lisanslı bertaraf tesislerine gönderilir.

## SONUÇ

Ülkemizde atıksu yönetimi, mevzuatlar çerçevesinde sürekli gelişen ve yenilenen bir yapıdadır. Ulusal standartların ülkenin yer altı ve yer üstü su kaynaklarını korumaya ve en verimli şekilde kullanılması ile birlikte sürdürülebilir kalkınmayı amaçladığı görülmektedir. Bu standartlar hukuki ve gerekli teknik esasları belirler. Atıksu arıtma tesisleri arıtılacak atıksuyu standartlarda belirtilen sınır değerlere uyacak formatta arıtmak ile zorunludur. Her bir kirlilik parametresinin standartlarda aşılması gereken sınır değeri vardır. Atıksulardan numune alınması 'Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği'ne göre yapılır. Bu tebliğe uygun olarak alınan su numuneleri analizlere tabii tutulur. Demir çelik sanayii atıksuları 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' kapsamında Tablo 1: Metal Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları'na tabiidir.

**Tablo 1:** Metal Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları  
Sektör: Metal Sanayii (Demir-Çelik Üretimi) (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

Parametre	Birim	Anlık numune	Kompozit numune 2 saatlik
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	Mg/l	-	100
Yağ gres	Mg/l	-	20
Çökebilir katı madde	Mg/l	0,5	-
Kurşun	Mg/l	-	0,5
Demir	Mg/l	-	20
Çinko	Mg/l	-	4
pH	-	6-9	6-9



Deşarj standartları verilen parametreler için sınır değer aşıldığı takdirde Sürekli Atıksu İzleme İstasyonu sayesinde anlık veri aktarımı yapıldığından bakanlık bu bilgiyi aldığı anda harekete geçer. Kuruluşun bağlı olduğu Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü tesise gelerek iki adet numune alır. Numunelerin birini kendisi analiz için götürürken diğerine tesise şahit numune olarak bırakır. Bu numuneler bakanlık tarafından akredite olmuş laboratuvarlar tarafından analiz edilir. Sınır değerlerde aşılma var ise tesise bir cezai yaptırım uygulanır. Sürekli Atıksu İzleme Sisteminin zorunlu hale gelmesinin nedeni, bu sınır değer aşılmalarının önüne geçmek ve izinsiz deşarjları önlemektir. Yapılan araştırma sonucunda bu takip sistemi sayesinde, anlık veri aktarımı ile verilerin sürekli ulaşılabilir olması arıtım kalitesinin her zaman en üst seviyede olmasının sağlanacağı görülmüştür.

Bu çalışma neticesinde elde edilen bulgulara göre; hukuki ve cezai yaptırımın yasal mevzuatlara dayanır olması çevre kalitesini en üst düzeyde tutar. Çevresel düzenlemeler kuruluşlara ek maliyet oluşturduğundan kendi politikasında maliyete girmeyi tercih etmeyebilir. Ancak yasalar çerçevesinde zorunlu olan her bir kriteri yerine getirmekle yükümlü olur. Bu nedenle ülkelerin 'Atıksu Yönetim Politikası' oluşabilecek zararların önüne geçilmesine yardımcı olur. Önce sanayileşim sonra çevreyi koruyalım politikası hiçbir zaman hiçbir ülkede doğru olmayacaktır. Sanayileşme sürecinde çevre yönetiminin doğru ve etkin olması hem gelişen ülkeler için hem de Dünya için daha doğru olacaktır.

### **Kaynakça**

Çevre ve Orman Bakanlığı. 2007. Sulakalan Yönetim Planlanması Rehberi, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü İle Kuş Araştırma Derneği, Ankara.

Er, M.B. 2016. Metal Sanayi Atıksularının Arıtımı Ve Bu Atıksuların Çevre Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 10.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, <http://www.mevzuat.gov.tr>. Erişim Tarihi: 24.04.2019

Şener, G. , Olhan, E. 2016. Atıksu Arıtma Tesislerinin Kırsal Alan Üzerindeki Çevresel Sosyal ve Ekonomik Etkileri, Tarım Ekonomisi Dergisi, Ankara.

Bahadır, E.B. , Pagano, S. 2013. Türkiye’de Endüstriyel Atıksularda Toksikite İzleme Yönteminin Atıksu Parametreleri İle İstatistiksel İlişkilendirilmesi, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 2, Niğde.

Karadağ, A.A. 2007. Türkiye’deki Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Tmmob 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara.

## DİYARBAKIR İLİ BAĞ ALANLARINDAKİ ÖRÜMCEK (ARANEAE) TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kaplan

Siirt Üniversitesi

### ÖZET

Üzüm, içerdiği şeker nedeniyle kalori değeri yüksek olması yanı sıra mineral maddelerden kalsiyum, potasyum, sodyum ve demir yönünden insan beslenmesinde büyük bir öneme sahip yaş ve kuru olarak tüketilen bir meyve türüdür. İklim ve toprak yönünden fazla seçici olmaması ve alternatif değerlendirme olanaklarına sahip olması nedeniyle üzüm dünyada ve Türkiye’de yaygın kültür bitkilerinden biridir. Ülkemiz üzüm üretiminde ve ihracatında dünyada önemli paya sahiptir. Üretilen üzümün büyük bir çoğunluğu sofralık ve kurutmalık; bir kısmı da şaraplık olarak değerlendirilmektedir. Bağ alanlarında verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen bitki koruma yönünden birçok zararlı böcek bulunmaktadır. Bu mevcut ekosistemde zararlı böceklerle beslenen ve doğal dengenin korunmasında rol oynayan birçok faydalı organizmalardan biride örümceklerdir. Bağ alanlarında zararlı böceklerle mücadelede önemli bir yere sahip predatör gruplarından biri olan örümcek türlerinin ve yoğunluğunun belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışma Güneydoğu Anadolu bölgesinde önemli bir bağcılık kültürüne ve üretimine sahip Diyarbakır ili bağ alanlarında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülmüştür. Örneklemeler kimyasal girdilerin (pestisit, gübre vs.) uygulanmadığı her biri en az 30–40 adet omca' ya sahip olan bağlarda ve bağın fenolojisine bağlı üç haftada bir yapılmıştır. Sürvey yapılan bağlarda bitki organları üzerinde bulunan örümceklerin toplanmasında D-vac, Atrap ve Japon şemsiyesi kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda Araneae (Arachnida) takımına bağlı 9 familya'ya ait 18 adet örümcek türü tespit edilmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü bağ alanlarında tespit edilen bu türlerden *Trichoncus hackmani* Millidge, *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille), *Aelurillus* sp. *Evarcha falcata* Clerck, *Salticus scenicus* Clerck, *Thyene imperialis* Rossi, *Thomisus onustus* Walckenaer ve *Uloborus walckenaerius* Latreille'nin oluşturdukları yayılış ve populasyon yoğunluğu yönünden önemli örümcek türlerindedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bağ (*Vitis vinifera* L.), Örümcek (Araneae), Diyarbakır

## GİRİŞ

İnsan beslenmesinde büyük bir öneme sahip olan üzüm, yaş ve kuru olarak tüketilen bir meyve türüdür. Ayrıca ülkemiz ekonomisi için önemli bir ihraç ürünüdür. Dünyada bağ alanları büyüklük sıralamasında İspanya ilk sırada yer almakta, bunu; İtalya, Fransa ve Türkiye takip etmektedir. Üzüm üretiminde ise İtalya, Çin, ABD, Fransa ve İspanya'dan sonra Türkiye 6. sıradadır (Anonymous, 2013).

Türkiye'de Bağ alanı 4.170.410 dekar olup, üretim miktarı ise 3.933.000 tondur. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Diyarbakır İli bağcılık açısından önemli bir yere sahip olup, 178.359 dekada 109.938 ton üzüm üretimi yapılmıştır. Üzümler genellikle sofralık, kurutmalık ve şaraplık olarak değerlendirilmektedir (Anonim 2018).

Türkiye bağlarında verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen birçok hastalık etmeni, akar ve zararlı böcek türü bulunmaktadır. Zararlı böcek yönünden bağlarda, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Tortricidae) (Salkım güvesi) ana zararlı olup, *Klapperichicen viridissima* (Walker) (Homoptera: Cicadidae) (Asma ağustosböceği), *Viteus vitifolii* (Fitch.) (Homoptera: Phylloxeridae) (Bağ flokserası), *Eriophyes vitis* (Pgst.) (Acarina: Eriophyidae) (Bağ yaprakuyuzu), *Arboridia adanae* (Dlabola, 1957) (Homoptera: Cicadellidae) (Bağ üvezi), bazı Thrips (Thysanoptera) türleri ve *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) ikinci derecede öneme sahip zararlılardır. Bu zararlılar zaman zaman ekonomik zarar eşiğinin üzerine çıkarak önemli zararlara neden olmaktadır (Anonymous, 2004). Bu zararlı türlerin doğal düşmanı olarak belirlenmiş bir çok sayıda predatör ve parazitoit türü bulunmaktadır.

Tarım ekosistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan örümcekler karnivor olup, predatör olarak buldukları alanlardaki zararlı böceklerle beslenerek doğal dengenin korunmasında çok önemli bir role sahiptirler (Turnbull, 1973; Nyffeler et al., 1988; Bayram, 1999; Samu, 2003; Ghavami et al., 2007).

Diyarbakır ili bağ alanlarında verim ve kaliteyi olumsuz etkileyerek zarar yapan birçok zararlı böcek bulunmaktadır. Bu zararlılarla mücadelede herhangi bir kimyasal mücadele yapılmadan doğal dengenin korunması için bağ alanlarında önemli predatör gruplardan biri olan örümceklerin türlerini ve yoğunluklarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla 2013 ve 2014 yıllarında bağ alanlarında survey çalışmaları yürütülmüştür.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Diyarbakır İli bağ alanları ve alanlarda bulunan örümcek türleri, japon şemsiyesi, D-vac, atrap ve çeşitli laboratuvar malzemeleri oluşturmaktadır.

Sürvey çalışmalarında örnekleme kimyasal girdilerin (pestisit, gübre vs.) uygulanmadığı her biri en az 30–40 adet omca' ya sahip olan bağlarda ve bağın fenolojisine bağlı üç haftada bir yapılmıştır. Sürvey yapılan bağlarda bitki organları üzerinde bulunan örümceklerin toplanmasında D-vac, Atrap ve Japon şemsiyesi kullanılmıştır.

Bağ alanlarında toplanan örümcekler örnekleri % 70'lik alkole alınarak teşhise hazır hale getirmek için laboratuvara getirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen örümceklerin (Araneae) teşhisleri Doç. Dr. Tarık DANIŞMAN (Kırıkkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırıkkale) tarafından yapılmıştır.

## GELİŞME

Diyarbakır İli bağ alanlarında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülen çalışmalar sonucunda, Araneidae (1), Eutichuridae (2), Linyphiidae (1) Oxyopidae (2), Philodromidae (2), Salticidae (4), Theridiidae (3), Thomisidae (2) ve Uloboridae (1) familyalarına bağlı 18 tür belirlenmiştir (Çizelge 1).

Bağ alanlarda tespit edilen örümceklerin familyaların yoğunluğu yönünden Salticidae (% 25), Oxyopidae (% 20), Linyphiidae (%14), Thomisidae (% 11), Theridiidae (% 9), Philodromidae (% 7), Uloboridae (% 6), Araneidae (% 5) ve Eutichuridae (% 2) oranında belirlenmiştir.

Bağ alanlarında yürütülen çalışmalar sonucunda tespit edilen bu türlerden *Trichoncus hackmani* Millidge, *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille), *Aelurillus* sp. *Evarcha falcata* Clerck, *Salticus scenicus* Clerck, *Thyene imperialis* Rossi, *Thomisus onustus* ve *Uloborus walckenaerius* Latreille'nin oluşturdukları yayılış ve populasyon yoğunluğu yönünden en önemli olanlardandır.

Nitekim bu çalışmanın sonucuna paralel olarak Dünyada ve Türkiye'de gerek bağ alanlarında gerekse çeşitli tarımsal üretim alanlarında önce ki yıllarda yapılan bazı çalışmalarda benzer predatör örümcek türleri belirlenmiştir. Bunlardan bazıları; Kaplan ve Bayhan (2016), Mardin ili bağ alanlarında yürüttükleri bir çalışmada Araneae (Arachnida) takımına bağlı 10 familya'ya ait 24 adet örümcek türü tespit etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada belirlenen familyalardan Salticidae (% 22), Oxyopidae (% 18), Thomisidae (% 15), Theridiidae (% 12), Linyphiidae (% 12), Araneidae (% 8), Philodromidae (% 6), Eutichuridae (% 3), Uloboridae (% 3) ve Gnaphosidae (%1), ait türlerin yaygınlık ve yoğunluk yönünden önemli olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmayla benzer olarak Semerci ve ark. (2014), İzmir



ve Manisa illeri bağ alanlarında yürüttükleri çalışmada Areneae takımından 2630 adet birey topladıklarını, birey sayısı bakımından yoğunluklarına göre sırasıyla Oxyopidae (715 birey), Salticidae (654 birey), Philodromidae (291 birey), Thomisidae (264 birey), Araneidae (196 birey), Theridiidae (144 adet) ve Miturgidae (135 birey) familyalarını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Özgen (2008) ile Özgen ve Karsavuran (2010), Mardin, Diyarbakır ve Elazığ illerindeki bağ alanlarında yaptıkları bir çalışmada, Salticidae (Araneae) familyasına ait *Thyene imperalis* (Rossi) 1 tür, *Plexippus paykulli* (Audouin) 1 tür ve Thomisidae (Araneae) familyasına ait *Monases israeliensis* (Levy) 1 tür olmak üzere toplam 3 örümcek türü belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra Göven ve ark. (2002) tarafından Ege Bölgesi bağ alanlarında en yaygın predatör grubunu oluşturan örümceklerin faunasını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda Salticidae (7), Linyphiidae (2), Philodromidae(1), Oxyopidae (2), Thomisidae (1), Theridiidae (1) ve Uloboridae (1) familyalarına bağlı 15 tür belirlenmiştir. Bağ alanlarında en yaygın bulunan familyalar Oxyopidae (% 23), Linyphiidae (% 23), Salticidae (%21), Thomisidae (% 13), Theridiidae (% 7) ve Philodromidae (% 7) olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Yurt dışında yapılan bir çalışmada ise ABD'de San Joakin vadisi bağ alanlarında 14 familyaya bağlı 27 tür belirlendiği; *Oxyopes* spp.'nin en yaygın bulunan grupta yer aldığını bildirmişlerdir (Costello & Daane, 1995). Bunun yanı sıra Luczak tarafından 1975 ve 1979 yıllarında yapılan çalışmanın sonuçlarına atıfta bulunan Bayram (1999), bodur örümceklerin (Linyphiidae) besinlerinin % 60'ını Symphypleona alt takımı üyeleri (Collembola), % 12' sini Arthropleona alt takımı üyeleri (Collembola), % 12' sini afidler (Aphididae, Homoptera) geriye kalan % 16' sını ise thripsler (Thysanoptera), Hymenoptera, Heteroptera, Coleoptera larvaları, örümcekler ve akarlar oluşturduğunu bildirmiştir. Bayram ve Varol (2001) tarafından Van İlinde 1994 yılında şubat-temmuz aylarında korunga, buğday ve yonca arasında kalan bir otlak alanında çukur tuzaklarla yapılan bir çalışmada en çok yakalanan örümcek türlerinin *Zelotes* (% 17.8) ve *Pardosa* (% 17.4) cinslerine ait olduğunu, bunların yaprakbiti ve thrips gibi zararlı böceklerle beslenmesinin bu türlerin önemini artırdığını bildirmişlerdir. Costello ve Daane (1998), Kaliforniya'daki bağlarda örümcek ve predatör böcek türlerini belirlemişler, bu çalışmada elde edilen predatörlerin % 98,1' inin örümceklerden oluştuğunu, bunlardan *Theridion dilutum* (Levi) ve *T. melanurum* (Hahn) (Araneae: Theridiidae)'u en yaygın bulunan türler olarak tespit etmişlerdir. Bunun dışında *Cheiracanthium inclusum* (Hentz) (Araneae: Eutichuridae) ve *Hololena nedra* (Chamberlin & Ivie) (Aranea: Agelenidae) türlerini de belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar bağ alanlarında örümceklerin baskın olmasının nedeninin, örümceklerin diğer predatör böceklerle göre daha sabit durumda olmalarından

kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bir çalışmada ise Bolu ve ark. (2008), Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki Badem (*Amygdalus* sp.) alanlarındaki örümcek faunasını belirlemek için yaptıkları bir çalışmada 9 familya bağlı 16 cinse ait toplam 21 tür kayıt ettiklerini bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Diyarbakır ili bağ alanlarında 2016-2017 yıllarında saptanan örümcek türleri

TAKIM	FAMİLYA	TÜR
ARANEAE (Arachnida)	Araneidae	<i>Lipocrea</i> sp.
	Eutichuridae	<i>Cheiracanthium punctorium</i> (Villers)
		<i>Trichoncus hackmani</i> Millidge
	Oxyopidae	<i>Oxyopes lineatus</i> (Latreille)
		<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille)
	Linyphiidae	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider)
	Philodromidae	<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer)
		<i>Philodromus fallax</i> (Sundevall)
	Salticidae	<i>Aelurillus</i> sp.
		<i>Evarcha falcata</i> (Clerck)
		<i>Salticus scenicus</i> (Clerck)
		<i>Thyene imperialis</i> (Rossi)
	Theridiidae	<i>Steatoda grossa</i> (C.L.Koch)
		<i>Theridion</i> sp.
	<i>Tmarus piger</i> (Walckenaer)	
Thomisidae	<i>Thomisus onustus</i> (Walckenaer)	
	<i>Xysticus</i> sp.	
	Uloboridae	<i>Uloborus walckenaerius</i> (Latreille)

## SONUÇ

Geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan üzüm ülkemiz ekonomisi ve insan beslenmesi bakımından önemli bir kültür bitkisidir. Bu kadar stratejik bir öneme sahip ürüne doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz yönde etkide bulunan bir çok zararlı, hastalık ve yabancıot bulunmaktadır. Bunlar ürünün azalması yanında bağların kurumasına da sebep olmaktadır. Bu amaçla hastalık, zararlı ve yabancıotlar ile mücadele ekonomik ve ekolojik bir çerçevede yapılması gerekir. Bu mevcut ekosistemde zararlı böceklerle beslenen ve doğal dengenin korunmasında rol oynayan birçok faydalı organizmalardan biride örümceklerdir.

Bu çalışma sonucunda Araneae (Arachnida) takımına bağlı 9 familya'ya ait 18 adet örümcek türü tespit edilmiştir. Nitekim Diyarbakır İlinde sürvey yapılan bağ alanlarında çok sayıda örümcek türünün bulunması biyoçeşitlilik açısından önemli bir doğa

zenginliğidir. Çalışmaların yürütüldüğü bağ alanlarında tespit edilen bu türlerden *Trichoncus hackmani* Millidge, *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille), *Aelurillus* sp. *Evarcha falcata* Clerck, *Salticus scenicus* Clerck, *Thyene imperialis* Rossi, *Thomisus onustus* ve *Uloborus walckenaerius* Latreille'nin oluşturdukları yayılış ve popülasyon yoğunluğu yönünden önemli olanlardır. Bu türler bağlarda ana zararlı olan Salkım güvesinin yanı sıra Bağ üvezinin önemli predatörlerindedir.

Sonuç olarak bağ üretim alanlarında doğal düşmanların korunması, barınması, beslenmesi, kimyasal ilaçlardan uzak durulması koşulu ile zararlılarla mücadelede doğal düşmanların alternatif mücadele olarak kolaylıkla önerilebileceğini, tamamlayıcı metotlarla, Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) çerçevesinde daha da verimli ve etkili olabileceği düşünülmektedir.

### KAYNAKÇA

- Anonim, 2013. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
- Anonim, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim Tarihi:15.04.2019
- Bayram, A., 1999. Tarımsal ekosistemlerde örümcekler. Ekoloji Çevre Dergisi, 8-32: 3-6.
- Bayram, A. & M.İ. Varol, 2001. Çukur tuzaklar ile zemin örümceklerinde (Araneae) mevsimsel aktivitenin tespiti. Ekoloji Çevre Dergisi,10-38: 3-8.
- Bolu, H., İ. Özgen & A. Bayram, 2008. Spider fauna of almond orchards in Eastern and Southeastern Anatolia. Turkish Journal of Zoology, 32: 263-270.
- Costello, M.J. & K.M. Daane, 1995. Spider (Araneae) species composition and seasonal abundance in San Joaquin Valley grape vineyards. Environmental-Entomology, 24(4): 823-831.
- Costello, M.J. & K.M. Daane, 1998. Influence of ground cover on spider populations in a table grapevineyard. Ecological Entomology, 23(1): 33-40.
- Ghavami, S., M. Taghizadeh., G. Amin & Z. Karimian, 2007. Spider (Order:Araneae) fauna of cotton fields in Iran. Journal of Applied Biological Sciences, 1(2): 7-11.
- Göven, M.A., A. Bayram & B. Güven, 2002. Ege Bölgesi bağ alanlarındaki örümcek (araneae) faunası üzerinde araştırmalar. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, Erzurum. 313s.

Kaplan, M., ve Bayhan, E., 2016. Mardin İli bağ alanlarındaki örümcek türlerinin belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Bülteni, 2016, 6(3): 255-259s.

Luczak, J., 1975. Studies on the crop-field ecosystem. Part 1. 10, Spider communities of the crop fields. Polish Ecological Studies, 1: 93-110

Luczak, J., 1979. Spiders in agrocoenoses. Polish Ecological Studies, 5: 151-200.

Nyffeler, M., D.A. Dean & W.L. Sterling, 1988. Prey records of the web-building spiders *Dictyna segregata* (Dictynidae), *Theridion australe* (Theridiidae), *Tidarrenhae morrhoidale* (Theridiidae) and *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae) in a cotton agroecosystem. The South Western Naturalist, 33(2): 215-218.

Samu, F., 2003. Can field-scale habitat diversification enhance the biocontrol potential of spiders. Pest Management Science, 59(4): 437-442.

Özgen, İ., 2008. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin il'leri Bağ Alanlarında Bulunan Cicadellidae (Homoptera) Familyasına Türleri, Yayılış Alanları, Önemlilerin Popülasyon Değişimleri ve Savaş Yöntemlerinin İyileştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi, 78s.

Özgen, İ. & Y. Karsavuran, 2010. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri bağ alanlarında bulunan cicadellidae'lerin predatör ve parazitöitleri ile yayılış alanları. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(2): 129-138.

Özsemerci, F., Altındışli, F.Ö., Koçlu, T., ve Karsavuran, Y., 2014. İzmir ve Manisa Bağlarında Saptanan Areneae Türleri. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya.

Turnbull, A.L., 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). Annual Review of Entomology, 18: 305-348p.

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



## KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİNİN ÖNCESİ VE SONRASINDA ULAŞIM AĞINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

**Doç. Dr Halit Özen**  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Cafer Yazıcıoğlu**  
Yıldız Teknik Üniversitesi

### ÖZET

Ülkemiz kentsel dönüşüm projeleriyle deprem riskine karşı tedbirler almak, eskiyen kent kısımlarını yeniden inşa etmek için politikalar yapmaya devam etmektedir. Ülkemizde kentsel dönüşüm ihtiyacı 1999 depremleriyle daha da ön plana çıkmıştır. 2012 senesinde çıkarılan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Yapıların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ile deprem riskine karşı tedbirler almak için riskli alanların hızla dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye’de büyük çapta yapılan kentsel dönüşüm projeleri olan Kuzey Ankara Girişi, Altındağ, Mamak ve Fikirtepe örnekleri üzerinden kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası ulaşım ağındaki değişimler incelenmektedir. Bunun için Google Earth uydu görüntülerinden kentsel dönüşümün başlamadan önceki görüntülerinden projelerin bitişine kadar geçen süreçler gözlenmiştir. Uydu görüntülerine bakarak kentsel dönüşüm projelerinin altyapı uygulamalarında ki farklılıklardan bahsedilmiştir. Ayrıca görüntülerden kentsel dönüşüm için ne gibi altyapı sistemleri yapıldığı, yapıldıysa erişim yollarının ve yol genişliklerinin araziye uygun şekilde yapılıp yapılmadığı araştırılmıştır. Erişim yollarına uydu görüntüleri üzerinden işaretlemeler yapılarak gösterilmiştir. Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamaları iki farklı şekilde yapılmaktadır. Bu iki uygulama mütaahhit ve hak sahipleri arasında yapılan anlaşma ile TOKİ tarafından yürütülen kentsel dönüşüm uygulamalarıdır. Fikirtepe kentsel dönüşüm projesinin diğer projelerden farkı TOKİ tarafından yürütülmemesidir. Fikirtepe kentsel dönüşüm projesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, dönüşümün yasal sürecini açtıktan sonra, hak sahipleri ile müteahhitler anlaşarak uygulanmaya başlanmıştır. Kuzey Ankara Girişi Protokol Yolu, Altındağ ve Mamak Kentsel Dönüşüm Projeleri ise TOKİ işbirliği ile yapılmıştır. Bu çalışmada iki farklı proje sürecinin ulaşım altyapısı bakımında nasıl ilerlediği anlatılmaktadır. Bu iki sürecin Google Earth üzerinden yıllara göre ulaşım ağındaki değişimleri incelenerek hangi sürecin daha sağlıklı olduğuna yönelik değerlendirmeler

yapılmıştır. TOKİ'nin üstlendiği kentsel dönüşüm projelerinin önemli avantajlar sağladığını göstermiştir.

**Anahtar sözcükler:** Kentsel dönüşüm, ulaşım ağı, TOKİ

## 1 GİRİŞ

Yıllardır ülkemizde çok yoğun şekilde kentsel dönüşüm projeleri yapılmaktadır. Bu yapılan projeler riskli binalarda ve riskli alanlarda olmak üzere iki farklı şekilde ilerlemektedir. Riskli binalarda yapılan kentsel dönüşüm için öncelikle binadaki kanuni temsilcilerden biri riskli yapı tespit kuruluşuna başvurarak süreci başlatmaktadır. İncelemeler sonucu dönüşüm kararı verilen binadaki tapu sahipleri bir inşaat şirketiyle sözleşme imzalamaktadır (Tmmob, 2016). Bu kısım sadece bina arsası üzerinde bir dönüşüm olduğundan ulaşım sistemleri ile ilgili herhangi bir değişim söz konusu olmamaktadır. Sadece belediyenin o bölge için yaptığı imar planlarına göre yol güzergahları hazırlanmaktadır. Fakat riskli alanlarda yapılan kentsel dönüşümler belediye, il özel idare ve TOKİ tarafından yenilenmektedir. Kentsel dönüşüm sürecinin ön süreçlerinden biri olan projelendirme aşamasında imar planları da değiştirilmektedir. İmar planlarının değiştirilmesi ulaşım ağını da değiştirmektedir.

## 2 KENTSEL DÖNÜŞÜM KANUNLARI VE ULAŞTIRMA

Ülkemizde kentsel dönüşüm kavramı ilk olarak 2005 senesinde yürürlüğe giren 5393 sayılı kanunun 73. maddesinde yer verilmiştir. Bu maddeye göre, kentsel dönüşüm projeleriyle deprem riskine karşı tedbirler almak, eskiyen kent kısımlarının yeniden inşası ve restorasyonu için belediyelere yetki verilmiştir (Resmi Gazete, 2005). Fakat teknik ve finansman olarak büyük projelerin meselesi ciddi bir sorun olmuştur. Bunun için merkezi bir sistem dairesi tarafından koordine edilmesi gerektiği düşünülmüş ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı kapatılarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı kurulmuştur. İlk iş olarak 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun yürürlüğe konularak belediyelerin riskli alan ve riskli binaların tasfiyesi için organizasyon, teknik ve finansman konularında gereken hızda ilerleyebilmeleri amaçlanmıştır. Belediye; il özel idareleri, malikler ve TOKİ tarafından riskli alanda kentsel dönüşüm yapılması için Çevre ve Şehircilik Bakanlığına başvurulur ve uygun görülmesi halinde Bakanlar kurulunca ilan edilir. İmar planları belediye, il özel idareleri ve TOKİ tarafından yenilenmektedir (Doğanay, 2016). İmar planlarının

değiştirilmesi ulaşım sistemlerinin de değiştirilmesi anlamına gelmektedir. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'da ulaşım sistemleri ile alakalı herhangi bir kanun maddesi bulunmamaktadır. Hak sahibi ile müteahhittin anlaşmasıyla yapılan kentsel dönüşümde belediye imar planlarına göre yol altyapısını sağlamaktadır. Etaplar halinde yapılan kentsel dönüşüm projelerinde alan içerisindeki imar planları değiştirildiğinden dönüşüm anında ulaşım ağında değişiklikler yapılabilmektedir.

### 3 ÜLKEMİZDE BAZI KENTSEL DÖNÜŞÜM ALANLARI ÖNCESİ VE SONRASI ULAŞIM AĞI

Bu başlıkta Ankara-Altındağ, Mamak ve Kuzey Ankara Giriş Protokol yolu ile İstanbul Fikirtepe kentsel dönüşüm alanlarına ilişkin hava fotoğrafları kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası incelenmektedir.

#### 3.1 Ankara-Altındağ Örneği

Altındağ, Mamak ilçesinden sonra en fazla kentsel dönüşüm uygulamalarının yapıldığı yerdir. Mahalledeki gecekondularda daha çok serbest meslek sahipleri yaşarken kentsel dönüşüm sonrası memurlar yerleşmiştir. Şekil 3.2'de Altındağ kentsel dönüşüm projesinin planı gösterilmektedir. Aşağıda Altındağ ilçesinde Gültepe Mahallesi'nde yapılan ulaşım ağındaki değişiklikler açıklanmaktadır.

Öncelikle 2014 yılında Gültepe mahallesinin Turgut Özal mahallesine erişimi için kavşak yapıldığı görülmektedir. Dönüşüm öncesi çift yönlü tek yol varken 2018 yılında bölünmüş yol yapılmıştır. Ayrıca Gültepe caddesine kolay erişim amacıyla sadece dönüşüm alanındakilerin kullanabileceği paralel bir yol yapılmıştır. Alan içindeki hem ana yollar hem de iç yollar tamamen kaldırılıp yerine daha geniş yollar yapılmıştır. Bu sayede ilerleyen süreçte kentsel dönüşümün getirdiği nüfus artışı ve soylulaşmayla artacak olan araç trafiğine çözüm üretildiği görülmektedir. Şekil 3.1'de kentsel dönüşüm alanına ait kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası için farklı yıllara ait hava fotoğrafları verilmiştir.





2006 - Kentsel dönüşüm öncesi



2007- Gecekondu yıkımına başlandı



2009- Konut yapımına başlandı



2011- Konut yapımı ve iç yollar tamamlandı.



2012- Gecekondu yıkımı etap halinde devam etmektedir



2013-Konut yapımı tamamlandı



2015-İç yollar ve T.Özal bulvarına erişim için kırmızı işaretli yere kavşak yapıldı



2017-Gültepe caddesinde bölünmüş yol yapımına başlandı





2018-Kavşak, bölünmüş yol ve proje içinde caddeye paralel yapılan yol tamamlandı

Şekil 3.1 Ankara-Altındağ Proje Alanı Farklı Yıllara Ait Hava Fotoğrafları (Google Earth)



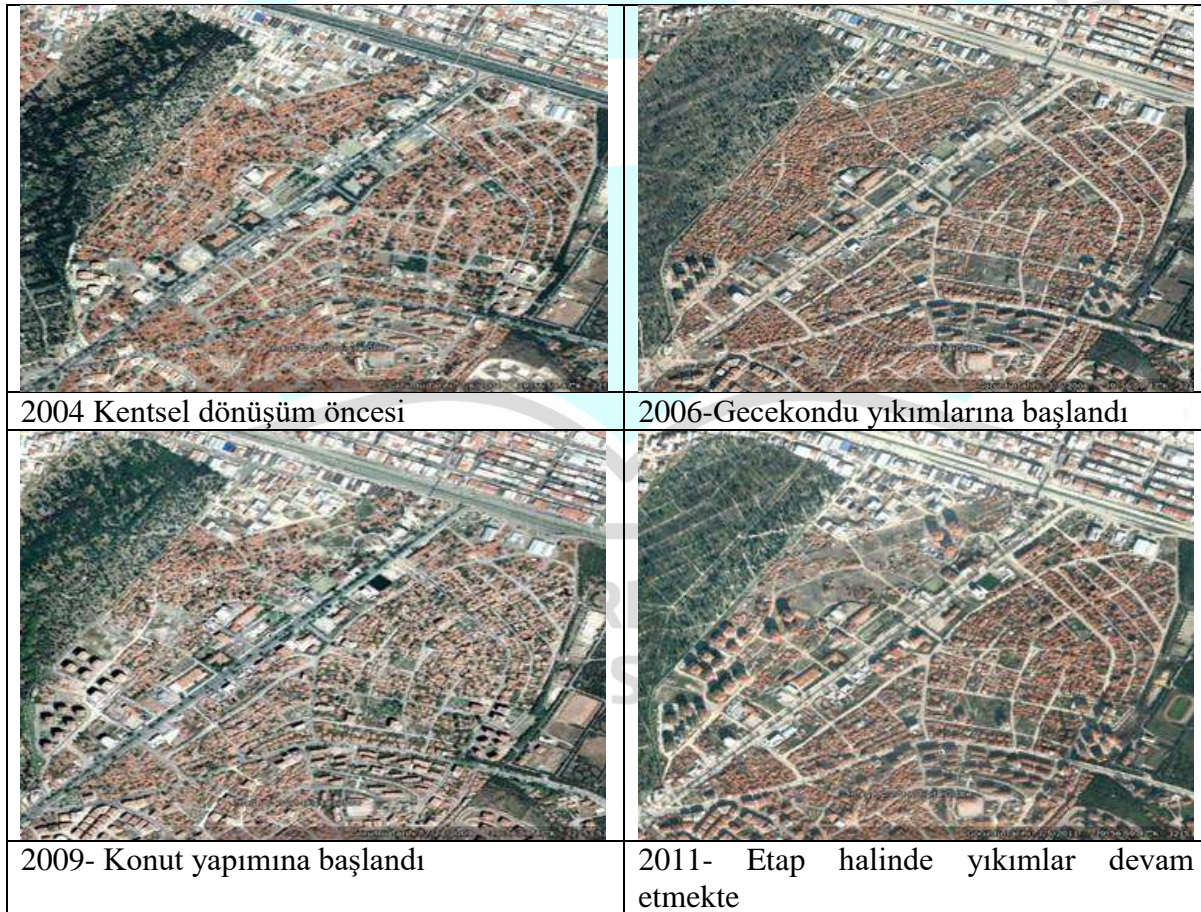
Şekil 3.2 Altındağ İlçesi Kentsel Dönüşüm Planı ( Açıkgoz, 2014)

### 3.2 Ankara-Mamak Örneği

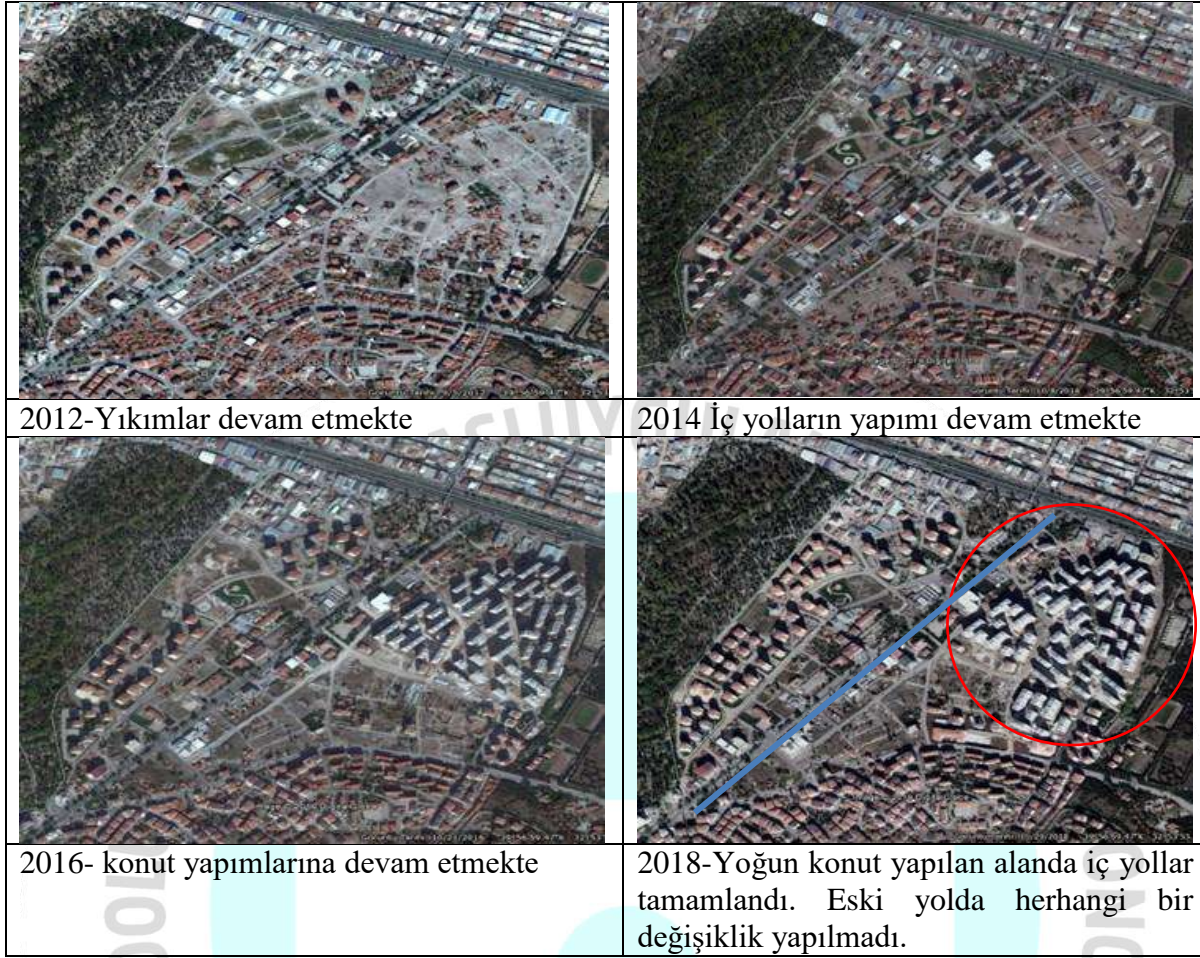
Ankara'da Mamak denince akla gecekondular, cezaevi ve çöplüğü gelmekte iken yapılan kentsel dönüşüm projeleri ile daha farklı bir ilçeye dönüşmüştür. Mamak'ta dünyanın en büyük kentsel dönüşüm projesi olarak lanse edilen Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Projesi ile etaplar halinde yıkımlar devam etmektedir. Yeni Mamak projesi 7 milyon metrekareyi kaplayan ve içinde 14 mahalle olan bir alanda uygulanmaktadır. 11 etaptan oluşan Yeni Mamak projesinde 13 bin 400 gecekondular yıkılıp yerine 50 bin konut ve çeşitli sosyal donatılar yapılmaktadır



(<http://www.mamak.bel.tr>). Bu proje içerisinde bulunan Altınevler Mahallesi ve Gülseren, Anayurt Mahallelerinde yapılan kentsel dönüşüm alanları incelenmiştir. Altınevler Mahallesi, Cebeci Asri Mezarlığının sağında, Plevne caddesinin ise solunda yer almaktadır. Gülseren-Anayurt Mahalleri içerisinde bulunan dönüşüm bölgesi Plevne caddesinin sağında yer almaktadır. Altınevler mahallesinde yapılan kentsel dönüşüm alanında yollar geniş yapıp siteler arasında kavşak yapılmıştır. Ana yola 5 ayrı noktadan erişim sağlanmaktadır. Dönüşüm öncesi ve sonrasında Turgut Özal bulvarına çıkmak için bölünmüş yol olarak kullanılan Plevne Caddesinde bir değişiklik yapılmamıştır. Gülseren mahallesinde yapılan kentsel dönüşümde bina yoğunluğu çok fazladır. Ayrıca yol altyapısı gerekenden az yapıldığı görülmektedir. Plevne caddesine ulaşmak için 4 ayrı noktadan erişim yapılabilmektedir. Bulvara erişiminin bir sorun olmayacağı fakat proje alanı içerisinde bina yoğunluğu fazla olduğundan araç trafiği oluşacağı öngörülmektedir. Şekil 3.3’de kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası için hava fotoğrafları verilmiştir.







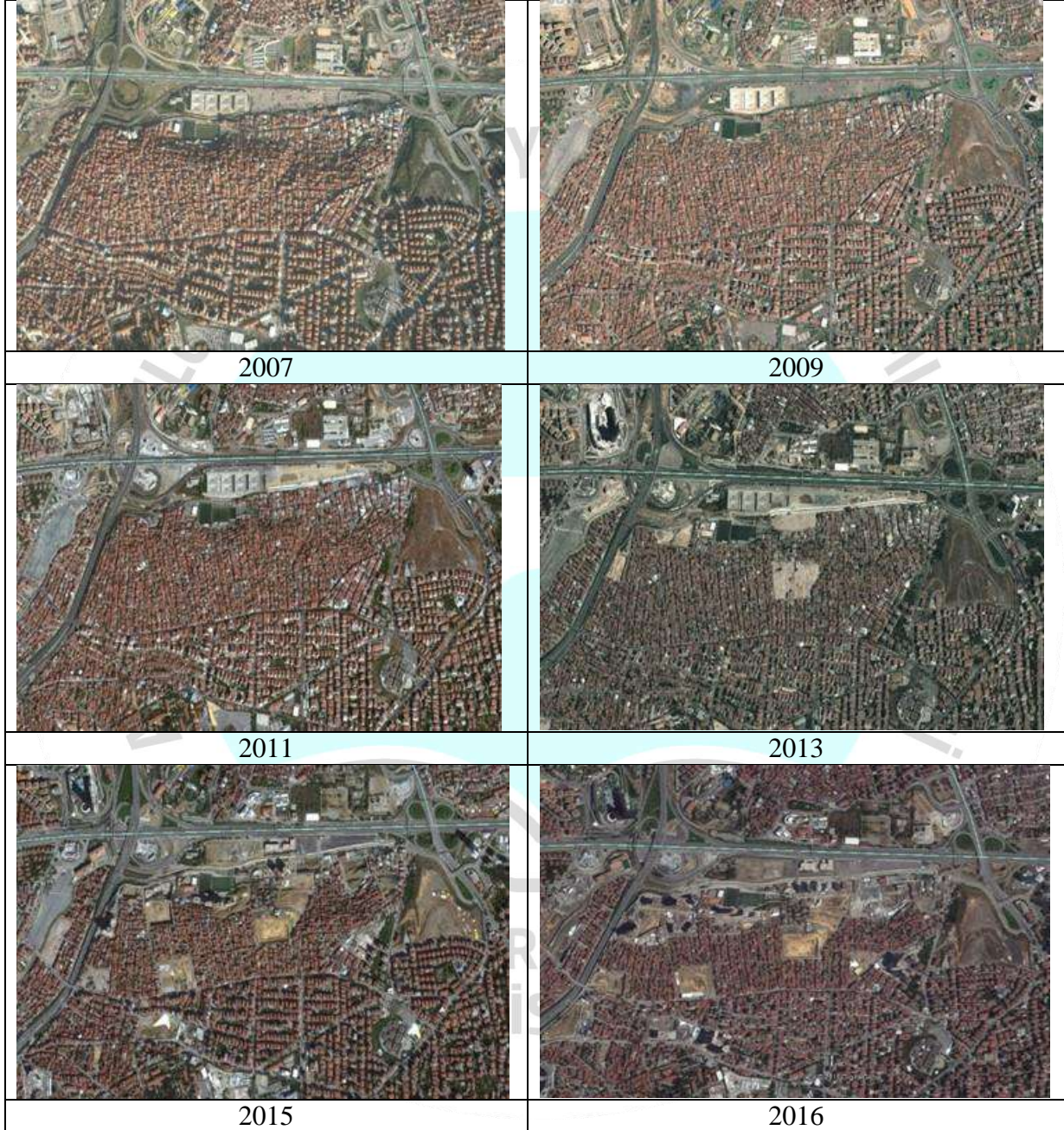
Şekil 3.3 Ankara-Mamak Proje Alanı Farklı Yıllara Ait Hava Fotoğrafları (Google Earth)

### 3.3 İstanbul-Fikirtepe Örneği

Proje alanı, İstanbul ili Kadıköy ilçesinde Fikirtepe, Dumlupınar, Eğitim ve Merdivenköy Mahallelerinden oluşmaktadır. Projenin alanının büyüklüğü yaklaşık 131 hektardır. Konum olarak kuzeyde E5 karayolu, batısında Kurbağalı dere, doğusunda Göztepe kavşağı, güneyinde ise Mandıra Caddesi ve Göztepe Hastanesi ile konumlanmaktadır. Fikirtepe proje alanına yakın Kadıköy-Kartal metro hattı üzerinde bulunan iki önemli metro istasyonu ile metrobüs durağı olması projenin önemi daha da artırmaktadır (Çşb, 2017). Fikirtepe kentsel dönüşüm projesi adalar halinde yapılan bir projedir. Bakanlığın devreye girmesi ile müteahhitler ve hak sahipleri arasında anlaşma yapılmıştır. Fakat bu projede bakanlık projeyi üstlenmemektedir. Şekil 3.5’de projenin imar planı görülmektedir. İmar planına göre İstanbul Büyükşehir Belediyesi altyapı tesisleri yapmaktadır. Fakat şuan için Fikirtepe’de ulaşım ağına bakıldığında herhangi bir değişiklik görülmemektedir. Proje alanı içerisinde yollar açılmaya devam etmektedir. Ancak Şekil 3.6’ya bakıldığında D-100 karayoluna ve İstanbul çevre yoluna erişim yolu yapılmadığı görülmektedir. Dönüşüm henüz daha bitmemiş olup bitişinde



konut yoğunluğu çok fazla artacağı ve soylulaşma olacağı için araç sayısında artış gösterecektir. Proje bitmeden erişim yollarının yapılması ve altyapının tamamlanması gerekmektedir. Şekil 3.4’de kentsel dönüşüm alanına ait farklı yıllar için hava fotoğrafları verilmiştir.



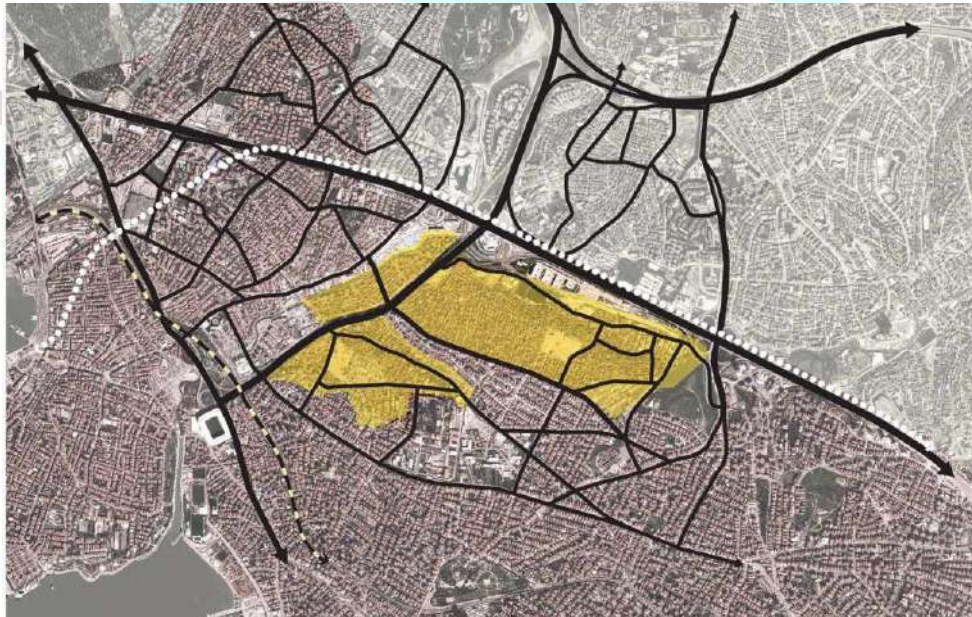




Şekil 3.4 İstanbul Fikirtepe Proje Alanı Farklı Yıllara Ait Hava Fotoğrafları (Google Earth)



Şekil 3.5 1/1000 ölçekli Fikirtepe ve Çevresi Uygulama İmar Planı (ÇŞB, 2017)



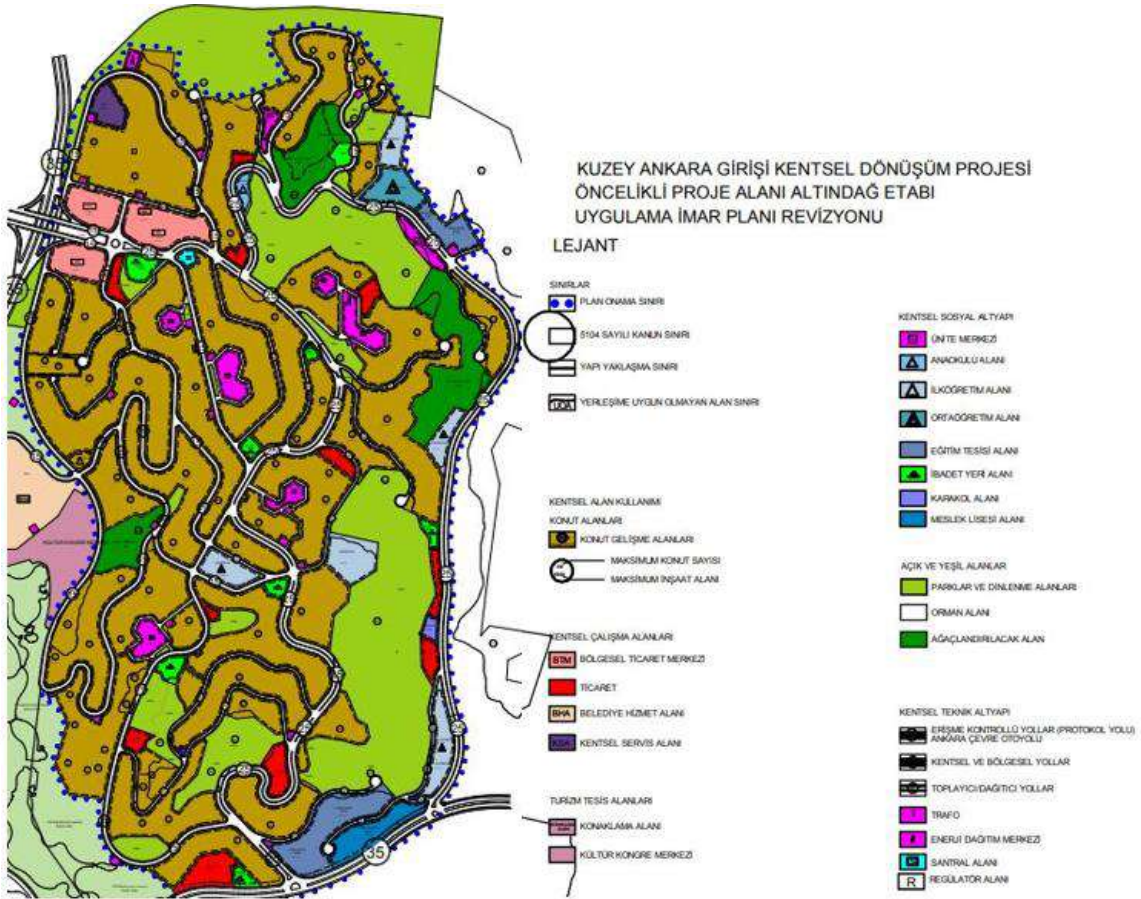
Şekil 3.6 İmar Planına Göre Çalışma Alanı Sınırı ve Ulaşım Bağlantıları (ÇŞB, 2017)

### 3.4 Kuzey Ankara Girişi Protokol Yolu Örneği

1950’li yıllarda açılan Esenboğa Havaalanı kentin kuzey bölgesinin önemini artırmıştır. Esenboğa Havaalanı’nın açılmasıyla başlayan Pursaklar, Dışkapı, Ulus ve Kızılay’dan geçerek Çankaya Köşküne kadar uzanan bir protokol yolu oluşmuştur. Protokol yolunun çevresi 1970’li yıllarda başlayan göç hareketleriyle gecekondulaşma sürecine girmiş ve kaçak yapılaşmanın yoğunlaştığı bir alan haline dönüşmüştür (Bayulu, 2009). Bölgede yaşanan gecekondulaşmanın en önemli nedeni 1970’li yıllar sonrasında sanayileşme sürecinde, başta havaalanına ihtiyaç duyan sektörler olmak üzere diğer sektörlerde (ilaç, mobilya vb.) bu aks üzerinde yer seçmiştir. 1980’li yıllara kadar Altındağ ilçesine bağlı bölgede yoğunlaşırken 1980’li yıllardan sonra Keçiören tarafındaki bölgede de gecekondu sayısında artış yaşanmıştır. Ankara’nın başkent olması nedeniyle Türkiye’nin dünyaya açılan kapısı olarak yabancı devlet konukları ve turistler tarafından yoğun olarak kullanılan bu yol, ülkemizi ziyarete gelen konuklara kötü bir izlenim bırakmaktaydı. Bunların sonucunda Esenboğa havaalanı protokol yolunda görülen çarpık ve kaçak yapılaşma kent imajını zedelemesi nedeniyle bu bölgenin dönüşüme alınmasına karar verilmiştir. Söz konusu bu bölgede kentsel dönüşümün gerçekleştirilmesi konusu Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından TBMM’ye taşınmıştır. Bu proje 2004 yılında 5104 sayılı Kuzey Ankara Girişi Kentsel Dönüşüm Kanununun çıkmasıyla başlamıştır. Projede yapılacak tali yol, yaya yolu, içme suyu, elektrik ve Telekom gibi hizmetleri ASKİ Genel Müdürlüğü yapmıştır. Yine yeni protokol yolunu, viyadüğü ve tüneli ASKİ Genel Müdürlüğü yapmıştır (İnce,2006). Kentsel dönüşüm alanı imar planı Şekil 3.7’de verilmiştir.

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019











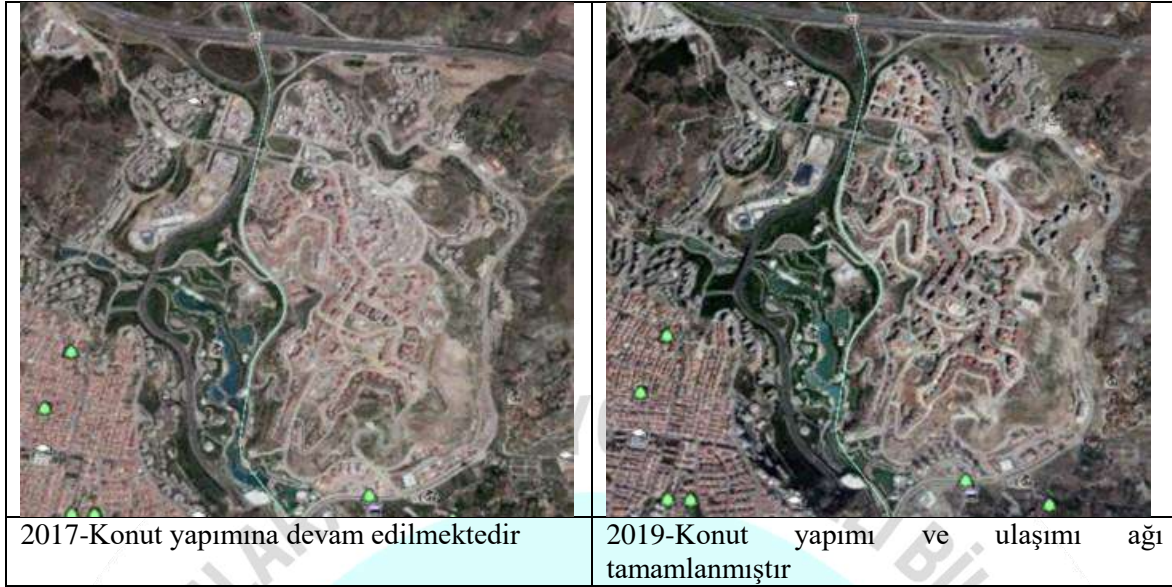
Şekil 3.7 Kuzey Ankara Girişi Protokol Yolu Kentsel Dönüşüm Alanı İmar Planı

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi öncelikle 2006 senesinde tüm gecekondular yıkılıp 2007 senesinde yolların açılmasına başlanılmıştır. 2012 senesinden sonra eski protokol yolu rekreasyon alanı içinde kullanılmaya başlanmıştır. Ulus ve Keçiören tarafından gelenler proje alanına erişebilmeleri için bir kavşak ve viyadük yapılmıştır. Proje alanının Altındağ kısmına kalan tek yol dönüşüm sonrası bölünmüş yol olarak yapılmıştır. Proje alanından Ulus ve Kızılay’a gitmek isteyenler için kavşağa yakın olan konutlar protokol yoluna erişebilmekte, viyadük tarafına yakın olanlar ise viyadük üzerinden erişebilmektedir. Projenin ortasında kalan konutlar rekreasyon alanındaki yolu kullanarak protokol yolunun altından protokol yoluna erişebilmektedir. Protokol yoluna uzak kalan konutlar Altındağ tarafında yeni yapılan bölünmüş yolu kullanarak erişim sağlayabilmektedir. Alanın içerisindeki eski yollar tamamen değiştirilerek yeni güzargah planları yapılmıştır. Dönüşüm öncesi ve sonrası baktığımızda eski yolların dar ve bakımsız olduğu fakat protokol yoluna erişimin daha fazla olduğu görülmektedir. Dönüşüm sonrası yollar genişletilmiş olup yola erişim ise yeni yapılan kavşak, viyadük ve bölünmüş yol ile giderilmeye çalışılmıştır. Rekreasyon alanı konutlar protokol yolundan uzaklaştırmış olsa da erişim yapılabilmektedir. Otobüs kullanmak isteyenlere ise 2 hat açılmıştır. Proje alanının içerisindeki duraklardan otobüse erişim sağlanabilmektedir.



	
2004-Kentsel Dönüşüm Öncesi	2006-Gecekondu Yıkımına Başlandı
	
2007-Gecekondular Tamamen Yıkıldı	2009-Yollar açıldı , konut inşasına başlandı
	
2012-Protokol yolu, tünel ve viyadüğe başlandı	2015-Alt yol, iç yollar, alt kavşak, viyadük, yeni yol ve tünel açıldı





Şekil 3.8 Kuzey Ankara Girişi Protokol Yolu Proje Alanı Farklı Yıllara Ait Hava Fotoğrafları (Google Earth)

#### 4 SONUÇ

Bu araştırmada 4 farklı bölgenin kentsel dönüşüm alanlarının ulaşım ağındaki değişimleri incelenmiştir. Her kentsel dönüşüm alanında öncelikle ulaşım ağına çözüm için bir takım araçların düşünüldüğü açıkça görülmektedir. Bina sahipleri ile arsa sahipleri arasında yapılan anlaşmalarla başlayan kentsel dönüşüm projeleri için önceden ilan edilen imar planları ulaşım ağını oluşturmaktadır. Fikirtepe örneğine bakacak olursak henüz binaların yapımı devam ederken yol ağına herhangi bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Birçok şirketin aynı anda bir bölgede dönüşüm gerçekleştirmesi yol altyapısı için belediyenin geç kalması bölgede düzensizliğe sebep olmaktadır. Üstelik ada bazında ilerleyen proje olması nedeniyle bazı inşaatların geç başlamasına sebep olmaktadır. Büyükşehir Belediyesi ise konutların teslim tarihlerine göre altyapı götürdüğünden yol altyapısı da gecikmektedir. Fakat diğer taraftan TOKİ işbirliği ile yapılan uygulamalarda bölgenin tüm ihtiyaçlarını karşılayabilecek projeler yapılabilmesi ve proje alanının tümünün aynı anda yıkılıp gerekli altyapı oluşturulup daha sonra konut inşasına başlanması ulaşım ağı bakımında daha hızlı ve sağlıklı sonuçlar vermektedir. Sonuç olarak ada bazında yapılan kentsel dönüşüm uygulamalarının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülmesi gerekmektedir. Diğer türlü hem konut yapımlarında hem de altyapı çalışmalarında büyük aksaklıklar meydana gelmektedir.

## KAYNAKÇA

İNCE K.E, 2006 , *Kentsel Dönüşümde Yeni Politika, Yasa Ve Eğilimlerin Değerlendirilmesi* “Kuzey Ankara Girişi (Protokol Yolu) Kentsel Dönüşüm Projesi” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

AÇIKGÖZ A.T, 2014, *Kentsel Dönüşümün Ekonomik, Mekansal, Sosyal Etkileri ve Kamunun Rolü: Ankara Gültepe (Çinçin) Örneği*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Doğanay. E,2016, *Türkiye’de Kentsel Dönüşüm Politikaları*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.73-74

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası “ *Kentsel Dönüşüm Nedir? Sorular... Sorunlar... Çözümler...*” Oda Yayın No: İMO/16/02, Ankara, 2016

BAYULU. E, 2009 “ *Kuzey Ankara Girişi (Protokol Yolu) Kentsel Dönüşüm Projesinin Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi*” Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi, s.52

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kadıköy İlçesi Fikirtepe Ve Çevresi 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı Değişikliği, Plan Açıklama Raporu,2017

Gazi Üniversitesi, Altındağ Kaymakamlığı, Ankara Kalkınma Ajansı, Devlet Planlama Teşkilatı. (2011), *Altındağ’ın Sosyo-Kültürel Dokusu*, Ankara Kalkınma Ajansı Araştırma Projesi, Ankara Altındağ’ın Sosyo-Kültürel Dokusu

Belediye Kanunu (2005), T. C. Resmi Gazete, 5393, madde 69,73, 3 Temmuz 2005

Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012), T. C. Resmi Gazete, 6306, Madde 6, 16 Mayıs 2012

Mamak Belediyesi, “Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Projesi”

<http://www.mamak.bel.tr/proje/yeni-mamak-kentsel-donusum-projesi/> (Erişim Tarihi: 15.03.2019)

Google Earth , [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) (Erişim Tarihi: Mart,2019)

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OIL/FAT TYPE ON BASIC FUEL PROPERTIES AND PRODUCT YIELD OF BIODIESEL

Dr. Öğr. Üyesi Tuba Hatice Doğan

Ataturk University

### ABSTRACT

Biodiesel, with a chemical structure of fatty acid alkyl esters, is a fuel produced from vegetables oils or animal fats. It is now considered as a promising alternative to conventional fossil fuels because of its advantages such as being renewable, environmentally friendly and being locally produced. Biodiesel is generally synthesized by transesterification reaction in the presence of an alkaline catalyst. It can be produced from different feedstocks. However, it is very important that some properties of the produced biodiesel meet certain fuel standards and the product yield is high. The source of biodiesel affects its physical-chemical properties and thus the fuel properties. In particular, cold flow properties such as density, viscosity, pour point and cloud point are very important for produced biodiesel.

In this study, the basic fuel properties and product yields of biodiesel produced from crude / waste vegetable oils and animal fat were investigated. The most commonly used oils in biodiesel production (corn, sunflower, canola and beef tallow) were selected as biodiesel feedstock. Biodiesel samples was produced by the basic transesterification reaction using methyl alcohol and sodium hydroxide catalyst. The basic fuel properties such as density, kinematic viscosity, pour point (PP), cloud point (CP), flash point and heat value of the produced biodiesel were measured according to standard test methods. According to the results of the study, the best fuel properties and the highest product yield were obtained from biodiesel produced from crude sunflower oil. The worst fuel properties were biodiesel produced from beef tallow. In addition, the lowest product yield was obtained from biodiesel produced from waste corn oil.

**Keywords:** Biodiesel, Oil/fat type Basic fuel properties, Product yield

### 1. INTRODUCTION

The increasing energy demand of our world and the reduction of fossil fuels increase the interest in alternative energy sources day by day. Biodiesel is a fuel that is seen as a good



alternative to fossil fuels [1]. It is generally produced by a reaction called transesterification. In the transesterification reaction, 1 mol triglyceride and 3 moles of alcohol react, ester (biodiesel) and glycerin are produced [2, 3]. Vegetable oils or animal fats are used as feedstock for biodiesel production. Feedstock of biodiesel is very important. Because it affects both the cost and the fuel properties of biodiesel [4].

Biodiesel is a clean and renewable fuel. However, in order to reduce the high cost, which is one of its important disadvantages, the use of suitable feedstocks in the production of biodiesel is very important [5]. Edible oils are widely used for biodiesel production. However, these oils are also very important for increasing food industry demand [6]. In addition, when biodiesel is produced from these oils, the cost is high. For this purpose, many researchers investigated the production of biodiesel from waste oils [7-10]. Besides the cost of biodiesel, fuel properties are also very important. Cold flow properties such as high viscosity, density, pour point and cloud point negatively affect the fuel quality. The fuel properties of biodiesel are related to the properties of the feedstock from which it is produced [11].

In this study, the effects of oil/fat type on the yield and fuel properties of the produced biodiesel were investigated.

## 2. MATERYAL AND METHOD

### 2.1. Materials

The sunflower, corn and canola oils used in the study were obtained from a local market and the beef tallow was obtained from a local slaughterhouse in Erzurum, Turkey. Methyl alcohol and KOH catalyst were obtained from Merck and Flake, respectively.

### 2.2 Experimental procedure

For the transesterification experiments, a 1000 mL jacketed glass reactor was used. Mechanical stirrer, constant temperature circulator, condenser and thermometer were connected to the reactor. The constant parameters in the experiments were selected as reaction time, 60 min; oil/methanol ratio, 1/6 (in weight); catalyst ratio, 0.75% KOH (in weight) and reaction temperature of 60°C. Experiments were repeated three times at different times.

The desired oil/fat was initially filled to the reactor and heated to 60 ° C. Then, the KOH catalyst was dissolved in methanol and this solution was added to the stirred reactor. After 60 minutes, the reaction was stopped and the reactor contents were transferred to a separatory funnel. Glycerin deposited at the bottom was separated from the methyl ester phase (biodiesel). The biodiesel phase was then washed three times with deionized water at 7-8 hour

intervals. The produced biodiesel was dried in a rotary evaporator under vacuum at 80 ° C for 1 hour.

To obtain waste oil, the crude vegetable oil was placed in flat-bottomed glass balloon and heated at 100 ° C for 5 hours. In order to prevent the explosion of oil, boiling stones were placed into the oil. For heating, a magnetic stirrer was used. Obtained waste vegetable oils were transferred to the reactor to produce biodiesel.

### 2.3. Analytical methods

Density, kinematic viscosity, pour point (PP), cloud point (CP), flash point and heat value of the biodiesel sample produced from each oil /fat were measured according to the relevant standards. In addition, the fatty acid compositions of biodiesel samples were analyzed by a gas chromatography device (Perkin Elmer Clarus 680, USA).

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, biodiesel was produced from crude and waste vegetable oils (canola, sunflower and corn) and beef tallow. Density, kinematic viscosity, pour point (PP), cloud point (CP), flash point and heat value of the biodiesel sample produced from each oil /fat were analyzed. In addition, biodiesel yield was examined. The results of the study are shown in Table 1.

**Table 1.** Some physical-chemical properties and yields of biodiesel samples produced from different oils/fat

Oil/Fat Type	Flash Point (°C)	Heat Value (cal/g)	Kinematic Viscosity (mm <sup>2</sup> /s)	Pour Point (°C)	Cloud Point (°C)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Yield (wt.%)
Crude canola	175	9371	4.8	-18	-16	883	94.10
Crude sunflower	200	9410	4.0	-15	-13	885	98.25
Crude corn	166	9398	4.62	-13	-9	886	85.3
Waste canola	160	9186	4.93	-15.7	-12	920	80.94
Waste sunflower	185	9409	4,6	-10.3	-5	902	90.95
Waste corn	154	8962	4.8	-11.9	-8,2	917	70.66
Beef Tallow	155	10287	5.5	+12	+19	910	88.78

Table 1 shows that; the highest flash point was the crude sunflower biodiesel (200°C), the lowest was the waste corn and the beef tallow. The heat values of the biodiesel produced from crude and waste vegetable oils were approximately equal. The kinematic viscosity and density of biodiesel samples produced from waste vegetable oils increased compared to those produced from crude vegetable oils. The highest kinematic viscosity (5.5 mm<sup>2</sup>/s), pour point (+12°C) and cloud point (+19 °C) were the beef tallow biodiesel. In addition, the highest yield was the biodiesel produced from crude sunflower oil (98.25%), and the lowest was the waste corn biodiesel (70.66%).

#### 4. CONCLUSION

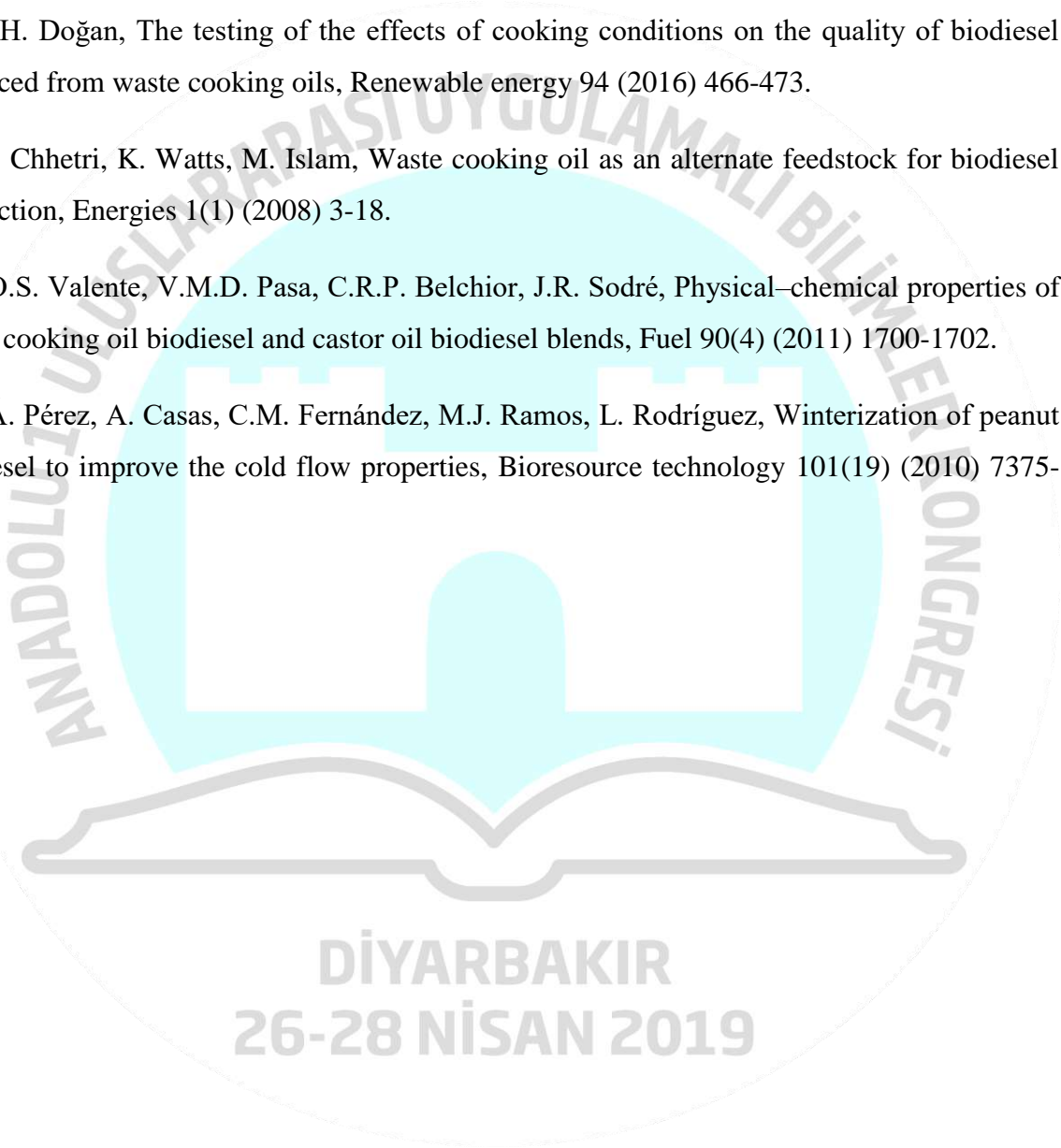
In this study, biodiesel was produced from different oils/fat. The relationship between some fuel properties and product yields of biodiesel samples produced with oil/fat type were investigated. According to the results of the study, the best fuel properties and the highest product yield were obtained from crude sunflower oil. The worst fuel characteristics were biodiesel produced from beef tallow. The lowest biodiesel yield was obtained from biodiesel produced from waste corn oil.

#### REFERENCES

- [1] A. Piker, B. Tabah, N. Perkas, A. Gedanken, A green and low-cost room temperature biodiesel production method from waste oil using egg shells as catalyst, *Fuel* 182 (2016) 34-41.
- [2] F. Ma, M.A. Hanna, Biodiesel production: a review, *Bioresource technology* 70(1) (1999) 1-15.
- [3] C. Enweremadu, M. Mbarawa, Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil—A review, *Renewable and sustainable energy reviews* 13(9) (2009) 2205-2224.
- [4] T.H. Doğan, Kızartma Prosesinin Atık Bitkisel Yağlardan Elde Edilen Biyodizel YAME Ürünü Üzerine Etkilerinin Araştırılması, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11(3) 459-466.
- [5] M.G. Kulkarni, A.K. Dalai, Waste cooking oil an economical source for biodiesel: a review, *Industrial & engineering chemistry research* 45(9) (2006) 2901-2913.



- [6] S. Yusup, M. Khan, Basic properties of crude rubber seed oil and crude palm oil blend as a potential feedstock for biodiesel production with enhanced cold flow characteristics, *Biomass and Bioenergy* 34(10) (2010) 1523-1526.
- [7] Y. Zhang, M. Dube, D. McLean, M. Kates, Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment, *Bioresource technology* 89(1) (2003) 1-16.
- [8] T.H. Doğan, The testing of the effects of cooking conditions on the quality of biodiesel produced from waste cooking oils, *Renewable energy* 94 (2016) 466-473.
- [9] A. Chhetri, K. Watts, M. Islam, Waste cooking oil as an alternate feedstock for biodiesel production, *Energies* 1(1) (2008) 3-18.
- [10] O.S. Valente, V.M.D. Pasa, C.R.P. Belchior, J.R. Sodr , Physical–chemical properties of waste cooking oil biodiesel and castor oil biodiesel blends, *Fuel* 90(4) (2011) 1700-1702.
- [11]  . Pérez, A. Casas, C.M. Fernández, M.J. Ramos, L. Rodríguez, Winterization of peanut biodiesel to improve the cold flow properties, *Bioresource technology* 101(19) (2010) 7375-7381.



**ISOTHERM EXAMINATION OF WATER ADSORPTION IN BODIESEL****Zeynep Çelik-Okumuş**

zeynep.c.okumus@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Tuba Hatice Doğan**

Ataturk University

**ABSTRACT**

Considering the exhaustion of fossil fuels and significant environmental damage, the interest in clean and renewable fuels is increasing day by day. Biodiesel is an alternative fuel that can be produced from vegetable, animal or waste cooking oils. Biodiesel is usually produced by transesterification reaction. In the transesterification reaction, glyceride (oil/fat) with ethyl or methyl alcohol reacts in the presence of a suitable catalyst. At the end of the reaction, ethyl / methyl ester (biodiesel) and as a by-product glycerin are produced. The obtained crude biodiesel must be purified to meet certain fuel standards. While the crude biodiesel produced is purified by the conventional method, the heavier glycerin phase is first separated from the biodiesel phase, taking advantage of the weight difference. Then, it is washed with hot water to remove waste catalyst or soaps. After washing, the dried biodiesel is sent to storage. However, in this method, if the water in the biodiesel is not removed sufficiently after washing with water, this negatively affects the quality of the fuel. Therefore, water in the biodiesel must be removed.

In this study, the cationic Dowex HCR-S resin was used to remove water from the biodiesel. The adsorption isotherms of the process were examined to evaluate the affinity of studied resin against water in biodiesel. Isotherm examination was performed according to four different models such as Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich. The results showed that the adsorption process was best suited to the Langmuir isotherm model. In addition,  $R_L$  values of Langmuir isotherm were 0.284, 0.260, 0.251 and 0.178. These values were  $0 < R_L < 1$ , indicating that used resin was suitable for water adsorption in biodiesel.

**Keywords** : Biodiesel, Cationic Dowex HCR-S resin, Water adsorption, Adsorption isotherms

**1. INTRODUCTION**

Biodiesel is a clean fuel produced from renewable local sources such as vegetable oils and animal fats. It is a good alternative fuel because it has many advantages such as being environmentally friendly, being renewable, having a high flash point and being used with modification in diesel engines (Kanca and Temur, 2016). Biodiesel is usually produced by transesterification reaction in the presence of an alkaline catalyst. The crude biodiesel produced by transesterification contains impurities such as free and total glycerin, soap, metals, methanol, free fatty acids, catalyst, water and glycerides. High level of impurities can reduce engine life (Hayyan et al., 2010). In addition, the produced biodiesel must meet certain international standards (EN 14214 or ASTM D6751) to be used as fuel. Therefore, the purification of crude biodiesel is very important.

The conventional method for purifying crude biodiesel is washing with water. Water can remove impurities such as catalyst wastes and soap formation in raw biodiesel (Atadashi, 2015). However, the presence of water during the production and purification of biodiesel causes significant problems during the storage of biodiesel and its use in diesel engines (Kusdiana and Saka, 2004). Therefore, the removal of water from biodiesel is very important.

In the literature, researchers used different adsorbents (Faccini et al., 2011; Özgül-Yücel and Türkyay, 2003) or ion exchange resins (Berrios et al., 2011; Shibasaki-Kitakawa et al., 2013) to remove different components from biodiesel and they investigated the suitability of using these substances as adsorbents in biodiesel purification.

In this study, the adsorption of water in biodiesel was investigated by using Dowex HCR-S cationic resin and the adsorption isotherms of the process were studied using four different isotherm models.

## 2. MATERIAL AND METHOD

Sunflower oil, methyl alcohol and KOH catalyst were used to produce biodiesel. The cationic resin (Dowex HCR-S) was used as an adsorbent to remove water from the produced biodiesel.

A certain amount of sunflower oil was placed in a 1000 mL jacketed glass reactor connected to the mechanical mixer, reflux and constant temperature water circulator, and the oil was heated to 60 ° C. The KOH catalyst (0.75 wt% of oil) was then dissolved in methanol (MeOH:oil molar ratio = 5:1) and added to the stirred reactor. At the end of the 1 hour reaction, the reactor contents were transferred to a separatory funnel. After separating the



glycerin phase deposited at the bottom, the biodiesel (methyl ester) phase was washed three times with deionized water. The wash water was separated from the methyl ester phase. Then, the methyl ester phase was retained to be treated with the cationic resin to remove the small amount of water remaining.

In the adsorption experiments, 100 mL biodiesel was placed in the reactor and the reactor contents heated to the desired temperature. A certain amount of pre-dried resin was added to the reactor and the content was stirred. At the end of the determined period, the system was stopped and samples were taken from biodiesel by a micro injector. The amount of water in the samples was determined by means of a water analysis device (Karl Fischer coulometric titrator, GR Scientific Cou-Lo Aquamax KF Moisture Meter). The water contents of the crude biodiesel samples were also determined in the same way before treatment with the resin. During the analysis, the initial concentrations and the equilibrium concentrations of crude biodiesel were recorded. The adsorption isotherms were determined by adding 6 wt% resin to biodiesel with different water concentrations of 1398, 1578, 1649 and 2553 mg / L.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. Effects of Different Parameters

For removal of water from biodiesel with resin; pre-drying time (for 0, 1, 2, 3, 4 and 5 hours), contact time (for 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes), temperature (for 15, 28, 40 and 50°C) and the amount of resin (0.5%, 1%, 2%, 5%, 6%, 7% and 8% by weight) were determined as parameter. The effects of these parameters were discussed in detail in another manuscript of ours (Çelik-Okumuş, Doğan & Temur, 2019). The results of the study showed that; the maximum water from the biodiesel was adsorbed at a temperature of 15 ° C, a pre-drying time of 4 hours, a resin content of 6% by weight, and a contact time of 50 minutes.

#### 3.2. Adsorption Isotherms

Commonly used equations to define the adsorption isotherm are the Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich (D-R) equations. With the help of these equations, the surface properties of the adsorbent and the adsorbent-adsorbate interest can be defined (Elmorski et al., 2014). In this study, linear forms of the equations described above are used to define the equilibrium data.

### 3.2.1. Langmuir Isotherm

Langmuir isotherm examination was performed using Eq. 1 and shown in Figure 1-a.  $K_L$  and  $q_m$  values were calculated from the slope and intercept of this graph.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m} \quad (1)$$

The dimensionless factor  $R_L$  (see Table 2) can be found from Eq. 2. The adsorption is unfavorable for  $R_L > 1$ , linear for  $R_L = 1$ , favorable for  $0 < R_L < 1$  or irreversible for  $R_L = 0$  (Gündüz and Bayrak., 2017).

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad (2)$$

### 3.2.2. Freundlich Isotherm

Freundlich isotherm examination was performed using Eq. 3 and shown in Figure 1-b.  $K_F$ ,  $n$  values were calculated from the slope and intercept of this graph and they are given in Table 2.

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (3)$$

The process is linear for  $n = 1$ , it is chemical for  $n > 1$  and it is physical for  $n < 1$  (Gündüz and Bayrak, 2017).

### 3.2.3. Temkin Isotherm

The equations that express this isotherm are given below. The drawn graph is shown in Figure 1-c.  $K_T$  and  $B_T$  constants were calculated from the slope and intercept of this graph (Table 2).

$$q_e = \frac{RT}{b} \ln K_T C_e \quad (4)$$

$$q_e = \frac{RT}{b} \ln K_T + \frac{RT}{b} \ln C_e \quad (5)$$

$$q_e = B_T \ln K_T + B_T \ln C_e \quad (6)$$

Here,  $B_T = RT / b$ .

### 3.2.4. Dubinin-Radushkevich (D-R) isotherm

The equations that express D-R isotherm are given below. The drawn graph is shown in Figure 1-d.  $K_{DR}$  and  $q_m$  constants were calculated from the slope and intercept of this graph (Table 2).

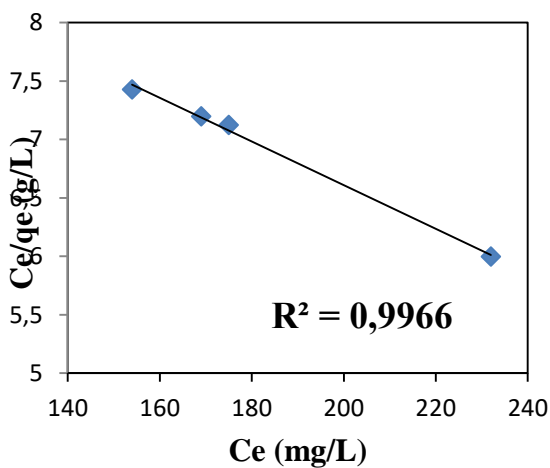
$$q_e = q_m \exp \left( -K_{DR} \left[ RT \left( 1 + \frac{1}{C_e} \right) \right]^2 \right) \quad (7)$$

$$\ln q_e = \ln q_m - K_{DR} \varepsilon^2 \quad (8)$$

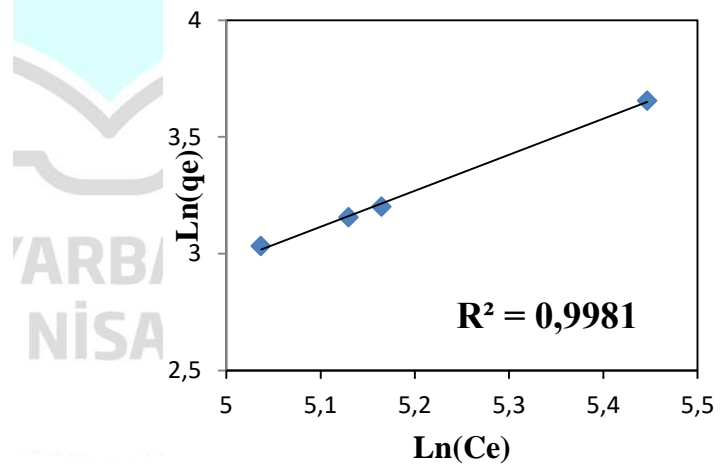
$$\varepsilon = RT \ln \left[ 1 + \frac{1}{C_e} \right] \quad (9)$$

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_{DR}}} \quad (10)$$

The average adsorption energy (E) helps us to estimate the adsorption mechanism. The adsorption is physical for  $E < 8 \text{ kJmol}^{-1}$ , it is chemical for  $20 < E < 40 \text{ kJmol}^{-1}$  (Gündüz and Bayrak, 2017).

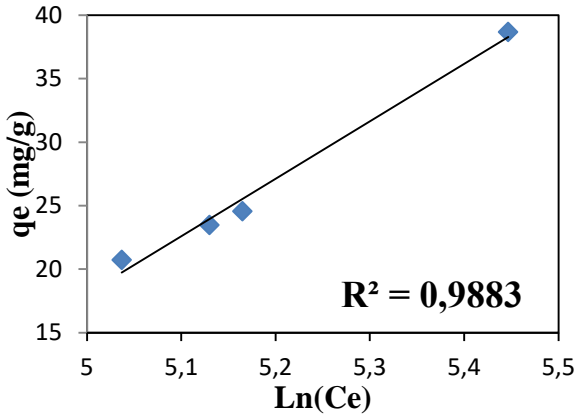


(a) Langmuir

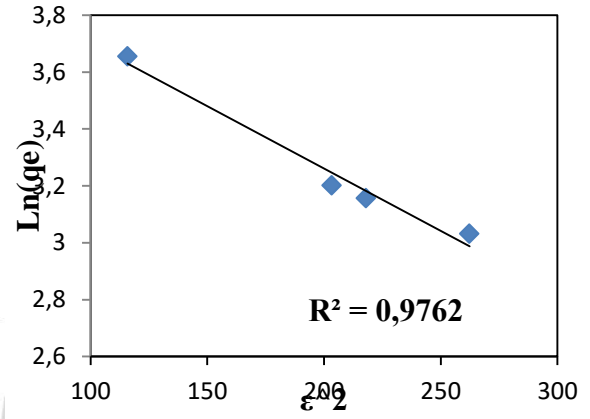


(b) Freundlich





(c) Temkin



(d) Dubinin-Radushkevich

**Figure 1.** Isotherm graphics (conditions; contact time: 50 minutes, resin pre-drying time: 4 hours, adsorbent amount: 6% by weight, temperature: 28°C).

The  $R^2$  values obtained from each graph in Figure 1 and the isotherm constants calculated from the respective equations were given in Table 1.

**Table 1.** Isotherm parameters for adsorption of water from biodiesel with resin. Conditions; Contact time: 50 minutes, resin pre-drying time: 4 hours, adsorbent amount: 6% (by weight), temperature: 28°C.

Isotherm model	Parameter	Value
Langmuir	$q_m$ (mg g <sup>-1</sup> )	53.48
	$K_L$ (L mg <sup>-1</sup> )	0.0018
	$R_L$	0,284 (for 1398 mg/L)
		0,260 (for 1578 mg/L)
		0,251 (for 1649 mg/L)
		0,178 (for 2553 mg/L)
Freundlich	$R^2$	0.997
	$n$ (g L <sup>-1</sup> )	0.65
	$K_F$ ((mg g <sup>-1</sup> )(L mg <sup>-1</sup> ) <sup>1/n</sup> )	0.0087
	$R^2$	0.998
Temkin	$B_T$	45.281
	$K_T$ (L mg <sup>-1</sup> )	0.010
	$R^2$	0.988
Dubinin-Radushkevich	$q_m$ (mg g <sup>-1</sup> )	62.66
	$K_{DR}$ (mol <sup>2</sup> j <sup>-2</sup> )	0.0044
	$E$ (kj mol <sup>-1</sup> )	0.011
	$R^2$	0.976

When Table 1 is examined, it is seen that  $R^2$  values of Temkin and Dubinin-Radushkevich isotherms are smaller than Langmuir and Freundlich isotherms. Therefore, it was decided that

the present process did not comply with these isotherms. However, the  $R^2$  values of Langmuir and Freundlich isotherms were very close to each other. Therefore, for these two isotherms, experimental and theoretical  $q_e$  values were calculated (Table 2).

**Table 2.** Experimental and theoretical  $q_e$  values for Langmuir and Freundlich isotherms

Langmuir Isotherm		Freundlich Isotherm	
Experimental $q_e$	Theoretical $q_e$	Experimental $q_e$	Theoretical $q_e$
20.733	20.629	20.733	1.932

As shown in Table 2, experimental and theoretical  $q_e$  values for Langmuir isotherm are very close to each other. Therefore, it was decided that the present adsorption corresponds to the Langmuir isotherm. The Langmuir isotherm model assumes that adsorption takes place on a homogeneous surface and in a single layer. At the same time, all active points have the same energy and equal affinity to the molecules to be adsorbed (Langmuir, 1918). In addition,  $R_L$  values of Langmuir isotherm were 0.284, 0.260, 0.251 and 0.178. These values were  $0 < R_L < 1$ , indicating that used resin was suitable for water adsorption in biodiesel.

#### 4. CONCLUSION

Experimental data were analyzed for the Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich isotherms. It was found that the most suitable isotherm was Langmuir and the used resin was also suitable for adsorption.

#### Nomenclature

$C_e$ , equilibrium concentration of water in biodiesel ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$q_e$ , adsorption capacity at equilibrium ( $\text{mg g}^{-1}$ )

$K_L$ , Langmuir constant ( $\text{L mg}^{-1}$ )

$q_m$ , maximum adsorption capacity of the resin ( $\text{mg g}^{-1}$ )

$C_0$ , water concentration in crude biodiesel ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$K_F$ , Freundlich equation constant for adsorption capacity ( $(\text{mg g}^{-1}) (\text{L mg}^{-1})^{1/n}$ )

$n$ , Freundlich equation constant for density

$b$ , Temkin isotherm constant

$K_T$ , equilibrium binding constant ( $\text{Lg}^{-1}$ )

$R$ , the gas constant ( $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$T$ , absolute temperature (K)

$K_{DR}$ , isotherm constant for adsorption energy

qm, theoretical adsorption capacity

$\epsilon$ , Polanyi potential

## REFERENCES

- Atadashi, I.M. (2015). Purification of crude biodiesel using dry washing and membrane technologies. *Alexandria Engineering Journal*, 54 (4), 1265-1272.
- Berrios, M., Martin, M.A., Chica A.F., Martin, A. (2011). Purification of biodiesel from used cooking oils. *Applied Energy*, 88, 3625–3631.
- Elmorsi, T.M., Mohamed, Z.H., Shopak, W., Ismaiel, A.M. (2014). Kinetic and Equilibrium Isotherms Studies of Adsorption of Pb(II) from Water onto Natural Adsorbent. *Journal of Environmental Protection*, 5, 1667-1681.
- Faccini, C.S., da Cunha, M.E., Aranda Moraes, M.S., Krause, L.C., Manique, M.C., Rodrigues, M.R.A., Benvenuto, E.V., Caramao, E.B. (2011). Dry washing in biodiesel purification: a comparative study of adsorbents. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 22, 558–563.
- Gündüz, F., Bayrak, B. (2017). Biosorption of malachite green from an aqueous solution using pomegranate peel: Equilibrium modelling, kinetic and thermodynamic studies. *Journal of Molecular Liquids*, 243, 790-798.
- Hayyan, M., Mjalli, F.S, Hashim, M.A., Alnashef, I.M. (2010). A novel technique for separating glycerine from palm oil-based biodiesel using ionic liquids. *Fuel Processing Technology*, 91, 116–120.
- Kanca, A., Temur, H. (2016). The effects of long-term storage on the cold flow properties and viscosity of canola-based biodiesel. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 38(15), 2205-2210.
- Kusdiana, D., Saka, S. (2004). Effects of water on biodiesel fuel production by supercritical methanol treatment. *Bioresource Technology*, 91 (3), 289-295.
- Langmuir, I. (1918). The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *Journal of the American Chemical Society*, 40, 1361–1403.
- Özgül-Yücel, S., Türkay, S. (2003). Purification of FAME by rice hull ash adsorption. *Journal of the American Oil Chemists's Society*, 80, 373-376.
- Shibasaki-Kitakawa, N., Kanagawa, K., Nakashima, K., Yonemoto, T. (2013). Simultaneous production of high quality biodiesel and glycerin from Jatropha oil using ion-exchange resins as catalysts and adsorbent. *Bioresource Technology*, 142, 732–736.



## TİTANYUM VE 6063 ALÜMİNYUM LEVHALARIN DİFÜZYON KAYNAK YÖNTEMİ İLE BAĞLANTI SÜRESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

**Öğr.Gör. Mustafa Selçuk Keskin**

Dicle Üniversitesi

**Dr.Öğr.Üye. Haluk Kejanlı**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Sedat Bingöl**

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Titanyum alaşımları yüksek sıcaklığa dayanıklı, mukavemetli, korozyona karşı dirençli ve düşük ısı iletkenliğe sahip bir metaldir. GR5 titanyum levha ve 6063 alaşımlı alüminyum levhaların uzay, havacılık ve otomotiv endüstrilerinde kullanılan malzemelerdir. 6063 alüminyum ve GR5 titanyum alaşımları düşük yoğunluk, yüksek mukavemet ve yüksek korozyon dayanımından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu çalışmada GR5 titanyum levha ile 6063 alüminyum alaşımlardan hazırlanmış levhaların difüzyon kaynak süresinin etkisi araştırılmıştır. Difüzyon kaynak işlemlerinde, Çekme test numunelerinin boyutları; 1x20x100 mm boyutlarında kesilmiş alüminyum ve titanyum numuneler 100, 240, 400, 600, 800 ve 1000 mesh'lik zımpara ile yüzeyleri oksit tabakalarından temizlenmiş. Temizlenen farklı metal yüzeyler, 20 mm'lik kısmı üst üste gelecek şekilde 3MPa basınç altında sıkıştırılmıştır. Difüzyon kaynak bölgesinin mekanik özelliklerini geliştirmek için aratabaka olarak 50 µm kalınlığında saf alüminyum folyo kullanılmıştır. Difüzyon kaynak işlemi atmosfer kontrollü silisyum karbür çubuklu fırına 3 lt/dak. debide % 99,9 saflıkta argon gazı gönderilerek kaynak işlemi yapılmıştır. Difüzyon kaynağı, 550 °C'de sabit sıcaklıkta ve farklı sürelerde (15, 30, 45 ve 60 dakika), atmosfer kontrollü yüksek sıcaklık fırınında difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş, elde edilen kaynaklı numunelerin mukavemetlerini belirlemek için, çekme ve mikro sertlik testleri uygulanmıştır. Mikro sertlik cihazıyla farklı bekleme sürelerinde difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin kaynak bölgesi boyunca sertlik ölçümleri alınarak kaynak kabiliyeti incelenmiştir. Çekme deneyleri ise Instron BS 8801 çekme test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Difüzyon kaynağı

yapılan çekme test numunelerinin iki ucundan tutularak kopma hasarı gerçekleşinceye kadar 1 mm/dak. hızla yük uygulanmış ve yük-uzama değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen maksimum kopma mukavemeti 4931,75 N olarak ölçülmüştür. GR5 titanyum ve 6063 alüminyum alaşımından oluşan farklı malzemelerin difüzyon kaynak kabiliyeti irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Difüzyon kaynağı; Mikro sertlik; Çekme Mukavemeti.

## 1. GİRİŞ

Difüzyon kaynak yoluyla benzer veya farklı metaller birleştirilir. Difüzyon kaynağı, basınç altında, farklı sıcaklıklarda ve farklı bekleme sürelerinde optimize edilmiş bir katı hal birleştirme işlemidir. Difüzyon kaynağı, karmaşık şekilli parçalar üretmek için umut verici bir tekniktir ve kaynak sırasında büyük çapta bir deformasyon oluşmamaktadır [1,2]. Alüminyum alaşımları, üstün özelliklerinden dolayı otomobil ve havacılık endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [3]. Bu çalışmada, farklı sıcaklık ve basınçlarda AA 6063 alüminyum alaşımının argon atmosferinde kontrollü difüzyon kaynağının özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada 6063 alüminyum alaşımının difüzyon kaynağı parametreleri optimize edilmiştir [4]. Araç ağırlığını azaltmanın en kolay yolu, düşük yoğunluklu malzeme avantajını kullanmaktır [5]. Gelişen teknoloji ile birlikte alüminyum ve titanyum alaşımlarının, düşük yoğunluk, elektrik ve ısı iletkenliği, aşınma direnci ve çok yüksek korozyon gibi üstün özelliklerinden dolayı otomotiv, havacılık, askeri, ve uzay teknolojisinde önemli alanlarda kullanımı artmaktadır [6–8]. Difüzyon kaynak yönteminde atomların yayına bilmesi için yeterli yüksek sıcaklık, difüzyon işlem süre ve basınca ihtiyaç vardır[9].

Bu çalışmada, 6063 alüminyum alaşımı ile AA Ti6Al4V titanyum alaşımını difüzyon kaynağı yapak için, 50µm kalınlığında saf alüminyum folyo kullanılarak sabit basınçta (3 MPa) ve 550 °C 'de argon gazı atmosferi altında gerçekleştirildi. Difüzyon kaynağı, dört farklı bekleme süresi olarak 15, 30, 45 ve 60 dakika olarak belirlenmiştir. Difüzyon kaynağı parametrelerinin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi analiz edildi.

## 2. Deneysel çalışma

Bu çalışmada, difüzyon kaynağı tekniği ile Ti6Al4V titanyum alaşımı ve 6063 alüminyum alaşımların kaynak kabiliyetleri araştırılmıştır. Difüzyon kaynağında kullanılan malzemelerin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1.** Difüzyon kaynağı için kullanılan 6063 alüminyum ve Titanyum alaşımların kimyasal bileşenleri

	Element	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Zi	Al
6063	(%)Ağırlık	0.35	0.4	0.1	0.1	0.7	0.1	0.1	0.15	Kalan
	Element	V	Al	Fe	O	C	N	Mo	Ni	Ti
Ti6Al4V	(%)Ağırlık	4.02	6.08	0.1	0.01	0.01	0.01	-	-	Kalan

Kalınlıkları 1 mm olan farklı alüminyum ve titanyum alaşımları, hassas kesme makinesi kullanılarak 100 x 20 mm boyutunda numuneler kesildi (Şekil .1). Difüzyon kaynağında kaynak işlemini hızlandırmak ve kaynak bölgesinin mekanik özelliklerini geliştirmek için birleşme bölgesinde 50 µm kalınlığında saf alüminyum folyo kullanılmıştır.



**Şekil 1.** Difüzyon kaynağı için hazırlanmış çekme deney numunesi

Difüzyon kaynağı yapılacak 20 mm'lik bölge 400, 600, 800 ve 1000 mesh'lik zımpara ile yüzeyleri temizlendi. Şekil 1. de 20 mm lik kısmı üst üste gelecek şekilde özel olarak imal edilmiş mengene ile 3 MPa basınç altında sabitlenmiştir. Bu deneyler, atmosfer kontrollü bir fırında yapıldı. Silisyum karbür çubuklu fırına 3 lt/dakkika debide % 99,9 saflıkta argon gazı gönderilerek 550 °C 'de kaynak işlemi başlatıldı. Difüzyon kaynağı, dört farklı bekleme süresi 15, 30, 45 ve 60 dakika olarak belirlenmiştir. Difüzyon kaynağı parametrelerinin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi analiz edildi. Difüzyon kaynak parametreleri Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.** Ti6Al4V ile 6063 alüminyum levhaların difüzyon kaynağında kullanılan deney parametreleri.

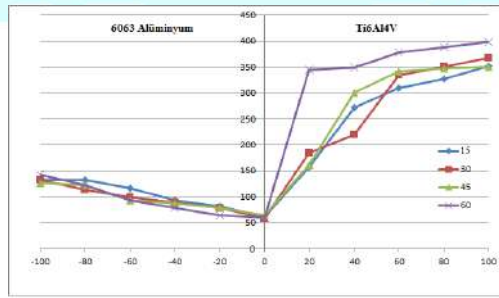
	Difüzyon sıcaklığı (°C)	Basınç (MPa)	Zaman (Dakika)
1	550	3	15
2	550	3	30
3	550	3	45
4	550	3	60



### 3. Deneysel sonuçlar ve tartışma

#### 3.1. Mikro Sertlik Deney Sonuçları

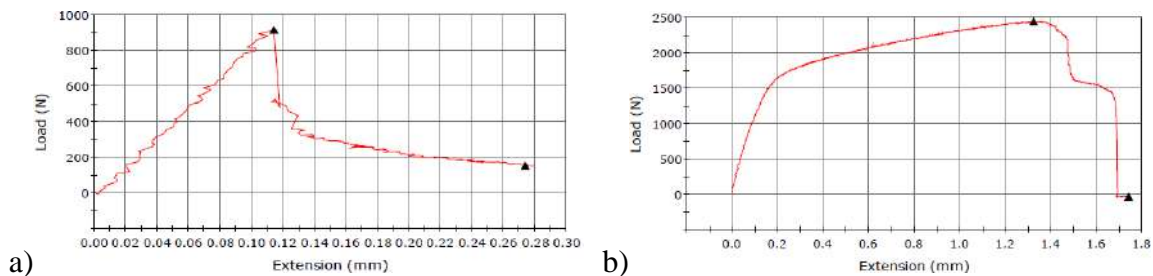
Difüzyon kaynağındaki mekanik özelliklerin belirlenmesi için, kaynak bölgesi boyunca mikro sertlik ölçümleri alınmıştır. Mikro sertlik ölçümleri AOB marka Vickers ölçüm ünitesi cihazıyla kaynak bölgesi boyunca sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Difüzyon etkilenen bölgenin her iki tarafında 20  $\mu\text{m}$ 'lik aralık ile 10 gr yük altında 10 saniye süreyle yapıldı. Her sertlik ölçüm noktalarından üç ölçüm yapılmış sonuç değerlerinin ortalaması alınmıştır. Mikro sertlik değerleri; difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş 6063 alüminyum ve Ti6Al4V metal çiftlerinin, aratabaka ve difüzyondan etkilenmiş kaynak bölgesi taranarak alınmıştır. Şekil 2'de difüzyon kaynak yöntemi ile dört farklı bekleme süresi 15, 30, 45 ve 60 dakika olarak belirlenmiş ve difüzyondan etkilenmiş kaynak bölgesi ait sertlik grafikleri verilmiştir.

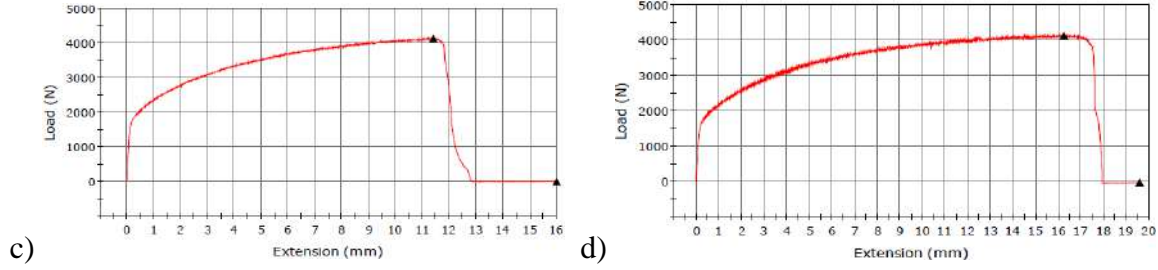


Şekil 2. Difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş 6063/Ti6Al4V malzemelerin kaynak bölgesine ait mikrosertlik değerleri

#### 3.2. Çekme Deney Sonuçları

Çekme deneyleri, difüzyon kaynak yöntemi ile 15, 30, 45 ve 60 dakikalık difüzyon bekleme sürelerinde 550°C sıcaklıkta birleştirilmiş, Ti6Al4V titanyum ve 6063 alüminyum çiftinin çekme kuvvetine karşı göstermiş olduğu mukavemeti tespit etmek amacıyla çekme testleri yapılmıştır. Numuneler Instron BS 8801 çekme test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Difüzyon kaynağı yapılan çekme test numunelerinin iki ucundan tutularak kopma hasarı olana kadar 1 mm/dakika hızla yük uygulanmış ve yük-uzama tespit edilmiştir (şekil 3).





**Şekil 3.** Difüzyon kaynağı ile 6063/Ti6Al4V birleştirilmiş malzemelerin difüzyon bekleme süreleri, a-)15, b-) 30, c-) 45 ve d-) 60 dakika sürede birleştirilen numunelerin yük-uzama grafikleri görülmektedir.

Çekme testi sonunda 15 dakika sürede birleştirilen numune Şekil 3-a) da görülen yük-uzama grafiği elde edilmiştir. Difüzyon kaynağında 15 dakikalık yetersiz birleşme süresi atomik difüzyonu etkiler bu durum da bağlanma mukavemetinin düşük çıkmasına neden olmuştur (918,17 N). Şekil 3 b)'de 30 dakika sürede birleştirilen numunenin yük-uzama grafiği incelendiğinde. 1,7 mm uzama değerinden sonra kaynak bölgesinden kopmuştur. Yetersiz sürenin neden olduğu düşük kopma mukavemeti 2449,15 N olarak ölçülmüştür.

Difüzyon deneyleri 550 °C'de 45 ve 60 dakikalık sürede birleştirilen numunelerde artan kaynak süresi atomik difüzyonun arttırılmış hem birim uzama hem de kopma mukavemetinin yükselmesine neden olmuştur. (Şekil 3c)de 45 dakika bekleme süresinde birleştirilen numunelerde yük-uzama 11,5 mm uzama değerinden sonra kaynak bölgesinden kopmuştur. Kopma mukavemeti 4129,08 N olarak ölçülmüştür. Şekil 3d de 60 dakika bekleme süresinde birleştirilen numunelerde yük-uzama 17,3 mm uzama değerinden sonra kaynak bölgesinden kopmuştur. Bu deneysel çalışmada maksimum kopma mukavemeti 4135,22 N olarak ölçülmüştür. Çekme testi sonunda Tablo 3'de görülen kopma mukavemet sonuçları elde edilmiştir.

**Tablo 3.** Farklı sıcaklık parametreleriyle Difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin çekme deney sonuçları

**Tablo 3.** Farklı bekleme sürelerinde difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin çekme deney sonuçları

No	Difüzyon sıcaklığı (°C)	Basınç (MPa)	Zaman (Dakika)	Çekme deney sonuçları (N)
1	550	3	15	918.17
2	550	3	30	2449.15
3	550	3	45	4129.08
4	550	3	60	4135.22

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada 6063 alüminyum ve Ti6Al4V alaşımları 50µm kalınlığında saf alüminyum folyo aratabaka kullanılarak atmosfer kontrollü fırında argon gazı ortamında 3 MPa statik basınç altında 550°C sıcaklıkta difüzyon kaynağı yapılmıştır. Difüzyon işlemleri 15, 30, 45 ve 60 dakika bekleme süresinde difüzyon kaynağı yöntemiyle birleştirilmiş numunelerin mukavemetlerini belirlemek için çekme ve mikrosertlik testleriyle değerlendirilip, elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1. Difüzyon kaynağı 15 dakikalık bekleme süresinde yetersiz bir birleşmeye sebep olmuştur. Bunun sebebi ise difüzyon kaynak bölgesinde zayıf bir bağ oluşumuna neden olmuştur.
2. Kaynak difüzyon süresi artırıldığında yük-uzama değerinde artış gözlenmiştir. Difüzyon kaynağı ile 60 dakikalık sürede birleştirilen numunelerde artan kaynak süresi atomik difüzyon hızını arttırmış hem birim uzama hem de kopma mukavemetinin yükselmesine neden olmuştur.
3. Kaynak bölgesinin mikro sertlik sonuçları incelendiğinde, 6063 alüminyum bölgesinden aratabakaya doğru bir miktar düşüş gözlenmiştir. Difüzyon süresi arttığında titanyum tarafında bir biri içerisinde difüzyon miktarlarındaki yayına bilme özelliğinin artışı gözlenmiştir. Bu durum düşük sertlik değerlerinden yüksek sertlik değerlerine doğru bir tırmanış görülmüştür

## KAYNAK

- [1] Kundu S, Chatterjee S (2006) Interfacial microstructure and mechanical properties of diffusionbonded titanium-stainless steel joints using a nickel interlayer. Mater Sci Eng A 425:107-113
- [2] Ghosh M, BhanumurthyK, KaleGB, Krishnan J, Chatterjee S (2003) Diffusion bonding of titanium to 304 stainless steel. J Nucl Mater 322:235-241
- [3] John Prakash S, Muthukumaran S (2011) Refilling probe hole of friction spot joints by friction forming. Mater Manuf Process 26:1539-1545

- [4] Sıla Ece Atabay, Arcan F. Dericioğlu (2016) Optimization of the Diffusion Bonding Parameters for 6063 Aluminum Alloy. 18. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi
- [5] Materials", The Challenge of Globalisation and Technological Chance, Persians Professional Limited, Maple House 149 Tottenham Court Road, Londra W1P 9LL, 1998
- [6]. L. Laiping, C. Shanben, L. Tao, The modeling of welding pool surface reflectance of aluminum alloy pulse GTAW, Materials Science and Engineering A 394, 320–326, 2005.
- [7]. H. Arık, M. Aydın, A. Kurt, M. Turker, Weldability of Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>-Al composites via diffusion welding technique, Materials and Design 26, 555–560, 2005.
- [8]. N. Sidhom, A. Laamouri, R. Fathallah, C. Braham, H. P. Lieurade, Fatigue strength improvement of 5083 H11 Al-alloy T-welded joints by hot peening: experimental characterization and predictive approach, International Journal of Fatigue 27, 729–745, 2005.
- [9]. Erdoğan, M., **Malzeme Bilimi ve Mühendislik Malzemeleri**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 1:76-94, 1998.

ANADOLU ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



## 304 PASLANMAZ ÇELİK İLE GR5 METALLERİN FARKLI DİFÜZYON KAYNAK SÜRESİ İLE MEKANİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

**Öğr.Gör. M. Selçuk Keskin**

Dicle Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Haluk Kejanlı**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Sedat Bingöl**

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Difüzyon kaynağı, karmaşık şekilli parçaları birleştirmek için umut verici bir tekniktir ve difüzyon kaynak sırasında büyük çapta bir deformasyon oluşmamaktadır. Difüzyon kaynağı işleminin özellikle otomotiv, uzay teknolojisinde ve elektronik sanayindeki hızlı gelişmeler dolayısıyla kullanımını giderek arttırmıştır. Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte farklı metallerin birbirleri ile kaynak edilerek kullanılması bir ihtiyaç haline gelmiş ve bazı uygulamalarda büyük kolaylıklar ve pratiklik sağlamaktadır. Bu çalışmada farklı iki metal levhalar GR5 titanyum alaşımı ile 304 paslanmaz çelik levhaların difüzyon kaynağı yöntemiyle kaynak edilebilirliği araştırılmıştır. Difüzyon kaynak işlemlerinde, Çekme test numunelerinin boyutları 20x100x1 mm'lik boyutta, Lazer kesme makinası kullanılarak numuneler hazırlanmıştır. Kesilen numunelerin birleştirilecek yüzeyleri sıra ile 240, 400, 600, 800, 1000 ve en son 1200 mesh'lik zımparayla parlatılmıştır. Parlatılan farklı metal yüzeyler, difüzyon kaynağı ile birleştirme öncesinde aseton banyolarında bekletildikten sonra, üzerine alkol dökülerek kurutulmuştur. Difüzyon kaynağı yapılırken numunelerin oksitlenmemesi için atmosfer kontrollü fırında argon gazı ortamında kaynak işlemi gerçekleştirilmiştir. Difüzyon kaynağında kaynak işlemini hızlandırmak, kaynak bölgesinin mekanik özelliklerini geliştirmek için aratabaka olarak 50µm kalınlığında saf bakır folyo kullanılmıştır. Difüzyon kaynağı 3MPa basınç ve 1000 °C sıcaklık ve dört farklı bekleme süresinde (15, 30, 45 ve 60 dakika) uygulanmıştır. Farklı bekleme süresinin kaynak ara yüzey oluşumları üzerindeki etkileri mekanik olarak irdelenmiştir. Birleştirilen malzemelerin difüzyon kaynak

mukavemetleri belirlemek için çekme ve mikrosertlik testleri uygulanmıştır. Vickers sertlik cihazıyla difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin kaynak bölgesi boyunca sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Farklı bekleme parametreleriyle difüzyon kaynağı yapılmış 304 paslanmaz çelik ve GR5 titanyum çiftinin difüzyon kaynağında çekme dayanımı testinden, en yüksek çekme mukavemeti 1000°C sıcaklık ve 60 dakikalık sürede 9593 N olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Difüzyon Kaynağı, Titanyum, paslanmaz çelik

## 1. GİRİŞ

Difüzyon kaynağı, karmaşık şekilli parçaları birleştirmek için umut verici bir tekniktir ve difüzyon kaynak sırasında büyük çapta bir deformasyon oluşmamaktadır. Difüzyon kaynağı, özellikle otomotiv, uzay teknolojisinde ve elektronik sanayindeki hızlı gelişmeler, bu yöntemin kullanımını adeta zorlamıştır. Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte farklı metallerin birbirleri ile kaynak edilerek kullanılması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bakır alaşımlı alüminyum 2024 ile Çinko alaşımlı 7075 alüminyum alaşımların difüzyon kaynak yöntemi ile birleştirilen mekanik ve metalürjik özelliklerinin incelenmesi [1]. 316L paslanmaz çelik ile Ti-6Al-4V alaşımı 5 MPa sabit basınç kullanılarak 820, 885, 930 ve 980 °C sıcaklık ve 15 dakika sürede, Argon gazı atmosferinde difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş ve deneysel sıcaklığın ara yüzey oluşumları üzerindeki etkileri araştırılmıştır [2]. Difüzyon kaynağı, elektronik, nükleer ve uzay endüstrisinde kullanılan önemli bir üretim tekniğidir. Bu teknik, yakın boyut toleransı ve küçük bir mikroskobik çarpılmayla, benzer ve benzer olmayan malzemelerin birleştirilmesinde alışılmadık dışında bir birleştirme işlemi sağlar [3]. Ti6Al4V metal alaşımı ve özel alaşımlı bir paslanmaz çelik difüzyon kaynağı ile birleştirerek, Mukavemetli ve korozyona dayanıklı bir metal üretmek amacıyla yapılmış bu çalışmada sıcaklık ve bekleme sürelerini azaltarak sağlıklı bir şekilde difüzyon kaynağının yapıldığını sonucuna ulaşmıştır [4]. Difüzyon kaynağı yapılırken kaynak mukavemetini belirleyici sıcaklık, basınç, bekleme süresi ve aratabaka çok önemli parametrelerdir. Bu çalışma parametrelerinden difüzyon zamanı iyi bir difüzyon arayüzey elde etme amacıyla optimize edilmelidir [5, 6, 7, 8].

Bu çalışmada, farklı metallerin difüzyon kaynağı olarak 304 paslanmaz çelik ile GR5 titanyum alaşımı, atmosfer kontrollü fırında argon gazı ortamında 3 MPa basınç ve 1000°C sıcaklıktaki difüzyon kaynak süresinin mekanik sonuçlara etkisi araştırılmıştır. Difüzyon kaynak tekniği kullanılarak 15, 30, 45 ve 60 dakikalık difüzyon kaynak sürelerinde,

numunelerin kaynak bölgesi boyunca mikro sertlik ölçümleri ve çekme testi yapılarak difüzyon kaynak mukavemetine etkileri araştırılmıştır.

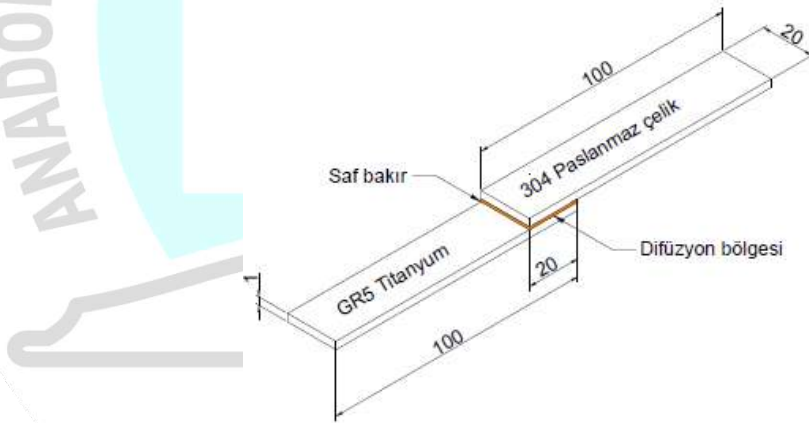
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada GR5 titanyum alaşımı ve 304 paslanmaz çelik levhalar difüzyon kaynağı yöntemi ile farklı difüzyon kaynak sürelerinde, birleştirilerek mekanik özellikleri incelenmiştir. Deneylerde kullanılan GR5 titanyum alaşımı ve 304 paslanmaz çelik alaşımları 1mm kalınlığında levha temin edilmiştir. GR5 titanyum alaşımı ve 304 paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** GR5 titanyum alaşımı ve 304 paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimi

	Element	V	Al	Fe	O	C	N	Mo	Ni	Sn	Ti
GR5	(%)Ağırlık	4.02	6.08	0.1	0.01	0.01	0.01	-	-	-	Kalan
	Element	Si	C	Mn	Cr	Ni	W	Mo	Co	Sn	Fe
304	(%)Ağırlık	0.27	0.24	1.32	18.6	8.16	0.061	0.23	0.08	0.07	Kalan

Difüzyon kaynağı yapılmış çekme test numunelerinin boyutları 20x100x1 mm’lik boyutta, Lazer kesme makinası kullanılarak numuneler hazırlanmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1:** Difüzyon kaynağı yapılmış çekme test numunelerinin boyutları

Difüzyon kaynağı için kesilen numunelerin birleştirilecek yüzeyleri sıra ile 240, 400, 600, 800, 1000 ve en son 1200 mesh’lik zımparayla parlatılmıştır. Parlatılan farklı metal yüzeyler, difüzyon kaynağı ile birleştirme öncesinde aseton banyolarında bir müddet bekletildikten sonra, üzerine alkol dökülerek kurutulmuştur. Difüzyon kaynağı yapılırken numunelerin oksitlenmemesi için atmosfer kontrollü fırında argon gazı ortamında kaynak işlemi gerçekleştirilmiştir. Difüzyon kaynağında kaynak işlemini hızlandırmak, kaynak bölgesinin mekanik özelliklerini geliştirmek için aratabaka olarak 50µm kalınlığında saf bakır folyo

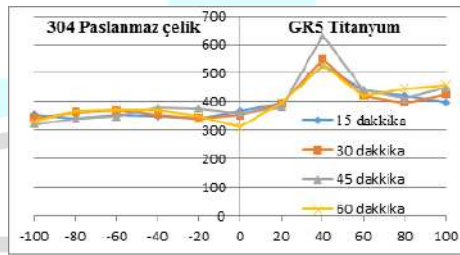
kullanılmıştır. Difüzyon kaynağı 3MPa basınç ve 1000 °C sıcaklık ve dört farklı bekleme süresinde (15, 30, 45 ve 60 dakika) difüzyon kaynağı uygulanmıştır.

Birleştirilen farklı metallerin difüzyon kaynak mukavemetlerini belirlemek için çekme ve mikrosertlik testleri uygulanmıştır. Vickers sertlik cihazıyla farklı parametreyle difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin kaynak bölgesi boyunca sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çekme deneyleri ise Instron BS 8801 çekme test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Farklı bekleme parametreleriyle difüzyon kaynağı yapılmış 304 paslanmaz çelik ve GR5 titanyum çiftinin difüzyon kaynağında çekme dayanımları test edilmiştir.

### 3. Deneysel sonuçlar ve tartışma

#### 3.1. Mikro Sertlik Deney Sonuçları

Difüzyon kaynağı yapılan numunelerin mekanik özelliklerin belirlenmesi için, mikro sertlik ölçümleri AOB marka Vickers ölçüm cihazıyla kaynak bölgesi boyunca sertlik ölçümleri yapılmıştır. Difüzyon etkilenen bölgenin her iki tarafında 20 µm'lik aralıklarla 10 gr yük altında 10 saniye süreyle yapılmıştır. Her sertlik ölçüm noktasından beş ölçüm yapılmış sonuç değerlerinin ortalaması alınmıştır.



Şekil 2. Difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş GR5 ve 304 malzemelere ait Vickers mikrosertlik değerleri

Mikro sertlik değerleri; difüzyon kaynağı ile birleştirilmiş GR5 ve 304 metal çiftlerinin, aratabaka ve difüzyondan etkilenmiş kaynak bölgesi taranarak alınmıştır. Şekil 2’de difüzyon kaynak yöntemi ile 15, 30, 45 ve 60 dakika difüzyon bekleme süresi ve 1000°C sıcaklıkta birleştirilmiş GR5 ve 304 paslanmaz çeliğe ait sertlik grafikleri verilmiştir.

#### 3.2. Çekme Deney Sonuçları

Difüzyon kaynak yöntemi ile 15, 30, 45 ve 60 dakika olan difüzyon bekleme süresi 1000°C sıcaklıkta birleştirilmiş, GR5 titanyum ve 304 paslanmaz çelik çiftinin çekme kuvvetine karşı göstermiş olduğu mukavemeti tespit etmek amacıyla çekme testleri yapılmıştır. Çekme

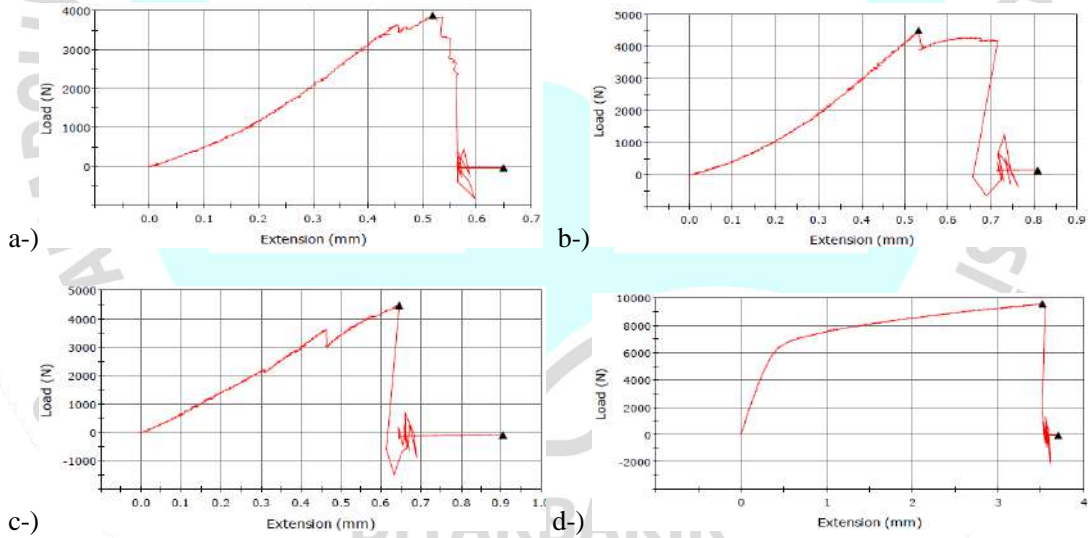


deneyleri; Instron BS 8801 çekme test cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3). Difüzyon kaynağı yapılan çekme test numunelerinin iki ucundan tutularak kopma hasarı gerçekleşinceye kadar 1 mm/dak hızla yük uygulanmış ve yük-uzama tespit edilmiştir.



Şekil 3. Çekme test cihazı

Difüzyon bekleme süresi Şekil 4a)'da 15 dakika, Şekil 4b)'de 30 dakika, Şekil 4c)'de 45 dakika ve Şekil 4 d)'de 60 dakika olan çekme testi sonucu ve yük-uzama grafiği elde edilmiştir.



Şekil 4. Difüzyon bekleme süresi, a)15, b) 30, c) 45 ve d-) 60 dakika sürede birleştirilen malzemenin yük-uzama grafikleri.

Şekil 4 'de dört farklı yük-uzama grafiği doğrusal bir durum göstermektedir. yük-uzama grafikleri incelendiğinde yaklaşık 0,5 mm uzama değerinden sonra yetersiz sürenin neden olduğu düşük bağlantı mukavemetinden dolayı yük-uzama grafiği bir miktar düşmüş sonra malzeme kaynak bölgesinden kopmuştur. Şekil 4 d-)'de yük-uzama grafiği incelendiğinde yaklaşık 3,5 mm uzama oluşmuş ve elde edilen maksimum kopma mukavemeti 60 dakika olan difüzyon bekleme süresi 9593 N olarak ölçülmüştür.

Elde edilen yük-uzama grafiklerinden bağlantının hasar yükü değerine ulaşılmıştır. Çekme testi sonunda Tablo 2’de görülen kopma mukavemet sonuçları elde edilmiştir.

**Tablo 2.** Farklı bekleme sürelerinde difüzyon kaynağı yapılmış numunelerin çekme deney sonuçları

	Difüzyon sıcaklığı (°C)	Basınç (MPa)	Zaman (Dakika)	Çekme deney sonuçları (N)
a	1000	3	15	3885.082
b	1000	3	30	4479.065
c	1000	3	45	4527.38
d	1000	3	60	9593.69

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada 304 paslanmaz çelik ve GR5 titanyum alaşımları 50µm kalınlığında saf bakır aratabaka kullanılarak argon gazlı atmosfer kontrollü fırında 3 MPa statik basınç altında, 1000 °C sıcaklıkta ve dört farklı (15, 30, 45 ve 60 dakika) bekleme süresinde difüzyon kaynağı yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir. Numunelerin kaynak mukavemeti tespiti için mikrosertlik ve çekme testleriyle değerlendirilip, sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1. Bekleme süresinin az olması difüzyon kaynağında yetersiz bir birleşmeye sebep olduğu gözlenmiştir. Difüzyon bekleme süresi artırıldığında atomik difüziviteyi artırarak çekme mukavemetinin yükselmesine neden olduğu gözlenmiştir. Difüzyon bekleme süresi 60 dakikaya çıkarıldığında kopma uzaması 0,5 mm den 3,5 mm ye ulaşmış ve en yüksek kopma mukavemeti 9593N olarak tespit edilmiştir.

2. Difüzyon kaynak bekleme süresi arttırılırsa, mikrosertlikteki bu artış, difüzyon kaynağı ara yüzeyinde titanium ve saf bakır intermetallik oluşumu sonucu kaynak bölgesindeki sertlik değeri de arttığı gözlenmiştir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. M. S. Keskin, H. Kejanlı, S. Bingöl “Farklı Alüminyum Alaşımların Difüzyon Kaynak Yöntemi ile Birleştirilmesi ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi”, DÜMF Mühendislik Dergisi 10:1 (2019) : 203-210

2. B. Kurt, N. Orhan “Difüzyon Kaynağı İle Birleştirilmiş Ti-6Al-4V Alaşımı Ve 316 Paslanmaz Çelik Çiftinin Ara Yüzey Mikroyapısının İncelenmesi” Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları; 2005
3. M. Ghosh, K. Bhanumurthy, G. B. Kale, J. Krishnan, and S. Chatterjee, Diffusion bonding of titanium to 304 stainless steel, Journal of Nuclear Materials, V. 322, p. 235-241, 2003.
4. N. Orhan, T.I. Khan, and M. Eroglu, Diffusion bonding of a microduplex stainless steel to Ti-6Al-4V, Scripta Materialia, No. 45, 441-446, 2001.
5. Duarte, L.I., Ramos, A.S., Vieira, M.F., Viana, F., Vieira, M.T., Koçak, M., (2006). Solid-state diffusion bonding of gamma-TiAl alloys using Ti/Al thin films as interlayers, Intermetallics, Volume 14, Issues 10–11, Pages 1151-1156.
6. Akca, E., Gursel, A., (2015). The importance of interlayers in diffusion welding, Period. Eng. Nat. Sci., 3, 12–16.
7. Xue, Z., Yang, Q., Gu, L., Hao, X., Ren, Y., Geng, Y., (2015). Diffusion bonding of TiAl based alloy to Ti-6Al-4V alloy using amorphous interlayer, Materials Science Engineering Technology, 46, No. 1.
8. Tomashchuka, I., Sallamanda, P., Cicalaa, E., Peyreb, P., Greveya, D., (2015). Direct keyhole laser welding of aluminum alloy AA5754 to titanium alloy Ti6Al4V, Journal of Materials Processing Technology, 217 96–104.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## DİŞLİ KUTUSUNDA OLUŞAN HATANIN TİTREŞİM ANALİZİ YOLU İLE BELİRLENMESİ<sup>1</sup>

**Özge Mersin Peliöglü**

Türk Traktör Sanayi ve Ziraat Makineleri A.Ş.

**Prof. Dr. Mehmet Eroğlu**

Gazi Üniversitesi

### 1. ÖZET

Titreşim analizi makine durumunun takibi için yaygın olarak kullanılan analiz yöntemidir. Makinede oluşan hatadan kaynaklanan titreşimlerin, makine üzerinde uygun pozisyonlardan toplanan sinyalin titreşim işleme metotları ile işlenmesi ile makine üzerinde oluşan hataların makinenin üzerinde yerinin ve hatanın çeşidinin belirlenmesinde kullanılan kapsamlı bir analiz yöntemidir. Böylece hatanın erken tespit edilmesi ile duruş esnasında maliyet olarak yüksek düşümler yaşanması ve hatanın erken tespit edilerek sistemin güvenilirliğini engellenmesinin önüne geçmiş oluruz.

### 2. GİRİŞ

Dişliler sistemde hareket ve güç iletimi sağlayan makine elemanlarıdır. Bu nedenle sağlıklı bir aktarım sağlanabilmesi için dişlilerin hatasız olması gerekmektedir. Eğer hata mevcut ise erken teşhis edilip gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Dişli hataları, hatalı tasarım, elverişli olmayan çalışma koşulları, üretim ve montaj problemleri, malzeme uygunsuzluğu ve yetersiz yağlama gibi çeşitli nedenlerden oluşabilir. Oluşan arıza birkaç dişli üzerindeki tüm dişleri etkileyebileceği gibi birkaç diş de etkileyebilir. Herhangi bir dişlide oluşan arıza sonucunda dişlinin kullanıldığı dişli kutusunun çalışma kabiliyeti düşecektir. Böylece sistemde ya güvenlik problemleri oluşacak ya da üretim durduğunda çok maliyet oluşacak işletmelerde mali kayıplara sebep olacaktır.

<sup>1</sup> Yazar Notu: Bu çalışma Prof. Dr. Mehmet Eroğlu tarafından danışmanlığı yapılan Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği “Fen Bilimleri Enstitüsü”nde yapılan Özge Mersin Peliöglü’nun “DİŞLİ KUTUSUNDA OLUŞAN HATANIN TİTREŞİM ANALİZİ YOLU İLE BELİRLENMESİ” konu başlıklı, Yüksek Lisans Tez çalışmasından türetilmiştir.



Bir dişli kutusunda hataları erken tespit etme, sistemin güvenilirliği büyük ölçüde artırır ve bu noktada erkenden düzeltici işlem yapılabilir. Dişlilerin arıza tespiti için birçok yöntem vardır: titreşim analizi, yağ analizi, akustik analizi, termal analiz, performans analizi vb. Dişli arıza tespiti için ölçüm kolaylığı nedeniyle en popüler ölçüm tekniği titreşim analizidir. Çünkü sistem oluşan hataya göre belirli bir titreşim sinyali oluşturmaktadır.

Dişlinin durumunu belirlemek için çalışan bir sistemde gövde üzerinden uygun pozisyonlardan titreşim sinyali alınabilir. Bu analizlerin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için daha önceden alınmış bir sinyal ile karşılaştırılmalıdır. Bu nedenle sistemden belirli periyotlar ile titreşim sinyali verisi toplanmalıdır. Dişlilerde oluşan hatların belirlenmesinde pek çok sinyal işleme yöntemi uygulanmıştır: zaman, frekans, sepstrum ve birleştirilmiş zaman-frekans yöntemi (Ani Güç Spektrumu dönüşümü ve sürekli dalgacık dönüşümü).

### 3. AMAÇ

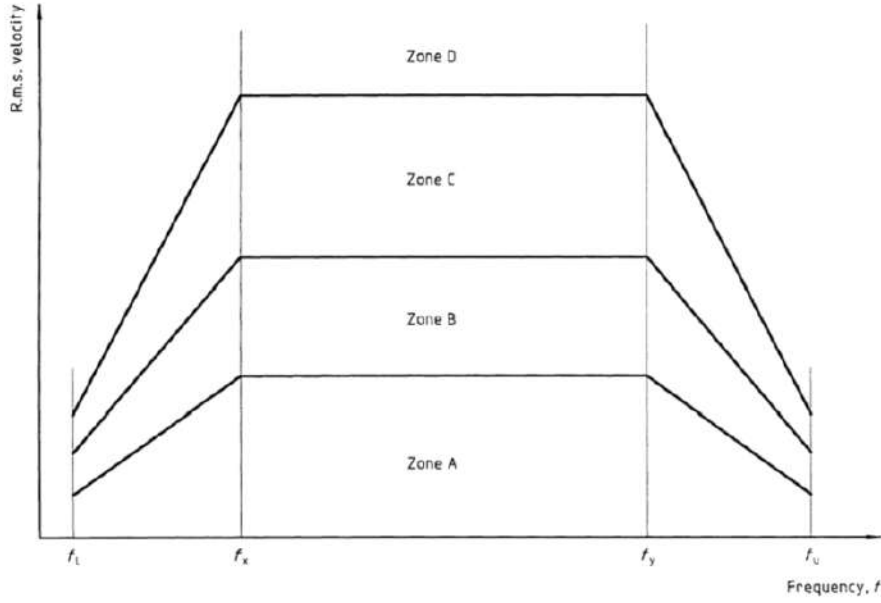
Bu çalışmada ulaşılmak istenen hedef, dişli kutusunda oluşan problemleri belirlemek için herhangi bir de montaj yapılmadan nerede ve nasıl bir hata olduğu belirlenecek ve böylece hem süre buna paralel olarak hem de mali kazancımız oluşması beklenmektedir.

### 4. KAPSAM

Titreşim şiddetini değerlendirmek için, değerlendirme kriterleri hem titreşim büyüklüğünü hem de titreşim büyüklüğündeki değişiklikleri içerir. Aşağıdaki Şekil 1’de gösterildiği gibi, değerlendirme bölgeleri, kılavuzluk sağlamak için ISO 2372 standardında tanımlanmıştır.

- A. İyi
- B. İzin verilebilir
- C. Tölere edilebilir
- D. İzin verilemez

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



R.m.s. vibration velocity mm/sec	up to 15 kW Class I	15 to 75 kW Class II	> 75 kW (rigid) Class III	> 75 kW (soft) Class IV
0,28	A	A	A	A
0,45				
0,71				
1,12	B	B	B	B
1,8				
2,8	C	C	C	C
4,5				
7,1	D	D	D	D
11,2				
18				
28				
45				

Şekil 1: Titreşim standartları ISO 2372 [1]

## 5. YÖNTEM

### 5.1. Şanzıman Hata Tespiti için Sinyal İşleme Teknikleri

Sinyal işlemenin temel amacı, bir hatanın saptanması ve sınıflandırılmasına yardımcı olmaktır. Dişli hatası saptanması için çeşitli sinyal işleme teknikleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Buna paralel olarak, araştırmacılar sürekli olarak bu amaçlar için daha iyi ve etkili teknikler araştırılmasına devam etmektedir.

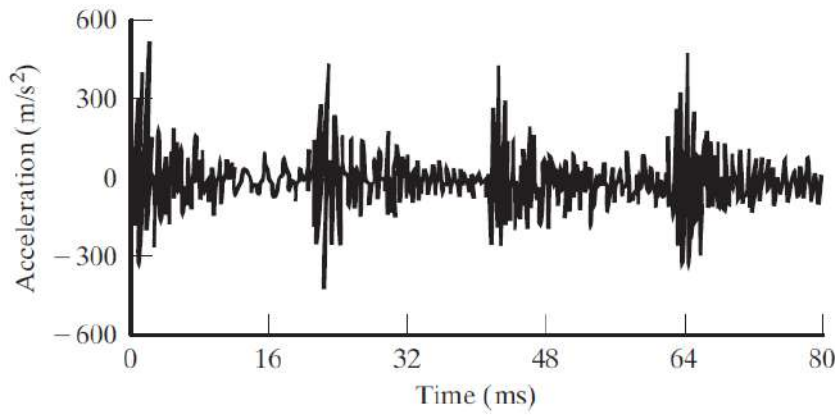
Makine sağlığı izlemesi için sinyal işleme yöntemleri, zaman alanı analiz, frekans alanı analiz ve zaman/frekans alanı analiz teknikleri olarak sınıflandırılabilir [2].

#### 5.1.1. Zaman alanı analizi

Zaman alanı analizi, sinyalin (dalga) zaman geçişini kullanır. Bir dişli kutusu gövdesinde alınan dalga formları, dişlilerde çatlak veya kırık dişler ve rulmanların iç ve dış yataklarındaki çatlaklar gibi farklı hasarlar kolayca saptanabilir. Bir dişlinin titreşiminin zaman alanı

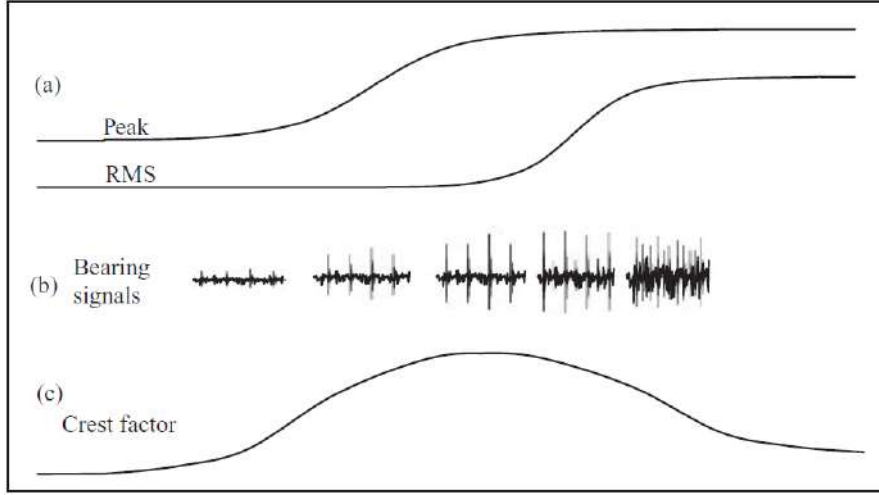
ortalaması, dişli durumunu açıklayan tüm bilgileri içermesine rağmen, herhangi bir hatanın açık belirtileri zaman alanı ortalamasında, özellikle erken aşamalarda doğrudan görülemeyebilir. İlk dişli hata belirtilerini saptamak için zaman bölgesi ortalamasınının daha fazla işlenmesi gerekebilir [3].

Şekil 2 tek kademeli şanzımanın ivme sinyali gösterilmektedir. Pinyon dişlinin (şaft) hızı 2865 d/d veya 47.75 Hz olduğundan, periyot 20.9 ms olarak hesaplanabilir. İvme dalga formu darbelerin yaklaşık 20 ms'lik aralıklarla periyodik olarak oluştuğunu göstermektedir. Bu sürenin pinyon dişlisi ile aynı olduğuna dikkat edilerek, ivme sinyalindeki darbelerin sebebi pinyon dişlisi kırık bir dişe sahiptir diye yorumlanabilir [4].

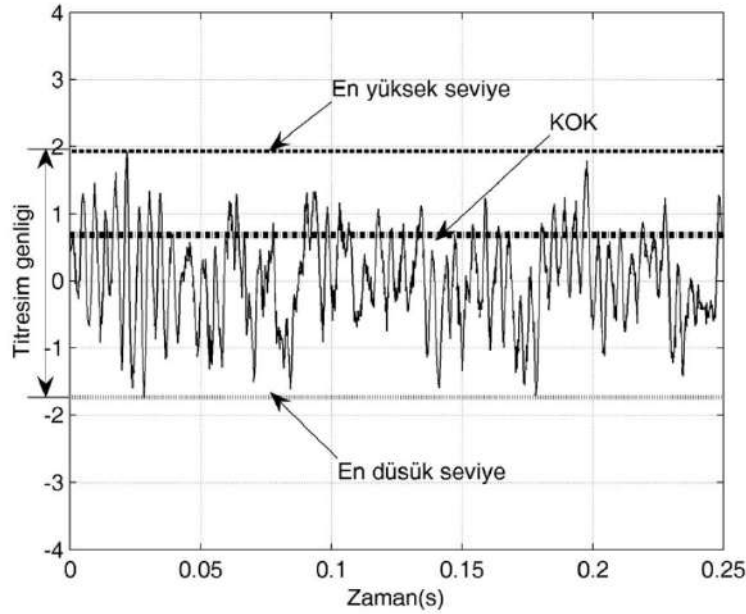


**Şekil 2:** Arızalı bir şanzımanın zaman alanı dalga biçimi

Bazı durumlarda tepe noktası seviyesi, karekök ortalama seviyesi (RMS) ve crest faktörü gibi indisler makine-durum izlemede hasarı saptamak için kullanılmaktadır. Tepe noktası seviyesi yalnızca bir kez oluştuğundan, istatistiksel bir nicelik değildir ve dolayısıyla kesintisiz işletim sistemlerinde hata tespit etmek için güvenilir bir gösterge değildir. RMS değeri kararlı durum uygulamalarında hata tespiti için daha iyi bir göstergedir ancak, sinyal birçok dişliden mil ve rulmandan oluşan tam bir vites kutusunun titreşimde olduğu gibi, birden fazla bileşenden bilgiler içeriyorsa, kullanışlı olmayabilir. Tepe noktası katsayılarının RMS seviyesine oranı olarak tanımlanan crest faktörü hem tepe noktası hem de RMS seviyelerinden bilgiler içerir. Bununla birlikte, bazı durumlarda hata saptanamayabilir. Örneğin, hata aşamalı olarak oluşursa, crest faktörü azalan bir eğim gösteriyor olsa da sinyalin RMS seviyesi giderek artabilir (bkz. Şekil 3).



Şekil 3: Hata gelişimi ile tepe noktası crest faktörü eğilimi



Şekil 4: Zaman Tanım bölgesi titreşim sinyali

Kurtosis de crest faktör gibi sinyalin darbe içeriğini tespit eder, fakat kurtosis (*genlik*)<sup>4</sup>/*(KOK)*<sup>4</sup> olarak tanımlandığından darbe içeriğine daha hassastır. Normal dağılımın kurtosis değeri 3 olduğu için hatalı rulmana ait sinyallerin kurtosis değerinin bu değerden büyük olması beklenir [5]. Kurtosis’de dişli kutusu çalışma süresi izlendiğinde, elde edilen veriler crest faktörüne göre daha etkilidir. Elde edilen Kurtosis verileri, dişlinin ömrünün kestirilmesinde de kullanılabilir.



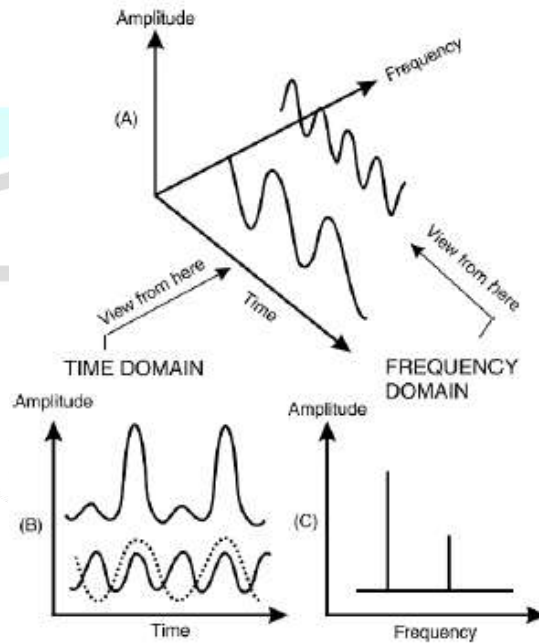
### 5.1.2. Frekans alan analizi ve Sepstrum

Frekans alanı analizi, genliklerin sinüs ve kosinüs dalgaları olarak gösterildiği alandır. Bu dalgaların bir büyüklüğü ve frekansa göre değişen bir fazı vardır. Frekans dönüşümü Şekil 5'te şematik olarak gösterilmiştir.

Bir makinenin titreşim tepkisi sadece bileşenlerine değil, aynı zamanda kurulumu, montajı ve yerleşimine bağlıdır. Böylece makinenin titreşim davranışları kısmen o makine özeldir; Dolayısıyla titreşim spektrumu o makinenin titreşim imzası olarak kabul edilebilir.

Sağlıklı bir dişli kutusunda, dişli kutusundan ölçülen titreşim seviyesi sabit kalır. Ancak, dişli kutusunda bazı hatalar oluştuğunda, titreşim seviyesi ve dolayısıyla da frekans spektrumu şekli değişir. Hatalı dişli kutusunun frekans spektrumu, sağlıklı dişli kutusuna karşılık gelen referans frekans spektrumu ile karşılaştırılarak hata yapısı ve hatanın konumu saptanabilir.

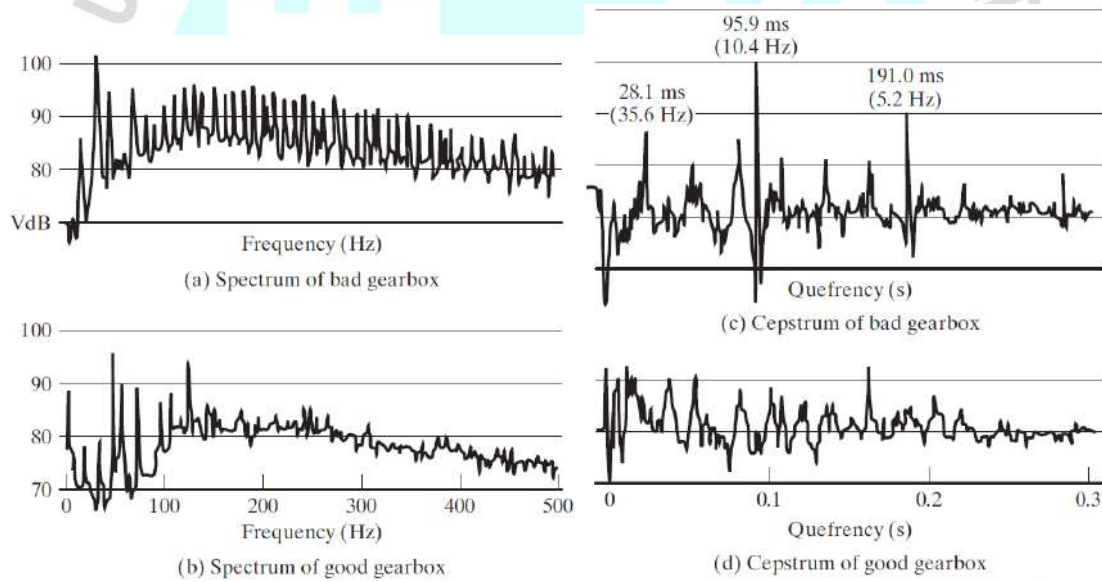
Spektrumun önemli bir diğer özelliği de bir makinede dönen ele her elemanın gösterildiği gibi kendine has bir frekans üretiyor olmasıdır; böylece verilen bir frekanstaki spektrum değişimleri, ilgili makine bileşenine doğrudan atfedilebilir. Bu tür değişiklikler, titreşim seviyelerindeki genel değişimlere göre daha kolay tespit edilebildiği için, bu uygulama bizim için önemli olacaktır. [4]



Şekil 5: Frekans alanı analizi

Sepstrum, güç spektrum logaritmasının ters Fourier dönüşümü olarak tanımlandı. Yani sepstrum analizi, bir logaritmik spektrumdan periyodik bilgileri çıkarmak için kullanılır.

Sepstrum, geniş bir frekans aralığında ortalama yan bant aralığını tahmin ettiğinden, dişli hatalarının algılanması ve teşhisine uygulanabilir. Örnek olarak, ilk dişlisi devreye alınmış bir iyi durumda diğeri kötü durumda olan iki kamyon şanzımana ait spektra ve sepstra eğrileri Şekil 6'da gösterilmektedir. Bozuk şanzıman, spektrumunda yaklaşık 10 Hz'lik bir aralık ile çok sayıda yan banda işaret ederken, iyi bir şanzıman spektrumunda belirgin bir periyodiklik görülmemektedir. Hatalı şanzıman, spektrum grafiklerinden net olarak tespit edilememektedir. Ancak, hatalı vites kutusu sepstrumu 28.1 ms (35.6 Hz), 95.9 ms (10.4 Hz) ve 191.0 ms (5.2 Hz) dikkat çekici üç quenfrecies gösterir. 35.6 Hz takabül eden rahmonics birinci seriye ait vites kutusuna giriş hızına karşılık gelecek şekilde tespit edilmiştir. Sistemin teorik çıkış hızı da 5.4 Hz'dir. Böylece 10.4 Hz 'e tekabül eden rahmonics'in ikinci dişli frekansı ile aynı olduğu ortaya koyulmuştur. Birinci dişlinin sağlam olmasına rağmen, hatalı olduğunu göstermektedir.



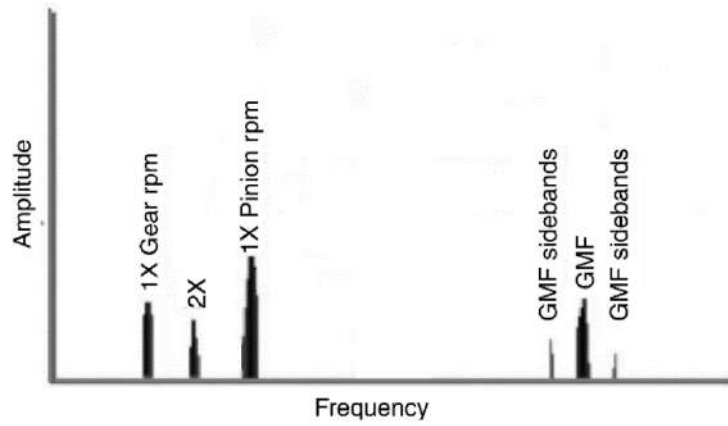
Şekil 6: Şanzıman spektrum ve sepstrumu

### 5.1.3. Zaman- Frekans Analizi Teknikleri

Frekans tanım bölgesi teknikleri dişli hatalarının tespitinde oldukça etkin ve yoğun bir şekilde kullanılmasına rağmen sadece spektrumların incelenmesi zaman tanım bölgesinde sinyalin davranışı hakkında bilgi vermemektedir. Zaman/frekans analizi teknikleri sinyalin frekans dağılımının zamana bağlı olarak gösterilmesi, dolayısıyla zaman tanım bölgesindeki bilgilerin de kaybolmamasını sağlar.

## 5.2.Grafik inceleme

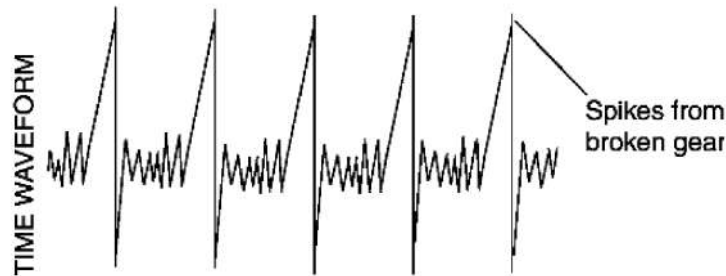
**Aşırı yükte:**



Şekil 6: Dişli dişinin aşırı yüklenmesinde

- GMF’de daha yüksek genlikler ve
- GMF çevresindeki yan bantlar oluşur.

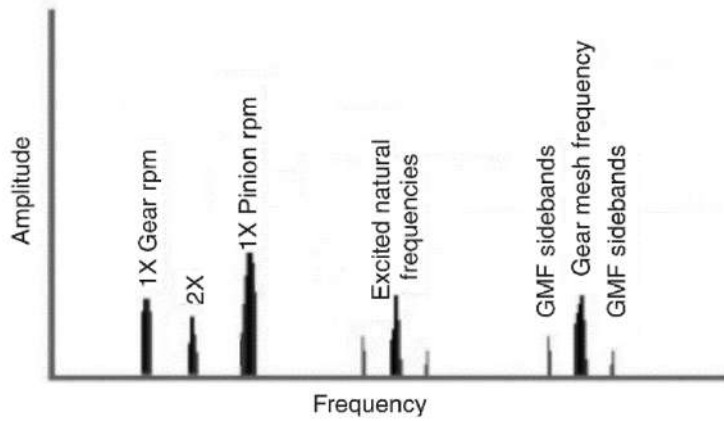
**Çatlak veya Kırık:**



Şekil 7: Dişli dişinin kırılma veya çatlama durumunda

- Problemi olan dişli veya pinyonun çalışma hızının '1x'inde bir artış olarak görülmektedir. Diğer '1x' problemlerinden ayırt etmek zor olabilir.

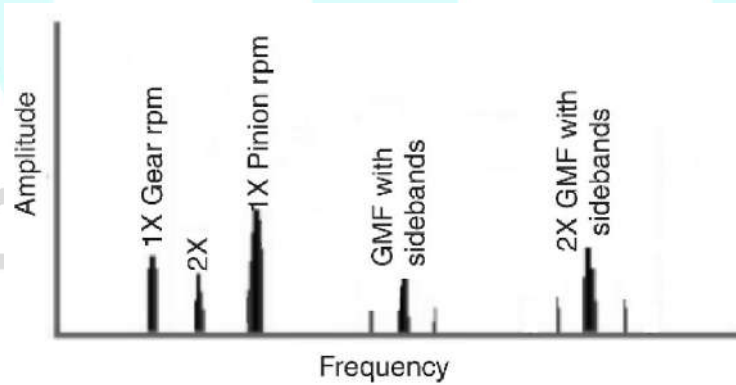
### Aşınma:



Şekil 8: Dişli dişinin aşınması durumunda

- Genel enerji seviyeleri artmaktadır.
- Hata görmüş bileşenin '1x'inde bir artış olarak görülebilir. Ayrıca 1x'in yan bantları da görülebilir.
- Aşınma yeterince şiddetli ise, bir dişlinin doğal frekansının tetiklendiği görülebilir.

### Hizalama:

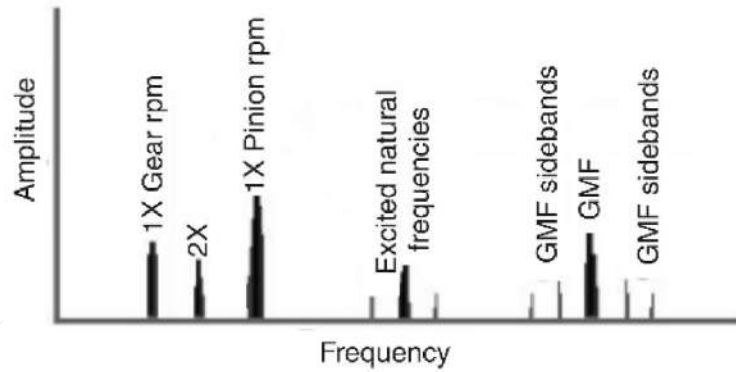


Şekil 9: Dişlilerde hizalama problemi olduğu durumda

- Dişli geçme frekansının katlarında daha yüksek genlikler
- GMF katları etrafında çalışan hız yan bantları elde edilir.



*Merkezden kaçıklık / Dişler arasındaki boşluk (backlash):*



**Şekil 10:** Dişilerde merkezden kaçıklık ve backlash olduğu durumda

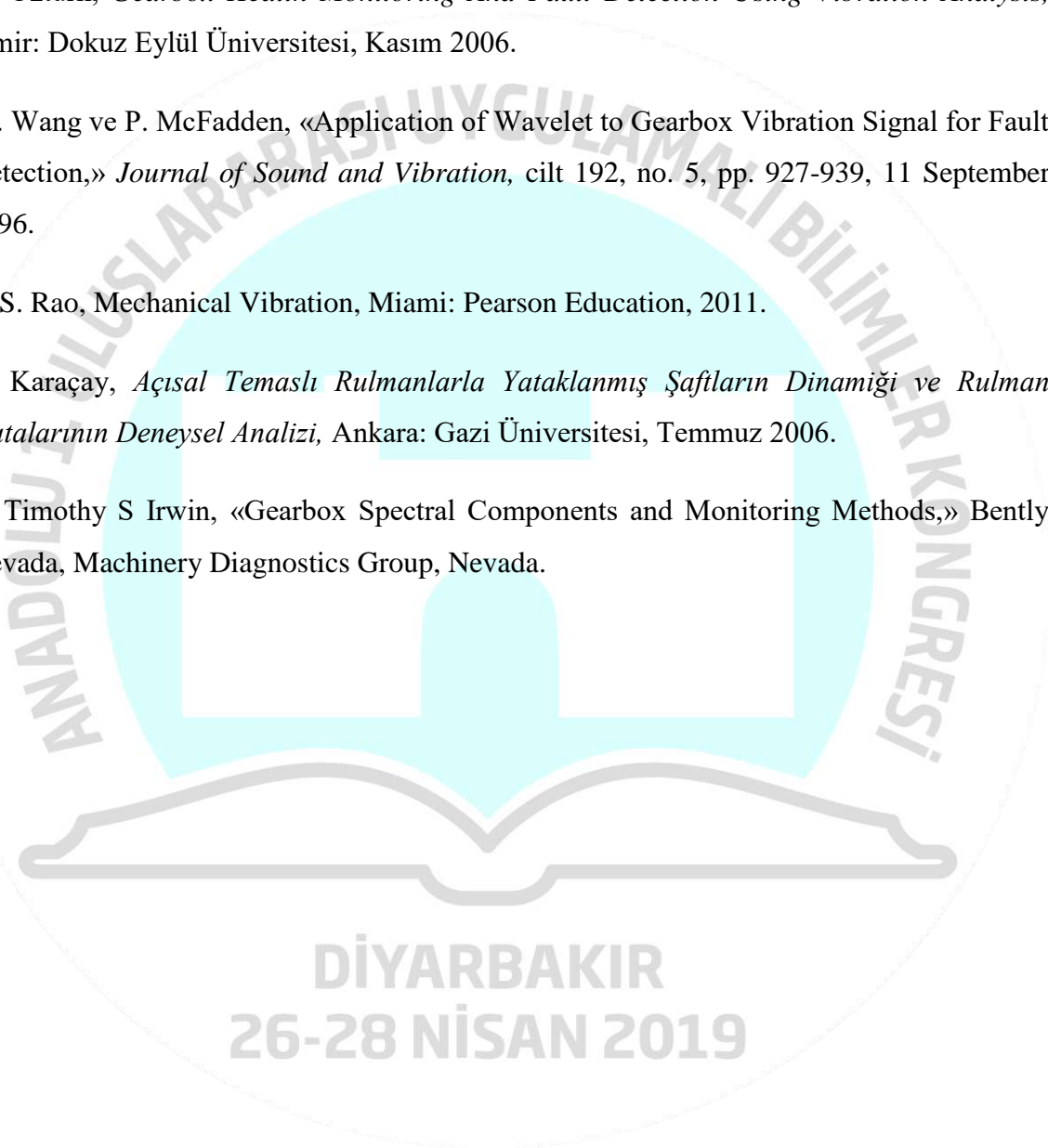
- GMF’de daha yüksek genlikler ve
- GMF çevresindeki yan bantlar oluşur.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, hataların analizi için kullanılan çeşitli teknikler hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmış ve titreşim grafiklerinin incelenmesi için gerekli olan ipuçları verilmiştir. Bir dişli kutusu dönen makinelerde temel bir bileşendir ve çeşitli endüstriyel ekipmanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dişli kutusunun beklenmeyen bir şekilde çalışmaması sistemin güvenilirliğini azaltmakta ayrıca önemli ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, erken hata belirtilerini saptamak önemlidir. Dişli kutusu hataları saptamak için pek çok uygulanabilir yöntem vardır. Ancak, titreşim analizi ölçüm kolaylığı nedeniyle en yaygın olarak kullanılan analiz tekniğidir. Çünkü her dişli kutusu oluşan hataya göre kendine özgü belirli bir titreşim sinyali oluşturmaktadır. Makine bakım esnasında dişli kutsundan alınan belirli periyotlardaki titreşim dalarının karşılaştırılmasıyla, hatalar erken tespit edilebileceği gibi sistemin ömür tayini de yapılabilir. Uygun sinyal işleme yöntemleri kullanarak, dişli kutusunun sağlık durumunu değerlendirmek için titreşim sinyallerinde hatalardan kaynaklanan değişiklikler tespit edilebilmektedir.

**BAŞVURULAR**

- [1] J. M. Robichaud ve P.Eng, «Reference Standards for Vibration Monitoring and Analysis,» Bretech Engineering Ltd, Canada.
- [2] H. Öztürk, *Gearbox Health Monitoring And Fault Detection Using Vibration Analysis*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Kasım 2006.
- [3] W. Wang ve P. McFadden, «Application of Wavelet to Gearbox Vibration Signal for Fault Detection,» *Journal of Sound and Vibration*, cilt 192, no. 5, pp. 927-939, 11 September 1996.
- [4] S. S. Rao, *Mechanical Vibration*, Miami: Pearson Education, 2011.
- [5] T. Karaçay, *Açısal Temaslı Rulmanlarla Yataklanmış Şaftların Dinamiği ve Rulman Hatalarının Deneysel Analizi*, Ankara: Gazi Üniversitesi, Temmuz 2006.
- [6] P. Timothy S Irwin, «Gearbox Spectral Components and Monitoring Methods,» Bently Nevada, Machinery Diagnostics Group, Nevada.



## SULU ÇÖZELTİLERDE BAKIR (II) İYONLARININ BİYOSORPSİYON İLE UZAKLAŞTIRILMASI VE KİNETİK ÇALIŞMALAR

**Dr. Öğr. Üyesi M. Fırat Baran**

Mardin Artuklu Üniversitesi

**Doç. Dr. M. Zahir DÜZ**

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Cansız hücrelerle ağır metal iyonlarının adsorplanarak giderimi olayına biyosorpsiyon denir. Bu çeşit mikroorganizmaları düşük konsantrasyonlu ağır metalleri sulu çözeltilerden ve atık sulardan uzaklaştırmak için kullanmak mümkündür. Bu çalışmada sulu çözeltilerinden metal giderimi için düşük maliyetli ve kolay üretilen bir adsorblayıcı olan bakteriler kullanılarak Cu(II) giderimi incelenmiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada biyosorbent olarak kullandığımız *Bacillus subtilis* ATCC 6051 ve *Bacillus licheniformis* sp.'nin iki ırkının Cu(II) metal iyonlarını uzaklaştırma kabiliyeti bu metallerin sulu çözeltilerinde batch yöntemi kullanılarak değerlendirildi. Adsorpsiyon izoterm verileri Freundlich ve Langmuir izoterm modellerinde değerlendirilerek adsorpsiyonun Langmuir izotermiyle uyumlu olduğu görüldü ve bu veriler kullanılarak serbest enerji değişimi ( $\Delta G$ ), entalpi değişimi ( $\Delta H$ ) ve entropi değişimi ( $\Delta S$ ) gibi termodinamik fonksiyonlar hesaplandı. Sonuçta yapılan çalışmada kullanılan biyokütleler;Cu(II) metal iyonunu etkin bir biçimde sulu çözeltilerinden uzaklaştırılabildiğini deney sonucunda gözlemledik.

**Anahtar kelimeler:** Biyosorpsiyon, metal giderimi, serbest enerji değişimi, freundlich ve langmuir izotermi.

### ABSTRACT

The adsorption of heavy metal ions with inanimate cells is called biosorption. It is possible to use such microorganisms to remove heavy metals with low concentrations from aqueous solutions and waste waters. In this study, Cu (II) removal was investigated by using bacteria which is a low cost and easily produced adsorbent for metal removal from aqueous solutions. In our study, the ability of *Bacillus subtilis* ATCC 6051 and *Bacillus licheniformis* sp. To remove Cu (II) metal ions from two strains of biosorbent was evaluated by using batch method in these solutions. Adsorption isotherm data were evaluated in Freundlich and

Langmuir isotherm models and the adsorption was consistent with Langmuir isotherm and thermodynamic functions such as free energy change ( $\Delta G$ ), enthalpy change ( $\Delta H$ ) and entropy change ( $\Delta S$ ) were calculated. In conclusion, biomass used in the study showed that Cu (II) metal ion can be removed from active solution solutions.

**Keywords:** Biosorption, metal removal, free energy exchange, freundlich and langmuir isotherms.

## 1.GİRİŞ

Günümüzde metaller; madencilik, metalurji, elektro kaplama, metal cilalama gibi birçok endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Endüstriyel atıklarda metal iyonların varlığı pek istenmeyen bir durumdur. Belli çevresel şartlar altında metallerin toksik seviyede birikimi ekolojik anlamda çevreye zarar vermektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde, endüstriyel işlemler sonucu biriken kirleticilerle ilgili çok sıkı çevresel düzenlemeler yapılmaktadır. Bu nedenle fabrikalardan gelen kirtleticileri kabul edilebilir seviyelerdeki derişime düşürebilmek ve bu alan ile ilgili faaliyetleri geliştirebilmek için birçok teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak atık su iyileştirme faaliyetini seçmeden önce laboratuvar ve mühendislik boyutunun sistem dizaynından önce tamamlanması gerekir. Metalleri çevresel etkileri veya mikroorganizma etkileşimleri açısından çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Toksisitelerine göre metaller üç grup altında toplayabiliriz. Bunlar;

Toksik metaller: civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve krom'dur.

Yüksek konsantrasyonu çevresel kaygı yaratan metaller: bakır, nikel, kobalt ve çinko'dur.

Yüksek toksisite ve radyoaktif özelliğe sahip olanlar ise : uranyum vb.

Doğada metal kirliliğine yolaçan çok sayıda uygulama alanı bulunmaktadır. Bu kirlilikte en önemli yere sahip olan endüstriyel alanlardır. Bunlar; organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, suni gübreler, deterjanlar, madencilik, çöp fırınları, radyoaktif metallerin işlenmesi, metal ile kaplama işlemleri boyaların kullanımı, atık piller, pestisitler ve egsoz gazı vb (Vijayaraghavan ve Yun 2008).

Su kirliliğini oluşturan en büyük etmenlerden biri de toksik metallerdir. Bu kirliliğe neden olan başlıca toksik mataller; Cr, Cu, Pb, Zn, As, Fe, Cd ve Hg'dır. Toksik metaller hem önemli, hem de en tehlikeli maddeler sınıfına girmektedir. Son yıllarda mevcut verilerden bakır, kadmiyum, kurşun, civa, nikel, alüminyum, çinko, uranyum, berilyum vb. gibi toksik metallerin insan sağlığına zararlı olduğu anlaşılmaktadır (Yıldız 2004).



Toksik metallerin sulu çözelti ve ortamlardan uzaklaştırılmasında kullanılan bazı geleneksel metotlar; kimyasal çöktürme, iyon değişimi, adsorpsiyon (biyoadsorpsiyon), ters osmoz ve filtrasyon şeklinde sıralanabilir [(Hussein ve ark. 2004),(Liu ve ark. 2004)]. Bu geleneksel metotlar ile ortamda bulunan metaller tam olarak uzaklaşmayabilir. Bunların dışında bu proseslerin; pahalı cihazlar gerektirmesi ve enerji ihtiyacının fazla olması, proses sonucunda toksik çamur ve diğer atık ürünler oluşturması gibi dezavantajları vardır (Hussein ve ark. 2004).

Yukarıda sıralanan sebeplerden metal iyonlarının sulu ortamlardan uzaklaştırılması üzerine değişik teknolojiler geliştirmek günümüzde önemli bir araştırma konusudur. Bu konuda geliştirilen yöntemlerin başında da biyosorpsiyon metodudur. İçme suyu, nehir suyu ve atıksulardan toksik metallerin uzaklaştırılmasında biyolojik orjinli biyosorbentlerin kullanılması var olan metotlara oranla ucuz ve kolay elde edilebilmeleri alternatif bir metot oluşturmaktadır. Biyosorpsiyon teknolojisinin en önemli avantajları atık sulardaki toksik metal konsantrasyonlarını düşük seviyelere indirgemekteki etkinliği ve bol miktarda kolayca üretilen, ekonomik biyosorbent materyallerinin kullanılmasıdır. Bu biyosorbentler metal iyonlarının giderilmesinde yüksek seçiciliğe sahiptirler [(Bayramoğlu ve ark. 2005),(Stanley ve ark. 2005)]. Ayrıca bu metot ile çok düşük konsantrasyonlardaki sulardan bile toksik metalleri etkili bir biçimde uzaklaştırabilmektedir (Tevari ve ark. 2005).

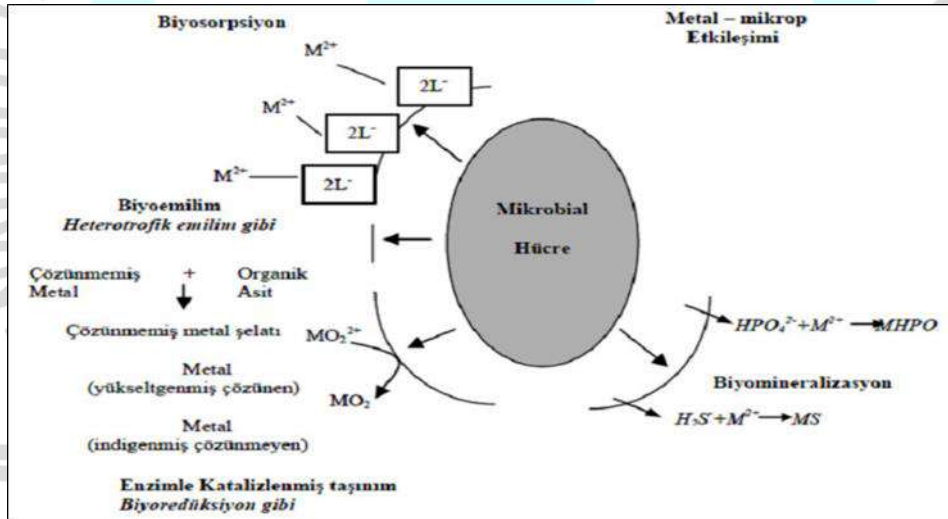
Biyosorpsiyon yönteminin diğer avantajları ise bu yöntemin yerinde uygulanabilen bir yöntem olması, çok özel dizaynlar gerektirmemesi ve birçok sistemle çok kolay bir biçimde birleştirilebilmesidir (Tevari ve ark. 2005).

Biyosorpsiyon yönteminde biyosorbent olarak genellikle; bakteri, alg, mantar, maya türleri gibi çok çeşitli türler kullanılabilir [(Kovacevic ve ark. 2005), (Nasernejat ve ark. 2005)]. Biyosorpsiyon yada biyoadsorpsiyon metallerin biyokütle ile pasif olarak hareketsizleştirilmesine dayanmaktadır. Hücre yüzeyinde gerçekleşen giderim olayının mekanizması hücre metabolizmasından bağımsızdır. Bu prosesin giderim mekanizmaları metal ile hücre yüzeyindeki fonksiyonel gruplar arasındaki fizikokimyasal etkileşimlere dayanır (Kovacevic ve ark. 2005).

Biyosorbentlerin hücre duvarlarında genellikle polisakkaritler, proteinler ve yağlardan meydana gelmektedir. Ayrıca metal iyonlarıyla bağ yapabilen; karboksilat, hidroksil, sülfat, fosfat ve amino gibi çeşitli fonksiyonel gruplar içerir. Metal iyonları biyosorbent üzerindeki bu gruplarla fiziksel etkileşimler (zayıf bağlar) veya kimyasal bağ yaparak hücre zarı üzerinde gerçekleşen iyon değişimi ile tutulabilirler (Göksungur ve ark. 2003).

## Biyosorpsiyon

Biyokütleler ile (Fungus, bakteri, alg vb. gibi) yapılan adsorpsiyon işlemine “biyosorpsiyon” işlemi denir. Bir diğer deyişle biyosorpsiyon işlemi ölü veya inaktif biyolojik materyaller tarafından toksit maddelerin belli ortamlardan uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Biyosorpsiyon, pek çok metabolizmadan bağımsız olarak çalışan işlemlerdir. Biyosorpsiyon tekniği genellikle su kirliliği gideriminde çok sık kullanılmaktadır (Vijayaraghavan ve Sang Yun 2008). Son yıllarda etkin, kolay üretilen ve maliyeti düşük adsorbent kullanımı için yoğun araştırmalar yapılmaktadır (Tunalı ve ark. 2006). Bu araştırmaların içerisinde mikroorganizmaların adsorbent olarak kullanımı bu alanda büyük ilgi görmektedir (Kapoor ve ark. 1999). Biyosorbentler organik yapılı maddeler olduklarından doğaya fazla zarar vermezler. Biyosorpsiyon yönteminin; ekonomik olması ve toksik metal içeriği çok düşük olan sulardan bile verimli bir biçimde metal giderebilme kapasitesinden dolayı çok avantajlı bir metottür.



Şekil 1. Metal ile biyosorbent arasındaki etkileşim mekanizmaları (Lloyd 2002).

Bu amaçla kullanılan mikroorganizmalar genellikle; bakteriler, algler ve funguslardır. Metal adsorplamada bu organizmaların canlı hücrelerinden oluşan biyosorbentler kullanılabilir gibi, ölü hücreler de kullanılabilir. Biyosorbent materyaller canlı veya ölü hücreler şeklinde biyosorpsiyonda kullanılabilir.

Dolayısıyla biyosorpsiyonda kullanılan biyosorbentler birtakım özelliklere sahip olmalıdır; Biyokütleler (biyosorbentler) kolay elde edilebilir olmalı. (Eğer uygun bir laboratuvar varsa, gerekli kimyasallar ve cihazlar olduktan sonra biyokütleleri üretmek oldukça kolaydır).

Elde edilmesi kolay ve maliyeti düşük olmalı.

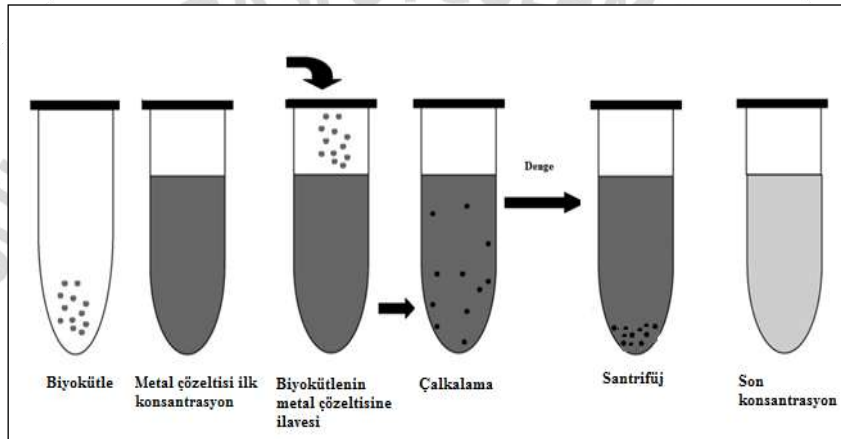
Kullanılan biyokütleler tekrar yenilenecek değerlendirilebilir olmalı.

İşlem sonunda kalan atıklar çevreye zarar vermemeli.

Yöntemin uygulanabilir olması.

Çok özel dizaynlar ve endüstriyel işlemler gerektirmemeli ve birçok sisteme ekonomik bir şekilde entegre edilebilmelidir (Aslan ve ark. 2007).

Bu biyosorbentler metal iyonlarının giderilmesinde yüksek seçiciliğe sahip olmaları.



## MATERYAL ve METOT

Bu doktora tezi kapsamında gerçekleştirilen çalışma Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya ve atomik absorpsiyon spektroskopisi Laboratuvarında gerçekleştirildi. Çalışmamızda dicle nehrinden izole edilen ve karakterize edilmiş bazı *Bacillus subtilis* ve *Bacillus liceniformis sp.* türü iki bakteri varyetesi kullanıldı. Ayrıca deneysel çalışmalarımız çalkalama (batch) tekniği ile yapıldı.

### Bakır Stok Çözeltisi, 1000 mg/L

1,905 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  alınıp yeterli miktarda saf su ile çözüldü ve toplam hacim 500 mL'ye tamamlandı.

### Biyosorpsiyon Kinetiği

Katı veya akışkanlar içinde moleküller her yönden çekildikleri için, bu çekim kuvvetleri dengededir. Oysaki fazlar arası yüzeyde, moleküllere etki eden çekim kuvvetleri farklılık göstermektedir. Bu yüzden malzemenin derişimi ara yüzeye yakın bölgede ara yüzeyi oluşturan fazlar içerisindeki yığın derişiminden farklıdır. Adsorbsiyon, adsorbe edilenin

yüzeyde tutulmasını sağlayan kuvvet çeşitlerine göre “**fiziksel adsorbsiyon**” ve “**kimyasal adsorbsiyon** “ olmak üzere ikiye ayrılır. Fiziksel adsorpsiyonda etkileşim zayıf bağlar ve çekim kuvvetleri sonucunda meydana gelir. Fiziksel adsorpsiyonda etkili olan kuvvetler Van Der Waals kuvvetleridir. Kimyasal adsorpsiyon ise adsorbat ile adsorbent arasında kimyasal reaksiyon oluşması, elektron alış veriş olması sonucunda meydana gelir. Fiziksel adsorpsiyonda bağ kuvvetleri moleküller arasında olurken kimyasal adsorpsiyonda moleküller içinde gerçekleşmektedir.

Adsorbsiyon verileri genellikle “**adsorbsiyon izotermi**” şeklinde sunulur. Sabit sıcaklıkta birim adsorbent miktarı tarafından adsorblanan miktarın denge çözelti derişimi veya basıncı ile ilişkisi “**adsorbsiyon izotermi**” olarak bilinir. Adsorpsiyon işlemi sırasında sistem dengeye geldiği anda, adsorban maddenin birim kütlesinin adsorpladığı madde miktarı, sıcaklık, derişim, basınç yada denge basıncının bir fonksiyonudur. Sıcaklığın sabit tutulduğu durumlarda bu fonksiyon aşağıdaki denkleme eşittir; (Xing ve ark. 2008)

$$qe = \frac{(Co - Ce).V}{m}$$

$q_e$  = Adsorbentın adsorpsiyon kapasitesi (mg/g, mol/g)

$C_o$  = adsorplanan maddenin başlangıç derişimi (mg/L, mol/L)

$C_e$  = adsorplanan maddenin denge anındaki derişimi (mg/L, mol/L)

$V$  = Çözelti hacmi (L)

$m$  = adsorbentın ağırlığı (g) (Himmelblau ve Riggs 2004).

## Adsorpsiyon Hız Sabitlerinin Hesaplanması

### 4.3.2.1. Pseudo-First Derece Hız Denklemi

$$\frac{dq}{dt} = k_1(q_e - qt)$$

$q_e$  ve  $qt$  ; dengede ve  $t$  zamanında biyosorbe edilen metal iyonu miktarı (mg/g)

$k_1$  ; pseudo-first derece adsorpsiyon hız sabiti ( $\text{dak}^{-1}$ )

Burada ki ifadenin integrali alınır;

$$\log \frac{q_e}{q_e - qt} = \frac{k_1}{2,303} t$$

Eşitliği düzenlersek;



$$\log(qe - qt) = \log qe - \frac{k_1}{2,303} t$$

Eşitliğine dönüşür.

$t'$ 'ye karşı  $\log(qe - qt)$  grafiğe geçirilirse eğim ve kaymadan  $qe$  ve  $k_1$  değeri bulunmuş olur (Ertugay ve Bayhan, 2008).

### Pseudo -Second Derece Hız Denklemi,

$$\frac{dqt}{dt} = k_2(qe - qt)^2$$

Burada (4.7.) ifadesinin integrali alınırsa;

$k_2$ , pseudo-second derece adsorpsiyon hız sabiti (g/mg.dak).

$$\frac{1}{qe - qt} = \frac{1}{qe} + k_2 t$$

Eşitliğini (4.8.) lineer forma dönüştürülürse;

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} + \frac{1}{qe} t$$

$t'$  ye karşı  $\frac{t}{qt}$  grafiğe geçirilirse eğim ve kayma değerlerinden  $k_2$  ve  $q_e$  değerleri hesaplanır (Ertugay ve bayhan 2008).

### Adsorpsiyon İzotermi

#### 4.3.3.1. Langmuir İzotermi (1918):

Biyokütle yüzeyinin tekli tabaka halinde kaplanması durumunda bu izoterm geçerli olmaktadır. Bu denklem aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

Langmuir adsorpsiyon izotermi aşağıdaki varsayımlar üzerine kurulmuştur.

-Yüzeyde adsorplanan moleküller tek tabaka halinde adsorplanırlar, adsorpsiyon monomolekülerdir.

-Adsorpsiyonda yüzeyin her tarafı örtülmez, yer yer örtülmeler olur.

-Yüzeyin her tarafında adsorpsiyon enerjisi aynıdır.

-Yüzeyde tutunan moleküller arasında etkileşme yoktur (Şahan 2008).

Genel Langmuir adsorpsiyon eşitliği aşağıdaki gibidir (Quintelas ve ark. 2008)

$$Q_e = Q_{max} \frac{bC_e}{1 + bC_e} \quad (4.10.)$$

Bu eşitliği düzenleyecek olursak ;

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{max}b} + \frac{1}{Q_{max}} C_e \quad (4.11.)$$

Bu denkleme göre  $C_e$ ' ye karşı  $\frac{C_e}{Q_e}$  grafiğe geçirilirse doğrunun eğiminden  $Q_{max}$ , kayma değerinden ise  $b$  sabiti hesaplanır.

Burada ;

$Q_e$  (mmol/g) ; birim miktar adsorbantı üzerinde adsorblanan metal iyonu miktarı.

$Q_{max}$  (mmol/g); tek tabaka kapasitesi.

$C_e$  (mmol/g); denge çözeltisindeki metalin konsantrasyonu.

$b$  (L/mmol) ; Langmuir adsorpsiyon denge sabiti.

Langmuir parametrelerinden  $b$  değeri, boyutsuz ayırma faktörü ( $R_L$ ) değeri kullanılarak da hesaplanır.

(Oğuz 2005).  $R_L = 1$  ise izoterm lineardır,  $0 < R_L < 1$  ise izoterm favoridir,  $R_L > 1$  ise izoterm favori değildir ve  $R_L = 0$  ise; izoterm tersinmezdir. Bu değer aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [(Yahaya ve ark., 2008); (Horsfall ve Spiff, 2005)].

$$R_L = \frac{1}{1 + bC_0} \quad (4.12.)$$

#### 4.3.3.2. Freundlich İzotermi (1906):

Üslü eşitlik biçiminde ilk izoterm eşitliğini geliştirmiştir. Bu eşitlik çözeltideki tutunan konsantrasyon arttığı zaman adsorbent yüzeyindeki tutunan konsantrasyonunda artacağını sürer. Bu deneysel eşitlik multi (çoklu) tabaka adsorpsiyon gibi heterojen bir yüzey üzerindeki adsorpsiyonu temel almaktadır.

Bu denklem aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$q_e = k \cdot C_e^{1/n}$$

Yukarıdaki eşitliği düzenlersek;

$$\log q_e = \log k + \frac{1}{n} \log C_e$$

Bu denkleme göre (4.14);

$\log q_e$ 'ye karşı  $\log C_e$  grafiğe geçirilirse doğrunun eğiminden  $n$ , kayma değerinden ise  $\log k$  sabiti bulunur.

Burada ;

$q_e$ :birim miktar adsorblyıcı üzerinde adsorblanan metal iyonu miktarı,

$C_e$ : denge çözeltisindeki metalin konsantrasyonu,

$k$ : Biyokütlenin adsorpsiyon kapasitesi,

$n$ : Adsorpsiyon kapasitesi üzerine derişimin etkisi.

## Bulgular ve Tartışma

### Cu (II) için Biyosorpsiyon Verileri

### Cu(II) için İzoterm Verileri

**Çizelge 1.** Farklı biyosorbentler üzerinde Cu(II) biyosorpsiyonuna ilişkin Freundlich ve Langmuir sabitleri( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $V=50$  mL,  $m=0.040$  g, hız =  $150$  rpm ve  $t=120$  dak )

	T (K)	Freundlich sabitleri			Langmuir sabitleri		
		$K_F$ ( $\text{dak}^{-1}$ )	$n$	$R^2$	$Q_m$ (mg/g)	$b$ (L/mg)	$R^2$
B1	298	5,27	5,33	0,6812	8,52	1,635	0,9958
	308	6,94	5,12	0,8287	11,11	2,014	0,9962
	318	8,61	5,09	0,9291	13,64	2,264	0,9992
F1	298	5,32	4,27	0,7187	9,60	1,288	0,9904
	308	6,50	4,97	0,8129	10,54	1,925	0,9965
	318	8,17	4,99	0,9123	12,79	2,607	0,9978
Fs	298	7,76	4,36	0,843	10,081	1,361	0,997
	308	6,59	4,43	0,8305	11,274	1,709	0,995
	318	5,76	4,55	0,8795	13,038	2,013	0,995

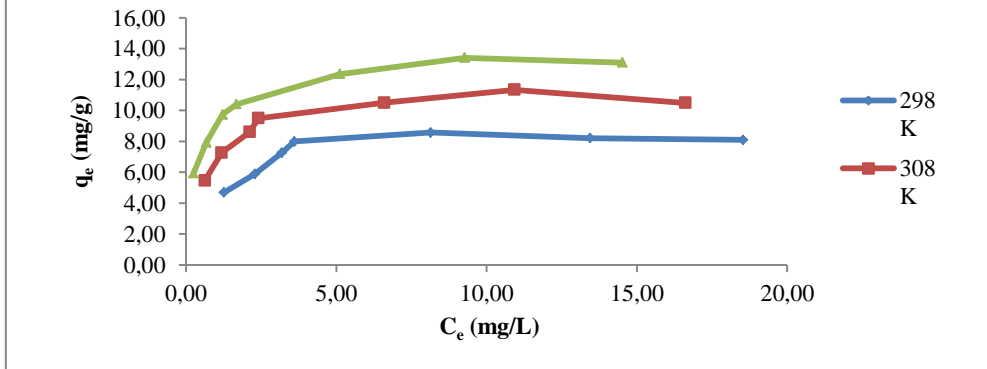
( $K_F$ : Freundlich Sabiti (adsorpsiyon kapasitesi L/g),  $Q_m$ : Langmuir sabiti maksimum metal sorpsiyonu (mmol/g);  $n$ : Freundlich Sabiti,  $b$ : Langmuir adsorpsiyon denge sabiti(L/mmol),  $R^2$ :Korelasyon katsayısı.)

Çizelge 1. de görüldüğü gibi, Cu(II)'nin B1, F1 ve Fs biyosorbentler üzerindeki deneysel verilerle çizilen izotermelerin  $R^2$  değerlerinin büyüklüğü izotermelerin Langmuir tipine uyduğu anlaşılmaktadır. Tek tabaka biyosorpsiyon kapasiteleri ( $Q_m$ ) sıcaklığa bağlı olarak 8-14 mg/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Biyosorbentlere ait tek tabaka biyosorpsiyon kapasiteleri arasında kayda değer bir fark olmadığı görülmektedir. Yine verilere baktığımızda, tüm biyosorbentler için tek tabaka kapasitelerinin sıcaklık artışıyla düzenli bir şekilde artmaktadır.

**Çizelge 2.** Farklı sıcaklıklarda B1 biyosorbentininüzzerinde Cu(II)'nin biyosorpsiyonuna ilişkin izo verileri ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.5, V=50$  mL,  $m=0.040$  g, hız =  $150$  rpm,  $t=120$  dak )

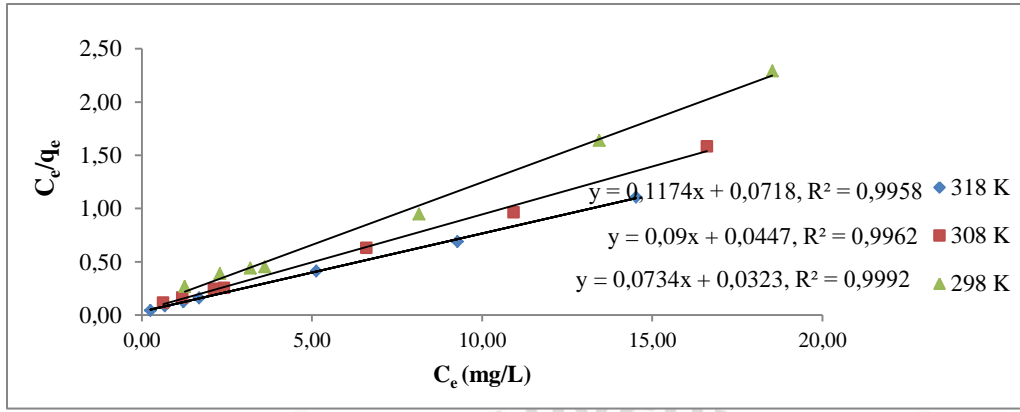
Bakteri türü	T (°C)	$C_o$ (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	$q_e$ (mg/g)	Freundlich verileri		Langmuir verileri	
					$\log C_e$	$\log q_e$	$C_e$	$C_e/q_e$
B1	25	5	1,26	4,68	0,10	0,67	1,26	0,269
		7	2,29	5,89	0,36	0,77	2,29	0,389
		9	3,19	7,26	0,50	0,86	3,19	0,439
		10	3,61	7,99	0,56	0,90	3,61	0,452
		15	8,14	8,57	0,91	0,93	8,14	0,950
		20	13,44	8,20	1,13	0,91	13,44	1,639
		25	18,53	8,09	1,27	0,91	18,53	2,291
	35	5	0,63	5,46	-0,20	0,74	0,63	0,115
		7	1,19	7,26	0,08	0,86	1,19	0,164
		9	2,12	8,60	0,33	0,93	2,12	0,247
		10	2,41	9,49	0,38	0,98	2,41	0,254
		15	6,60	10,50	0,82	1,02	6,60	0,629
		20	10,93	11,34	1,04	1,05	10,93	0,964
		25	16,61	10,49	1,22	1,02	16,61	1,584
	45	5	0,25	5,93	-0,60	0,77	0,25	0,043
		7	0,67	7,91	-0,17	0,90	0,67	0,085
		9	1,22	9,73	0,09	0,99	1,22	0,125
		10	1,68	10,40	0,23	1,02	1,68	0,162
		15	5,12	12,35	0,71	1,09	5,12	0,415
		20	9,27	13,41	0,97	1,13	9,27	0,691
		25	14,52	13,10	1,16	1,12	14,52	1,108

( $C_o$ : İlk konsantrasyon (mg/L),  $C_e$ : denge anındaki konsantrasyon (mg/L),  $q_e$ : dengede biyosorbe edilen metal iyonu (mg/g) miktarı.)



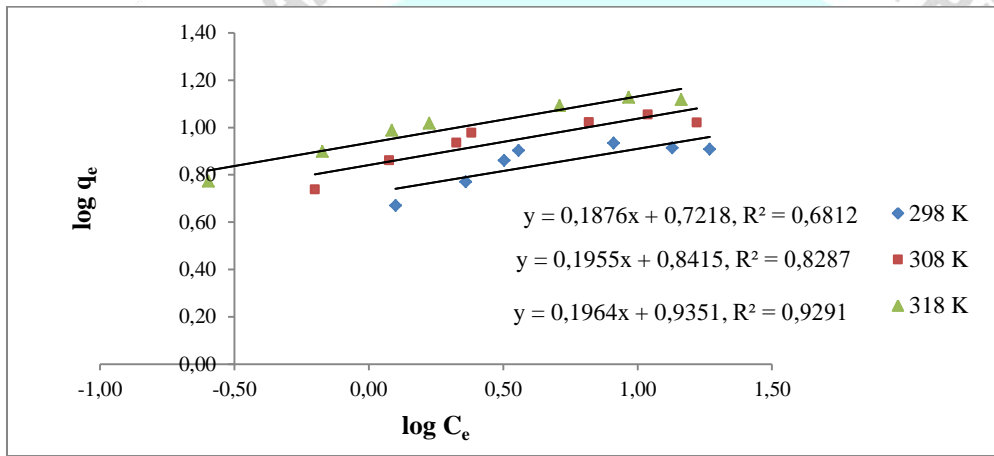
**Şekil 2.** B1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermi ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.5, V= 50$  ml,  $m= 0.040$ g ve hız= $150$  rpm)





Şekil 3. B1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin

Langmuir tipi çizgisel hali ( $C_0= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.5, V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g,  $hız=150$  rpm ve  $t=120$  dak)



Şekil 4. B1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin

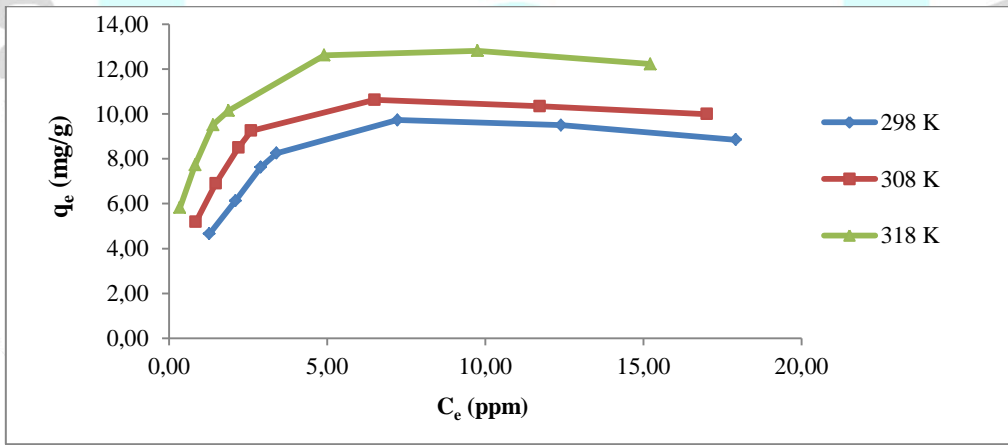
Freundlich tipi çizgisel hali ( $C_0= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.5, V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g,  $hız=150$  rpm ve  $t=120$  dak)

**Çizelge 3.** Farklı sıcaklıklarda F1 biyosorbentinin üzerinde Cu(II)'nin biyosorpsiyonuna ilişkin izoterm verileri ( $C_0= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.0, V=50$  mL,  $m=0.040$  g,  $hız = 150$  rpm ve  $t=120$  dak )

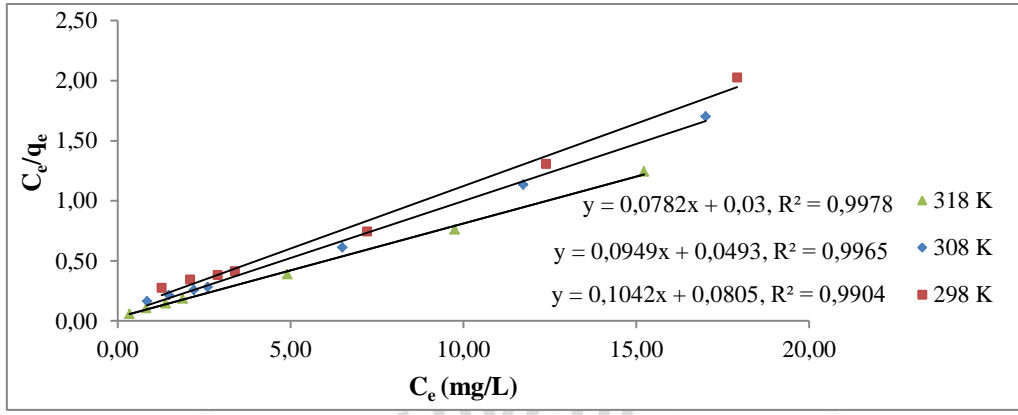
Bakteri türü	T (°C)	$C_0$ (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	$q_e$ (mg/g)	Freundlich verileri		Langmuir verileri	
					$\log C_e$	$\log q_e$	$C_e$ (mg/L)	$C_e/q_e$
F1	25	5	1,27	4,66	0,11	0,67	1,27	0,274
		7	2,10	6,13	0,32	0,79	2,10	0,343
		9	2,90	7,63	0,46	0,88	2,90	0,380
		10	3,40	8,25	0,53	0,92	3,40	0,412
		15	7,22	9,73	0,86	0,99	7,22	0,742
		20	12,40	9,50	1,09	0,98	12,40	1,305

35	25	17,92	8,85	1,25	0,95	17,92	2,025
	5	0,85	5,19	-0,07	0,71	0,85	0,164
	7	1,48	6,90	0,17	0,84	1,48	0,214
	9	2,20	8,50	0,34	0,93	2,20	0,259
	10	2,60	9,25	0,41	0,97	2,60	0,281
	15	6,50	10,63	0,81	1,03	6,50	0,612
	20	11,73	10,34	1,07	1,01	11,73	1,135
	25	17,01	9,99	1,23	1,00	17,01	1,703
45	5	0,34	5,82	-0,47	0,77	0,34	0,059
	7	0,82	7,72	-0,08	0,89	0,82	0,107
	9	1,39	9,51	0,14	0,98	1,39	0,146
	10	1,88	10,15	0,27	1,01	1,88	0,185
	15	4,91	12,61	0,69	1,10	4,91	0,389
	20	9,75	12,81	0,99	1,11	9,75	0,761
	25	15,22	12,23	1,18	1,09	15,22	1,245

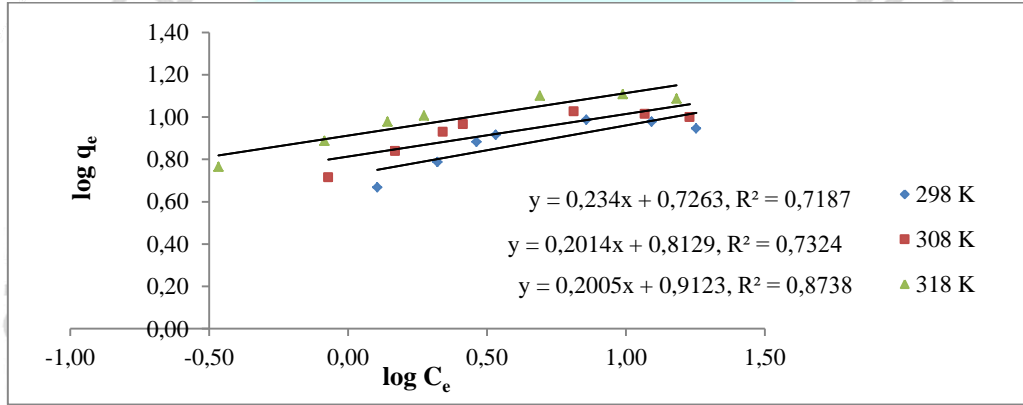
( $C_0$ : İlk konsantrasyon (mg/L),  $C_e$ : denge anındaki konsantrasyon (mg/L),  $q_e$ : dengede biyosorbe edilen metal iyonu(mg/g) miktarı.)



Şekil 5. Flbiyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermi( $C_0= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm, pH=4.0, V= 50 ml, m= 0.040g, t=120 dak ve hız=150 rpm)



**Şekil 6.** F1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin Langmuir tipi çizgisel hali ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.0$ ,  $V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g, hız= $150$  rpm ve  $t=120$  dak)



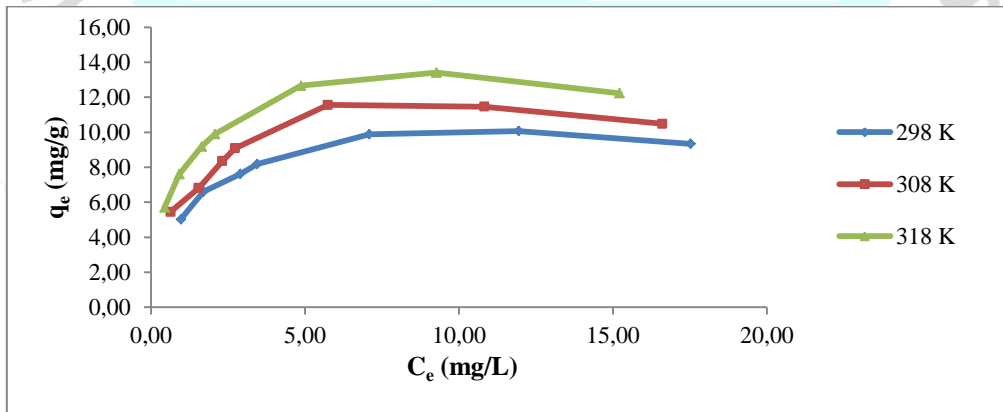
**Şekil 7.** F1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin Freundlich tipi çizgisel hali ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=4.0$ ,  $V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g, hız= $150$  rpm ve  $t=120$  dak)

**Çizelge 4.** Farklı sıcaklıklarda Fs biyosorbentinin üzerinde Cu(II)'nin biyosorpsiyonuna ilişkin izoterm verileri ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=5.0$ ,  $V=50$  mL,  $m=0.040$  g, hız = $150$  rpm ve  $t=120$  dak )

Bakteri türü	T (°C)	$C_o$ (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	$q_e$ (mg/g)	Freundlich verileri		Langmuir verileri	
					$\log C_e$	$\log q_e$	$C_e$	$C_e/q_e$
Fs	25	5	0,97	5,04	-0,01	0,70	0,97	0,193
		7	1,71	6,61	0,23	0,82	1,71	0,259
		9	2,90	7,63	0,46	0,88	2,90	0,380
		10	3,45	8,19	0,54	0,91	3,45	0,421
		15	7,09	9,89	0,85	0,99	7,09	0,717

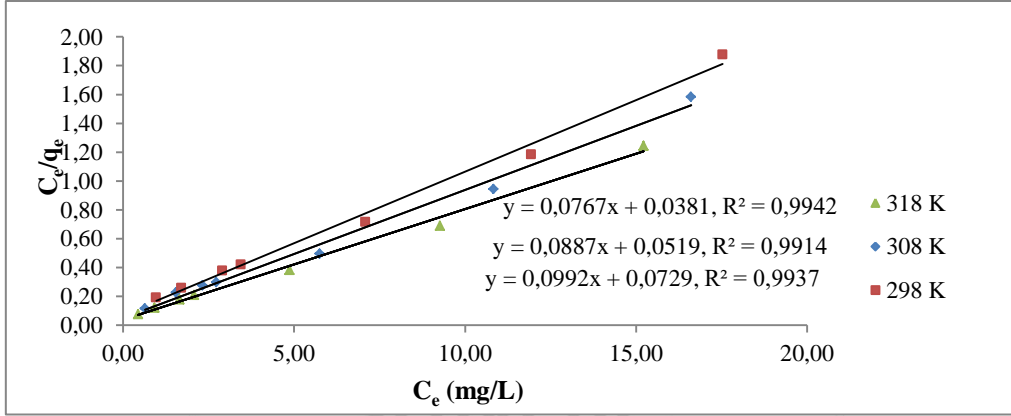
	20	11,94	10,08	1,08	1,00	11,94	1,185
	25	17,53	9,34	1,24	0,97	17,53	1,877
35	5	0,64	5,45	-0,19	0,74	0,64	0,117
	7	1,55	6,81	0,19	0,83	1,55	0,228
	9	2,32	8,35	0,37	0,92	2,32	0,278
	10	2,73	9,09	0,44	0,96	2,73	0,300
	15	5,75	11,56	0,76	1,06	5,75	0,497
	20	10,83	11,46	1,03	1,06	10,83	0,945
	25	16,61	10,49	1,22	1,02	16,61	1,584
	5	0,44	5,70	-0,36	0,76	0,44	0,077
45	7	0,92	7,60	-0,04	0,88	0,92	0,121
	9	1,65	9,19	0,22	0,96	1,65	0,180
	10	2,08	9,90	0,32	1,00	2,08	0,210
	15	4,87	12,66	0,69	1,10	4,87	0,385
	20	9,27	13,41	0,97	1,13	9,27	0,691
	25	15,22	12,23	1,18	1,09	15,22	1,245

( $C_0$ : İlk konsantrasyon (mg/L),  $C_e$ : denge anındaki konsantrasyon (mg/L),  $q_e$ : dengede biyosorbe edilen metal iyonu (mg/g) miktarı.)

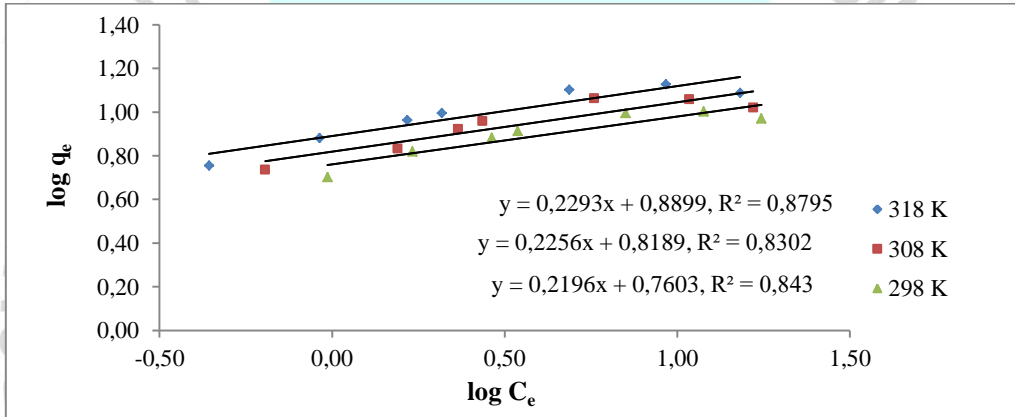


**Şekil 8.** Fs biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermi ( $C_0= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm, pH=5.0, V= 50 ml, m= 0.040g, hız=150 rpm ve t=120 dak)





Şekil 9. Fs biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon izotermelerinin Langmuir tipi çizgisel hali ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=5.0$ ,  $V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g,  $hız=150$  rpm ve  $t=120$  dak)



Şekil 10. Fs biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin adsorpsiyon izotermelerinin Freundlich tipi çizgisel hali ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $pH=5.0$ ,  $V= 50$  ml,  $m= 0.040$  g,  $hız=150$  rpm ve  $t = 120$  dak )

### Cu (II) için Termodinamik Fonksiyonların Hesaplanması

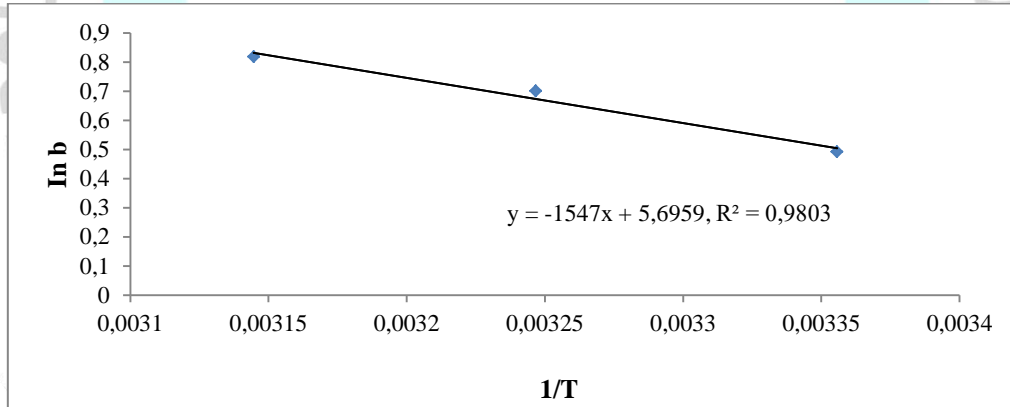
Çizelge 5. Farklı biyosorbentler üzerinde Cu(II) biyosorpsiyonun termodinamik fonksiyonlarının verileri ( $V=50$  ml,  $m=0.040$ g,  $hız= 150$  rpm ve  $t=120$  dak)

	T (K)	1/T	Inb	$\Delta G^0$ (kJ/mol)	$\Delta H^0$ (kJ/mol)	$\Delta S^0$ (j/molK)
B1	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,492	-1,444	12,86	47,39
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,700	-1,924		
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,817	-2,404		
F1	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,253	-0,716	27,8	95,62
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,655	-1,673		

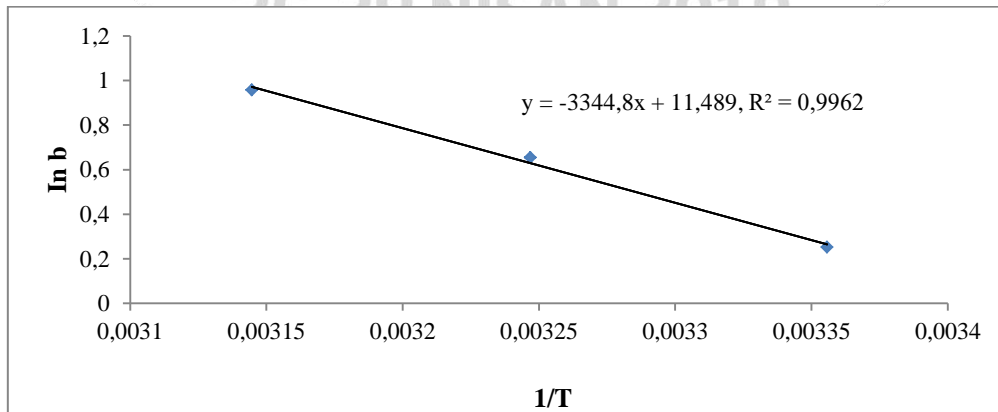
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,958	-2,630		
Fs	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,308	-0,795		
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,536	-1,340	15,44	54,48
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,700	-1,885		

(b:Langmuir sabiti(L/mg),  $\Delta G^\circ$ :serbest enerjisi değişimi,  $\Delta H^\circ$ :Entalpi,  $\Delta S^\circ$ :Entropi.)

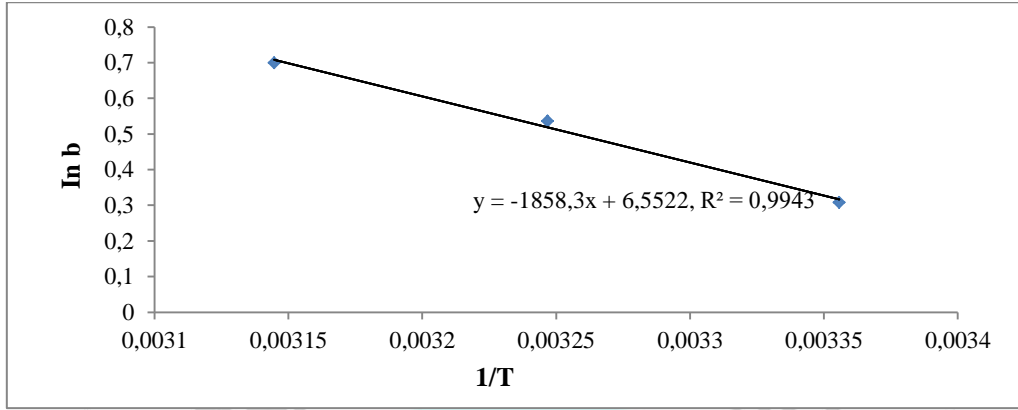
Çizelge 5.'de görüldüğü gibi  $\Delta G^\circ$  değerlerin negatif olması adsorpsiyonun istemli olduğunu göstermekte ve sıcaklığın artmasıyla olayın daha da negatife doğru kaydığı ve tercihen yüksek sıcaklıklarda gerçekteği görülmektedir. Pozitif  $\Delta S^\circ$  değeri biyosorpsiyon boyunca katı sıvı ara yüzeyinde düzensizlikte bir artış teyit etmektedir. Başka bir değişle  $\Delta S^\circ$ 'in pozitif olması hem biyosorplayıcının aktif merkezlerindeki hem de biyosorplananı saran ve düzenli bir yapı teşkil eden çözücümoleküllerinin, metal biyosorpsiyonu sonucu çözeltiye salınmasıyla açıklanabilir.  $\Delta H^\circ$ 'ın pozitif olması ise biyosorpsiyon sürecinin endotermik olduğunu gösterir.



Şekil 11. B1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyonu için  $1/T$ - $\ln b$  çizimi ( $C_0 = 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $V = 50$  ml,  $m = 0.040$ g,  $pH = 4.5$ , hız =  $150$  rpm ve  $t = 120$  dak)



**Şekil 12.** F1 biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyonu için  $1/T-\ln b$  çizimi ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $V=50$  ml,  $m=0,040$ g,  $pH=4$ , hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)



**Şekil 13.** Fs biyosorbentinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyonu için  $1/T-\ln b$  çizimi ( $C_o= 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 15.0, 20.0$  ve  $25.0$  ppm,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g,  $pH=5$ , hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)

### Cu (II) için Aktivasyon Enerjisi Verileri

**Çizelge 6.** Farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyonunda aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) değerleri ( $C_o=5$  ppm(mg/L),  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g, hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)

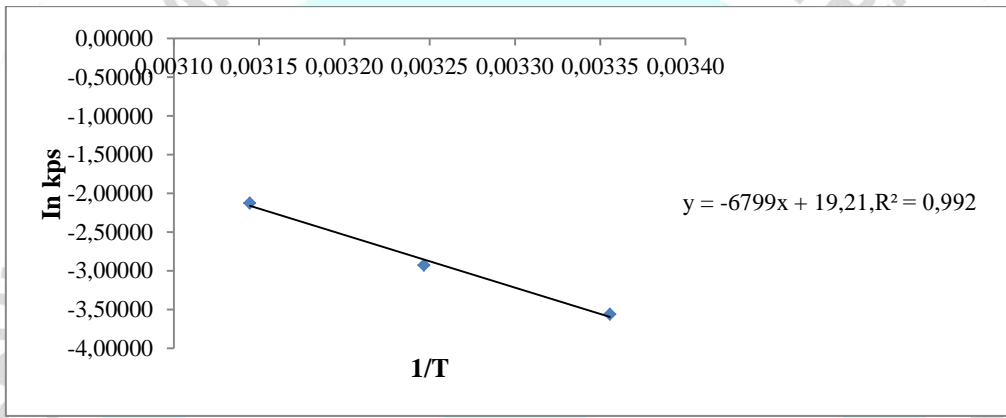
Bakteri türü	T (K)	1/T	kps	Inkps	$E_a$ (kJ/mol)
B1	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,0284	-3,5626	14,80
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,0535	-2,9276	
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,1194	-2,1254	
F1	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,1153	-2,1600	6,73
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,1251	-2,0783	
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,1368	-1,9890	
Fs	298	$3,36 \cdot 10^{-3}$	0,1085	-2,2207	8,41
	308	$3,25 \cdot 10^{-3}$	0,1181	-2,1360	
	318	$3,14 \cdot 10^{-3}$	0,1344	-2,0066	

(Kps: Pseudo-Second mertebesi sabiti,  $E_a$ (kJ/mol):Aktivasyon enerjisi)

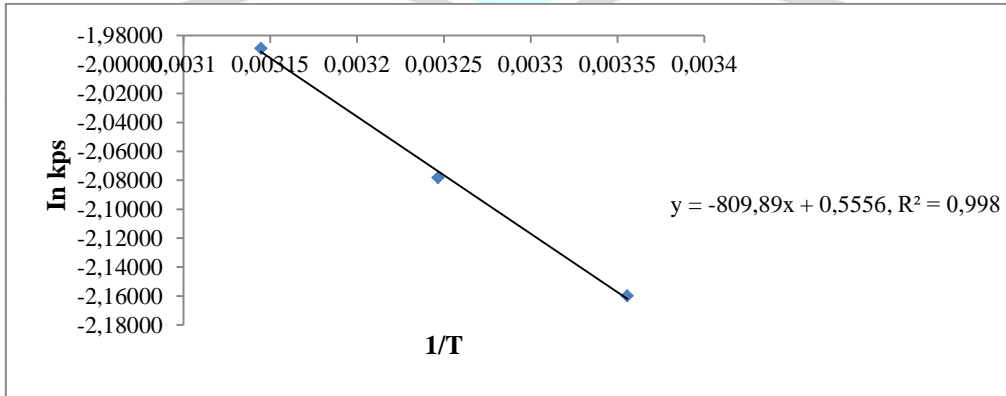
İki tip adsorpsiyon meydana gelebilir: Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon. Fiziksel adsorpsiyon dengesine zayıf kuvvetler içerdiğinden dolayı enerji gereksinimi küçük olması (genellikle en fazla 50kJoule/mol) nedeniyle hızlı ulaşılır ve tersinirliği kolaydır. Kimyasal adsorpsiyon spesifiktir ve fiziksel adsorpsiyondan çok daha güçlü kuvvetler içerir. Bu nedenle

kimyasal adsorpsiyon için aktivasyon enerjisi Arrhenius denkleminde ölçülebilir aktivasyon enerjisine (800 kJoule/mol) arasında uygun olarak çeşitli değerlerde ifade edilen reaksiyon ısısı büyüklüğüne sahiptir.

Benzer çalışmada Saygıdeğer ve Deniz (2010) da yaptıkları çalışmada aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) 5-50 kJ/mol arası çıkan değerlere fiziksel adsorpsiyon 60-800 kJ/mol arası çıkan değerlerde kimyasal adsorpsiyon olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmamızda Cu(II) için B1, F1 ve F5 biyosorbentlerine ait aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) sırasıyla 14.80, 6.73 ve 8.41 çıktığı Çizelge 6.'da görülmektedir. Bunun da fiziksel adsorpsiyon değerleri arasına girdiği anlaşılmaktadır.

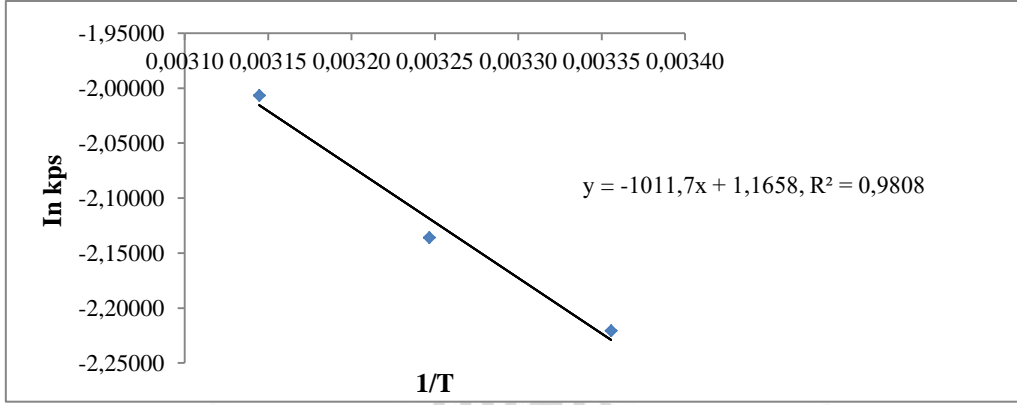


Şekil 14. Farklı sıcaklıklarda B1 biyosorbentinin Cu (II)'nin biyosorpsiyonu için 1/T - ln kps çizimi ( $C_o=5.0$  mg/L,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g,  $pH=4.5$ , hız= $150$  rpm ve  $t=120$  dak)



Şekil 15. Farklı sıcaklıklarda F1 biyosorbentinin Cu (II)'nin biyosorpsiyonu için 1/T - ln kps çizimi ( $C_o=5.0$  mg/L,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g,  $pH=4.0$ , hız= $150$  rpm ve  $t=120$  dak)





Şekil 16. Farklı sıcaklıklarda Fs biyosorbentinin Cu (II)'nin biyosorpsiyonu için 1/T - ln kps çizimi ( $C_0=5.0$  mg/L,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g,  $pH=5.0$ , hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)

## Cu (II) Biyosorpsiyonunda Hız Mertebe Sabitleri

Çizelge 7. B1, F1 ve Fs biyosorbentlerinin farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon kinetiği Pseudo-First ve Pseudo-Second mertebe verileri ( $C_0=5.0$  mg/L,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g, hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)

Sıcaklık (°C)	t (dak)	B1		F1		Fs	
		$C_t$ (ppm)	$q_t$ (mg/g)	$C_t$ (ppm)	$q_t$ (mg/g)	$C_t$ (ppm)	$q_t$ (mg/g)
25	5	2,93	2,59	1,86	3,93	1,07	4,92
	10	2,75	2,81	1,78	4,02	0,99	5,02
	15	2,41	3,24	1,71	4,12	0,91	5,11
	20	2,23	3,46	1,63	4,22	0,72	5,35
	25	2,11	3,62	1,53	4,34	0,65	5,43
	30	2,04	3,70	1,46	4,42	0,55	5,57
	45	1,96	3,80	1,40	4,51	0,54	5,58
	60	1,90	3,87	1,34	4,58	0,54	5,57
	75	1,88	3,91	1,31	4,61	0,53	5,59
	90	2,63	2,59	1,86	3,93	1,07	4,92
35	105	2,75	2,81	1,78	4,02	0,99	5,02
	5	1,97	3,78	1,52	4,35	1,47	4,42
	10	1,78	4,02	1,45	4,43	1,42	4,47
	15	1,72	4,10	1,39	4,52	1,35	4,56
	20	1,57	4,29	1,31	4,62	1,30	4,63
	25	1,27	4,66	1,24	4,70	1,24	4,70
	30	1,24	4,70	1,18	4,78	1,18	4,78
	45	1,21	4,74	1,08	4,91	1,14	4,83
	60	1,17	4,78	1,05	4,94	1,09	4,89
	75	1,10	4,88	0,98	5,02	1,03	4,97
45	90	1,97	3,78	1,52	4,35	0,96	5,05
	105	1,78	4,02	1,45	4,43	1,15	4,81
45	5	1,13	4,84	1,10	4,88	1,97	3,79

10	1,08	4,91	1,12	4,85	1,84	3,95
15	1,05	4,94	0,99	5,02	1,76	4,05
20	0,98	5,03	0,86	5,17	1,68	4,15
25	0,72	5,35	0,79	5,27	1,61	4,24
30	0,69	5,39	0,74	5,32	1,56	4,30
45	0,62	5,47	0,69	5,39	1,51	4,36
60	0,56	5,55	0,65	5,44	1,47	4,42
75	0,53	5,58	0,47	5,67	1,41	4,49
90	1,13	4,84	1,10	4,88	1,97	3,79
105	1,08	4,91	1,12	4,85	1,84	3,95

(Ct(ppm):t anındaki konsantrasyon,qt (mg/g): t anında 1 g adsorplayıcı üzerinde adsorplanan metal iyonu miktarıdır.)

**Çizelge 8.** Farklı sıcaklıklarda Cu(II)'nin biyosorpsiyon kinetiği Pseudo-First ve Pseudo-Second hız merteye sabitleri ( $C_0=5.0$  mg/L,  $V=50$  ml,  $m=0.040$ g, hız= 150 rpm ve  $t=120$  dak)

Bakteri Türü	Sıcaklık (°C)	Pseudo-First merteye sabitleri			Pseudo-Second merteye sabitleri		
		$K_{pF}$ (1/dak)	$q_e$ (mg/g)	$R^2$	$K_{ps}$ (g/mgdak)	$q_e$ (mg/g)	$R^2$
B1	25	0,00207	7,3316	0,837	0,06413	3,9952	0,997
	35	0,00161	7,3367	0,886	0,08001	4,8996	0,999
	45	0,00138	6,7577	0,956	0,09334	5,6117	0,998
FL	25	0,03224	0,9082	0,930	0,11532	8,6714	0,999
	35	0,01566	0,8408	0,985	0,12514	7,9912	0,999
	45	0,01082	0,9734	0,968	0,13684	7,3079	0,999
FS	25	0,01889	0,7709	0,987	0,10854	4,5249	0,998
	35	0,01704	0,695	0,985	0,11812	4,9826	0,999
	45	0,04099	0,7811	0,936	0,13444	5,6561	0,997

( $K_{pF}$ : Pseudo-First merteye sabiti,  $K_{ps}$ : Pseudo-Second merteye sabiti,  $q_e$ :denge anında 1 g adsorplayıcı üzerinde adsorplanan metal iyonu miktarıdır,  $R^2$ :Korelasyon katsayısı)

Çizelge 8’de görüldüğü gibi farklı sıcaklıklarda korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) > 0.99 değerinden görüldüğü üzere pseudo-second mertebe hız denklemine uygun olduğu anlaşılmıştır. Sıcaklık arttıkça Kps hız sabitinin arttığı buda biyosorpsiyonun sıcaklık artışıyla hızının arttığını ifade etmektedir.

## SONUÇLAR

Cu(II) için yapılan kinetik verileri incelendiğinde; sıcaklık arttıkça Kps hız sabitinin arttığı bununda biyosorpsiyonun sıcaklık artışıyla hızının arttığını ifade etmektedir. Farklı sıcaklıklarda tüm metal iyonları için yapılan kinetik çalışmalar pseudo-second mertebe hız denklemine uygun olduğu anlaşıldı. Sıcaklık arttıkça Kps hız sabitinin arttığı buda biyosorpsiyonun sıcaklık artışıyla hızının arttığını göstermektedir.

Cu(II) için; farklı sıcaklıklarda korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) >0.99 değerinden görüldüğü gibi pseudo-second hız denklemine uygun olduğu anlaşıldı (çizelge 5.8). Cd(II) için; farklı sıcaklıklarda korelasyon katsayısı ( $R^2$ )>0.99 değerinden görüldüğü üzere pseudo-second mertebe hız denklemine uygun olduğu anlaşıldı (çizelge 5.18). Pb(II) için; farklı sıcaklıklarda korelasyon katsayısı ( $R^2$ )>0.99 değerinden de görüldüğü üzere pseudo-second mertebe hız denklemine uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak; metal iyonlarının belli başlangıç konsantrasyonlarıyla farklı biyosorbentler kullanılarak adsorbent miktarları incelendi. Adsorbent miktarı arttıkça ortamdaki metal konsantrasyonunda azalma olduğu tespit edildi.

DeneySEL çalışmalarda kullanılan biyosorbentlerin maliyeti ucuz olması, biyosorpsiyon kapasitesinin yüksek olması, çok düşük konsantrasyonlardaki içme ve atık sulardaki metallere uygulanabilirliği, temin edilebilirliğinin kolay olması gibi avantajları nedeniyle bu biyosorbentlerin metal uzaklaştırmasında etkin bir şekilde kullanılabilirliği ortaya koymuştur.

## KAYNAKLAR

Aslan, S., Bozkurt, Z., Tekeli, A. N., 2007. Removal of Cu (II), Ni (II), Cd (II) and Cr (VI) ions from aqueous solutions by biosorption processes. Journal of Engineering and Natural Sciences. 25 (2): 209-222.

Bayramoğlu, G., Çelik, G., Yalçın, E. (2005). Modification of surface properties of *Lentinus sajor-caju* mycelia by physical and chemical methods: evaluation of their Cr (IV) removal efficiencies from aqueous medium. J. Hazar. Mater. 32, 453-467.

Göksungur, Y., Üren, S., Guvenç, U. 2003. Biosorption of Copper Ions by Caustic Treated Waste Baker's Yeast Biomass. *Turk. J. Biol.*, 27: 23-29.

Himmelblau, D. M., Riggs, J. 2004. Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Chapter 20, 7th ed., Prentice Hall, London.

Horsfall, M., Spiff, A. I. 2005. Effects of temperature on the sorption of Pb(II) and Cd(II) from aqueous solution by *Caladium bicolour* (Wild Cocoyam) biomass, *Electron J. Biotechnol.*, 8;43-50.

Hussein, H., Ibrahim, S. F., Kandeel, K. (2004) .“Biosorption of heavy metals from waste water using *Pseudomonas sp.*”*Electronic Journal of Biotechnology*;1, 7, 38-46.

Kapoor, A., Viraraghavan, T., Cullimoreb, D. R. 1999. Removal of heavy metals using the fungus *Aspergillus niger*. *Bioresource Technology.* 70:95-104.

Kovacevic, Z. F., Sipos, L., Briski, F. 2000. Biosorption of Chromium, Copper, Nickel and Zinc Ions onto Fungal Pellets of *Aspergillus niger* 405 from Aqueous Solutions. *Food tech. Biotech.* 38: 211–216

Liu, H., Chen, B., Lana, Y., Chenga, Y. (2004). Biosorption of Zn(II) and Cu(II) by the indigenous *Thio Bacillus hiooxidans*. *J.Chem. Engineering.* 97, 195–201.

Nasernejad B., Zadeh, E. T., Pour, B. B. 2005. Comparison for biosorption modeling of heavy metals (Cr(III), Cu(II), Zn(II)) adsorption from wastewater by carrot residues. *Process Biochem.* 40: 1319-1322.

Stanley, C. L., Ogden, L. K. (2003). Biosorption of copper (II) from chemical mechanical planarization wastewater. *Journal. Env. Man.*, 69, 289-297.

Şahan, T. 2008. “Atık Sularda bulunan Bazı Toksik metallerin Biyosorpsiyon ile Uzaklaştırılması ve biyosorpsiyon koşullarının Optimizasyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van. 42-58.

Tewari N., Vasudevan P., Guha, B.K. (2005). Study on biosorption of Cr(VI) by *Mucor Hiemalis*. *Biochemical Engineering Journal.* 23, 185–192.



Vijayaraghavan, K., Yeoung-Sang, Y.2007. Chemical Modification and Immobilization of Corynebacterium glutamicum for Biosorption of Reactive Black 5 from Aqueous Solution. *Ind. Eng. Chem. Res.* 46: 608-617.

Vijayaraghavan, K., Yeoung-Sang, Y.2007. Chemical Modification and Immobilization of Corynebacterium glutamicum for Biosorption of Reactive Black 5 from Aqueous Solution. *Ind. Eng. Chem. Res.* 46: 608-617.

Quintelas, C., Fernandes, B., Castro, J., Figueiredo, H., Tavares, T. 2008. Biosorption of Cr(VI) by a bacillus coagulans biofilm supported on granularactivated carbon (GAC). *Chemical Engineering Journal.* 136;195–203.

Xing, W. N. , Kim., H. H., Guo, S. H., Wang. S., and Hagare, P. 2008. Adsorption and bioadsorption of granular activated carbon (GAC) for dissolved organic carbon (DOC) removal in wastewater. *Bioresource Technology*, 99: 8674–8678.

Yahaya, Y. A., Mat Don, M., Bhatia, S. 2009. Biosorption of copper (II) onto immobilized cells of pycnopus sanguineus from aqueous solution: Equilibrium and kinetic studies. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 161;189–195.

Yıldız, S., 2004. Konya ana tahliye kanalında toksik metal kirliliğinin ICP-AES tekniği ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 1-51.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## YAZLIK VE YEMLİK ARPA GENOTİPLERİN BAZI ÖZELLİKLER BAKIMINDAN SELEKSİYONU

### THE SELECTION SPRING AND FEDING OF BARLEY GENOTYPES IN TERMS OF SOME TRAITS

**Doç. Dr. Enver Kendal**

Mardin Artuklu Üniversitesi

#### ÖZET

Bu çalışma, farklı arpa genotiplerinin Diyarbakır ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2011-2012 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Araştırmada, ICARDA'dan temin edilen ve orta yağışlı alanlara önerilen 20 adet yazlık arpa hattı ile 4 uluslararası bir adet ülkemizde tescilli toplam 5 adet standart çeşit materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekrarlamalı olarak GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür. Çalışmada; tane verimi, başaklanma tarihi, bitki boyu, bin dane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, nişasta oranı ve yatma özellikleri incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre özellikler bakımından genotipler arasında % 1 ve % 5 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilirken, tane verimi 422.8- 785.0 kg/da başaklanma tarihi 110.0-117.0 gün, bitki boyu 100- 125 cm, bin dane ağırlığı 32.6-42.9 g, hektolitre ağırlığı 66.3-72.0 kg/hl, protein oranı % 13.9- 19.1, nişasta oranı % 66.7-69.8, nem % 8.2 ile % 8.5, yatma % 0-80 ve kg/da arasında değişim göstermiştir. Tane verimi açısından, 8 nolu hat, kalite kriterleri açısından ise 4 ve 18 nolu hatlar ile Beecher ve ER/Apm çeşitleri öne çıkarken bazı genotipler yüksek oranda yatma eğiliminde iken bazılarında hiç yatma görülmemiştir. GT biplot tekniği analizi sonucunda tüm özellikler stabil olan(1,4,8,11,16 ve 18) genotipler seçilerek bir ileri generasyona aktarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hat, kalite, verim, Diyarbakır

#### ABSTRACT

This research was carried out to determine the properties of some of barley genotypes on the yield and quality of in different ecological conditions in 2011-2012 growing season in Diyarbakır. In the study, it were used total of five varieties(abroad and local) consisting of twenty line which obtained from ICARDA. Experiments were randomized complete block

design with two replications and conducted in GAP International Agricultural Research and Training Center field trial. In the study, grain yield, heading date, plant height, thousand grain weight, test weight, protein content, starch content, and lodging were investigated. In this study, according to the results obtained from the analysis of variance were determined significant differences in 1% and 5% level among genotypes in terms of traits, and grain yield changed between 4228- 7850 kg/ha, heading time was changed between 110.0- 117.0 day, plant height between 100- 125 cm, thousand grain weight between 32.6-42.9 g hectoliter weight between 66.3-72.0 kg/hl, protein content between 13.9- 19.1%, humidity between 8.2- 8.5%, starch content between 66.7-69.8% and lodging between 0-80%. In terms of grain yield the number of 8, In terms of quality, the lines 4 and 18 and two check (Beecher ve ER/Apm), came to the fore, and while some genotypes were tend to more lodging others were not. As a result of GT biplot technique analysis, the best genotypes (1, 4, 8, 11, 16 and 18) were selected and transferred to a further generation as candidate.

**Keywords:** Barley, Promising line, quality, grain yield, Diyarbakır.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde arpa ekim alanları yaklaşık 3 milyon hektar buğdaydan sonra ikinci sırada yer alırken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin payı yaklaşık % 20 civarındadır (Kendal ve ark., 2016; Kızılgöçü ve ark., 2016). Diyarbakır ili Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpa yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı illerin sıralamasında 2. sırada yer almaktadır (Tüik, 2018). Bu nedenle Diyarbakır ili arpa yetiştiriciliği açısından yüksek bir potansiyele sahip olup gerekli çalışmaların yapılması bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin çevre koşulları ve toprak yapısı arpa yetiştiriciliği açısından farklılık arz etmektedir (Kılıç ve ark., 2010). Yem fabrikalarının ve ikinci ürün üretimini yapan yetiştiricilerin istekleri ve yatmanın etkisi de eklenince ıslah çalışmalarının çok yönlü yapılması veya çok özellikli yeni çeşitlerin geliştirilmesini zaruri kılmaktadır (Ayrancı ve ark., 2004).

Diyarbakır ve çevre illerde üretimi yapılan arpa, ağırlıklı olarak direk hayvan yemi ya da dolaylı olarak kesif yem şeklinde tüketilmektedir (Kendal ve ark., 2014). Diyarbakır ili küçükbaş hayvancılık potansiyelinin de olduğu bir il olması nedeni ile yüksek oranda ve kalitede arpa üretimine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ilimizde üretime kazandırabilecek arazilerin son sınırına gelmiş olmasından dolayı, beklenen arpa kesif yem açığını kapatmak için verim ve adaptasyon yeteneği yüksek aynı zamanda kaliteli ve yatmaya karşı dayanıklı

yeni arpa çeşitlerinin tercih edilmesi kaçınılmazdır (Kendal ve ark., 2016). Hayvancılığın desteklenmesinde yapılabilecek en olumlu uygulamalardan birisi de hayvan yemine daha fazla desteğin verilmesi ve buna bağlı olarak yem fiyatlarının düşürülmesidir(Koca ve ark., 2015).

Bölgede hayvancılığın gelişmesi ve arpanın buğdaya göre daha erkenci olması sebebiyle sulu alanlarda, arpadan sonra silajlık mısır, pamuk ve diğer ikinci ürün bitkileri için daha geniş zaman bırakması ve GAP projesi ile ikinci ürün ekiminin yaygınlaştığı dönemde, arpa ekim alanlarında bir artışın devam edeceği öngörülmektedir(Oral ve ark., 2017).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde son zamanlarda özellikle Diyarbakır ve çevre illere önerilecek yazlık ve yemlik çeşitler geliştirilse de hala çeşit yetersizliği sözkonusudur. Bu amaçla, ICARDA(International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), arpa ıslah programı kapsamında özellikle orta yağış alanlarına uygun ve yazlık yemlik arpa genotiplerin melezlerinden oluşan deneme seti ile yürütülen çalışmada; erkenci, verimli, kaliteli ve yatmaya karşı dayanıklı genotiplerin tespiti hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Diyarbakır yağışa dayalı şartlarda, 2011-2012 yetiştirme sezonunda ve tesadüf blokları deneme desenine göre, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü araştırma uygulama alanında yürütülmüştür. Çalışmada 20 adet hat ve 4 adet uluslararası tescilli ve bir adet Ülkemizde 2011 yılında(Altıkay) yazlık ve yemlik arpa çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Çizelge 2'deki iklim verileri incelendiğinde, aylık sıcaklık ortalamaları kış döneminde uzun yıllardan daha düşük, ilkbahar gelişme döneminde ise uzun yıllara göre daha yüksek değerlere sahip olup deneme yılının uzun yıllara göre daha sıcak geçtiği söylenebilir. Araştırmanın yürütüldüğü sezonda toplam yağış, 405.1 mm uzun yıllar ortalaması ise 469.1 mm olup, yetiştirme sezonundaki yıllık yağış miktarı uzun yıllardan daha düşük kaydedilmiştir. Aylık hava oransal nemi ise aylara bağlı olarak yetiştirme sezonu ile uzun yıllar ortalamaları değişkenlik göstermiştir.

Deneme ekim ayında deneme mibzeri ile ekilmiştir. Deneme parsellerinin alanı 4.5 m<sup>2</sup> olacak şekilde oluşturulmuştur. Deneme alanına toplam 10 kg/da saf azot(N) ve 8 kg/da fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verilmiştir. Fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle, kalan azotun yarısı da sapa kalkma döneminde verilmiştir. Ayrıca geniş yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen parsellerde hasat, parsel biçerdöveri ile 3.5 m<sup>2</sup> üzerinden yapılmıştır.



**Çizelge 1. Çeşit/Hatların pedigrileri ve geliştiren kurumların çizelgesi**

Çeşit/Hat	Seçilen Hatların Pedigrisi	Temin Edilen Kuruluş	Başak Tipi
1	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue... ICB95-0315-0AP-14AP-0AP-11AP-0AP-0SD	ICARDA	6 sıralı
2	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
3	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
4	Moroc9-75//WI2291/CI01387/3/H.spont.41-1... ICB94-0342-38AP-0AP-41AP-0AP-9AP-0AP-0SD	ICARDA	2 sıralı
5	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
6	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
7	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
8	Arig8/3/Alanda/Lignee527/Arar..ICB01-1002-2AP-0AP-0SD	ICARDA	6 sıralı
9	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
10	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
11	Alanda-01/3/Alanda//Lignee527/Arar...ICB01-1067-7AP-0AP-0SD	ICARDA	6 sıralı
12	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
13	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
14	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
15	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
16	Aths/Lignee686/3/DeirAlla106/Lignee527//Asl/4/Acc^#116132- Col#89023-11 ... ICB97-0492-0AP-6AP-0AP-2AP-0AP-0SD	ICARDA	6 sıralı
17	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	6 sıralı
18	Katara//SLB34-65/Arar ICB97-0602-0AP-8AP-AP-0AP-0SD	ICARDA	6 sıralı
19	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
20	Seçilmediği için pedigrisi verilmemiştir	ICARDA	2 sıralı
21	Assala-04	ICARDA	6 sıralı
22	ER/Apm	ICARDA	2 sıralı
23	Beecher	ICARDA	6 sıralı
24	W12291	ICARDA	2 sıralı
25	Altıkat	GAPUTAEM	6 sıralı

**Çizelge 2. Diyarbakır iline ait yıllık ve uzun yıllar sıcaklık değerleri ve yağış miktarları**

Aylar	Ortalama Sıcaklık(OC)		Yağış (mm)		Oransal Nem(%)	
	2011-12	Uzun Yıllar	2011-12	Uzun Yıllar	2011-12	Uzun Yıllar
Eylül	25.0	24.7	9.2	4.3	30.2	31
Ekim	16.4	17.1	11.8	32.1	41.6	48
Kasım	6.4	9.0	73.0	51.1	58.8	68
Aralık	2.3	3.7	40.2	67.4	73.9	77
Ocak	2.4	1.6	78.3	62.8	84.4	77
Şubat	1.9	3.6	74.4	67.8	68.2	73
Mart	5.1	8.6	44.0	67.3	59.2	66
Nisan	15.2	13.8	26.2	67.7	58.5	63
Mayıs	19.6	19.2	41.0	39.6	58.0	56
Haziran	27.7	26.3	7.0	9.0	27.8	36
Toplam			405.1	469.1		

**İncelenen Özellikler:** başaklanma tarihi, bitki boyu, bin dane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, kg/hl, protein oranı, nişasta oranı, nem, yatma ve tane verimi üzerinde incelemeler yapılmıştır.

Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 7.0 (Copyright © 2007 SAS Institute Inc.) ve Genstat 12 paket programları kullanılarak yapılmış, önemli bulunan faktör ortalamaları A.Ö.F. testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analizine göre; çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli görülen ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$ ) farklılıklar tespit edilmiştir. (Çizelge 3). Her bir özellik için çeşitler arasında oluşan farklılıklar A.Ö.F. testine göre gruplandırılmıştır.

**Çizelge 3.** Araştırmada incelenen özelliklerin ortalama değerleri ve grupları

Genotip	Tane Verimi (kg/da)	Başaklanma Süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	Yatma (%)	Bin Tane Ağırlığı(g)	Hektolitreye Ağırlığı (kg/hl)	Protein Oranı (%)	Nişasta Oranı (%)	Tanedeki Nem Oranı(%)	Scor (1-5)
1	723.0ab	113.5dg	115	0	43.1a	67.7cf	14.0jk	68.6dg	8.4ad	5
2	555.2dh	112.5eg	100	80	40.8ac	68.9be	16.3cf	68.5dg	8.3be	4
3	467.5gh	115.0ad	115	10	36.9cf	70.4ab	17.8b	67.6h1	8.2de	5
4	422.8h	114.0cf	110	25	34.3ef	69.3bd	19.1a	66.7j	8.3be	5
5	508.0eh	112.5eg	100	50	37.9be	69.9ac	15.0gj	69.2ae	8.4ad	5
6	625.8bf	111.5gh	105	80	37.8be	68.1bf	14.7hk	69.3ad	8.4ad	4
7	570.0cg	114.0cf	125	50	44.3a	67.1df	16.3cf	68.6dg	8.2de	4
8	785.0a	114.0cf	110	20	34.5ef	68.8bf	14.7hk	69.0bg	8.3ce	5
9	668.3ad	113.5dg	110	50	36.3df	67.9bf	14.2jk	69.4ac	8.5ab	5
10	601.0bg	113.5dg	110	40	37.0ce	68.6bf	16.8bd	67.2ij	8.2e	5
11	705.5ac	113.5dg	110	40	36.4df	68.2bf	15.3fi	68.7cg	8.5a	5
12	695.8ad	114.5be	110	20	32.6f	67.7cf	15.9dg	68.3gh	8.4ad	5
13	637.0be	114.0cf	115	50	34.8ef	68.2bf	14.0jk	69.1af	8.3be	4
14	569.2cg	114.5be	108	40	36.4df	68.5bf	14.51k	68.9bg	8.4ad	5
15	486.8fh	112f.0h	115	50	34.0ef	61.1g	17.1bc	67.1ij	8.2de	5
16	730.8ab	114.0cf	120	50	41.9ab	67.4df	14.31k	69.7ab	8.4ac	5
17	555.0dh	110.0h	105	40	42.6a	63.6g	14.41k	69.5ab	8.3be	5
18	670.0ad	116.5ab	105	0	40.0ad	67.4cf	14.2jk	69.8a	8.2de	5
19	559.5dh	116.5ab	105	60	42.6a	69.5bd	16.5ce	68.3fh	8.2e	4
20	599.5bg	117.0a	105	60	36.4df	69.6ad	15.7eh	69.6ab	8.3ce	4
Assala-04	595.0bg	115.5ad	105	50	37.4ce	66.3f	13.9k	69.7ab	8.3be	4
ER/Apm	611.2bf	114.5be	100	10	42.3a	72.0a	15.3fi	69.5ab	8.5ab	5
Beecher	520.0eh	114.5be	125	50	42.9a	68.5bf	14.8gk	69.5ab	8.3be	4
WI2291	557.0dh	115.0ad	105	80	34.3ef	67.1df	16.9bd	68.5eg	8.2de	4
Altıkat	641.3be	116.0ac	105	40	35.3ef	66.6ef	14.9gk	68.9bg	8.3ce	5
AÖF(0.05)	142.73**	2.0759**			4.359**	2.528**	1.053**	0.790**	0.173*	
DK(%)	11.4	0.88			5.54	1.8	3.3	0.55	1.01	

Tane verimi, yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ve değerler 422.8- 785.0 kg/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek tane verimi 8 nolu, en düşük tane verimi ise 4 nolu hattan elde edilmiştir. Denemede kullanılan hatların oldukça verimli olduğu ve diğer denemelerle kıyaslandığında daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpa ağırlıklı olarak yemlik amaçlı yetiştirilmekte, yemlik için kalite üzerinde durulurken yüksek verimlilik ise yetiştiriciler için aranan en önemli kriterdir. Araştırmada kullanılan hatların yüksek verimli olması tescile aday hatlar açısından ümitvar oldukları tespit edilmiştir. Tane verimi hem genotip hem de çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Bu konuda bir çok araştırma yapılmış ve araştırmamıza paralel sonuçlar elde edilmiştir (Ayrancı ve ark., 2004;Doğan ve ark., 2014; Kendal ve ark., 2012; Kendal ve ark., 2014;Oral ve ark.,2018).

Başaklanma süresi, 110.0- 117.0 gün arasında değişim göstermiş, 17 nolu hat en erken (110.0), 20 nolu hat ise en geç başaklanmıştır. Denemede kullanılan hat ve çeşitlerin orta erkenci olduğu gözlenirken, ekstrem yıllar hariç Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında erkenci ve orta erkenci hatlar tercih edilmektedir. Bu bölgenin en önemli özelliği başaklanmadan sonra bitkilerin kısa sürede olgunlaşması ve hasattan sonra ikinci ürün yetiştiriciliğinin yapılması erkenci çeşitlerin tercih edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bitki boyu uzunluğu 100- 125 cm arasında değişim göstermiş, 7 nolu hat en uzun, 2 ve 5 nolu hatlar ise en kısa boylu oldukları gözlemlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpada bitki boy uzunluğu ile yatma arasında bir ilişki olup uzun boylu hat ve çeşitlerde yavaşaklanmadan sonra yağış miktarının arttığı sezonlarda yatma görülmektedir. Bitki boy uzunluğu genotipe bağlı olsada ekolojik faktörlerden de etkilenebilmektedir. Bu nedenle bitki boyu bakımından genotipler arasında farklılık olabileceği bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Doğan ve ark., 2014; Kendal ve ark., 2012; Kendal ve ark., 2014;Kılıç ve ark., 2018).

Yatma oranı, genotipler % 0- 80 arasında etkilenmiş, 1 ve 18 nolu hatlarda hiç yatma görülmezken, 2 ve 6 nolu hatlar ile WI2291 çeşidinde ise % 80 oranında yatma görülmüştür. Bu çalışmada uzun boylu olup yatmayan ve kısa boylu olup fazla yatma eğilimini gösteren genotiplere rastlamak mümkün olmuştur. Kısa boyluluk yatmaya dayanıklılık ve uzun boyluluğunda yatmaya eğilimli olması konusunda net bir sonuç göstermemektedir. Bitki sap sağlamlığının yatma konusunda bize bir fikir olmuş olup sapı sağlam olan dayanıklı sapı gevşek olan bitkilerin ise eğilimli oldukları tespit edilmiştir (Öztürk ve ark., 2007), Trakya Bölgesi'nde yürütmüş oldukları arpa çalışmalarında bitki boyunun çok önemli olduğu,

özellikle 85 cm' den sonra yatmaların meydana geldiği ve bu durumda kök ve yaprak hastalıklarının artışı ile birlikte; arpa veriminin düştüğü, yatmaya dayanıklılık için bitki boyunun çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Bin tane ağırlığı, yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ve değerler 32.6-42.9 g arasında değişim gösterirken en yüksek bin dane ağırlığı Beecher çeşidinden, en düşük bin tane ağırlığı ise 12 nolu hatlıtan elde edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü sezonda bin tane ağırlıklarının genel olarak yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Yüksek bin tane ağırlığı yetiştiriciler tarafından yüksek verimliliğin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bin tane ağırlığının bir çeşit özelliği olduğu ancak yıllara ve iklime göre bazı değişimler olabileceği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Karahan, 2005; kendal ve ark., 2012; Kendal, 2013).

Hektolitre ağırlığı, yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ve değerler 66.3-72.0 kg/hl arasında değişim göstermiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı ER/Apm standart çeşitten, en düşük hektolitre ağırlığı ise Assala-04 çeşidinden elde edilmiştir. Bir çok hattın hektolitre ağırlığı en yüksek hektolitre ağırlığına sahip çeşide yakın hektolitre ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Hem en düşük hem de en düşük hektolitre ağırlığı standart çeşitlerden elde edilmesi seçilen standartların özellikler bakımından oldukça geniş varyasyon sağladığını göstermektedir. Genotipler arasında tespit edilen farklılık, hektolitre ağırlığının çeşit özelliğine, tane özelliklerine (tanede tekdüzelik, kavuz oranı, endosperm yapısı) bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Kendal ve ark. (2012), benzer şartlarda yürütmüş oldukları çalışmada hektolitre ağırlığını 61.2-71.2 kg/hl, Kendal, (2013) ise 64.2-71.2 kg/hl arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Protein oranı bakımından yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunmuş, protein değerleri %13.9- 19.1 arasında değişim göstermiştir. En yüksek protein oranı 4 nolu hattın, en düşük protein değeri ise denemede standart olarak kullanılan Assala-04 çeşidinden elde edilmiştir. Arpa yetiştiriciliğinde protein oluşum döneminde düşük nem ve aşırı sıcaklıklar protein oranını artırmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi de bu ekolojik özelliklere sahip olduğu için arpa protein oranı yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu durum çeşit hat özelliklerine göre de değişkenlik göstermektedir. Yüksek protein oranına sahip çeşit ve hatlar yem fabrikaları tarafından özellikle tercih edilmektedir(Kendal ve ark., 2016).

Nişasta oranı bakımından yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuş, nişasta oranı % 66.7-69.8 arasında değişim

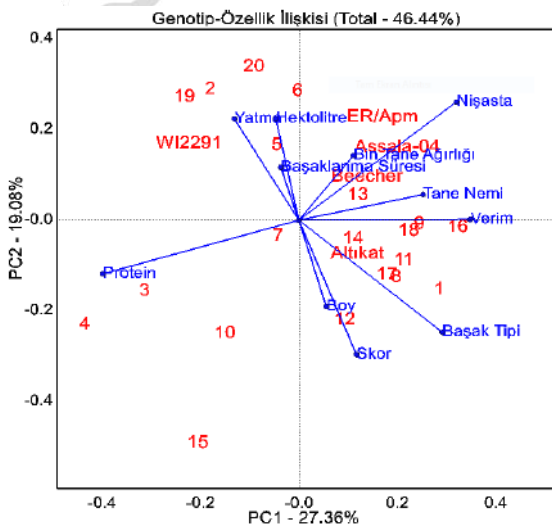


göstermiştir. En yüksek nişasta oranı 18 nolu hattan elde edilirken, en düşük nişasta oranı ise 4 nolu hattan elde edilmiştir. Protein oranı ile nişasta oranı arasında negatif bir korelasyon mevcuttur. Bu çalışmada da en yüksek protein oranına sahip genotiplerin düşük nişasta oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Nişasta oranı maltlık arpalarda özellikle mayşeleme sırasında diyastaz tarafından maltoz ve dekstrinlere parçalanarak şıra ve bira ekstraktının en büyük kısmını teşkil eder. Bu yüzden arpada nişasta oranı % 55-60'ın altında istenmez (Kendal, 2013). Ancak yemlik arpalarda çok fazla önemsenmemektedir.

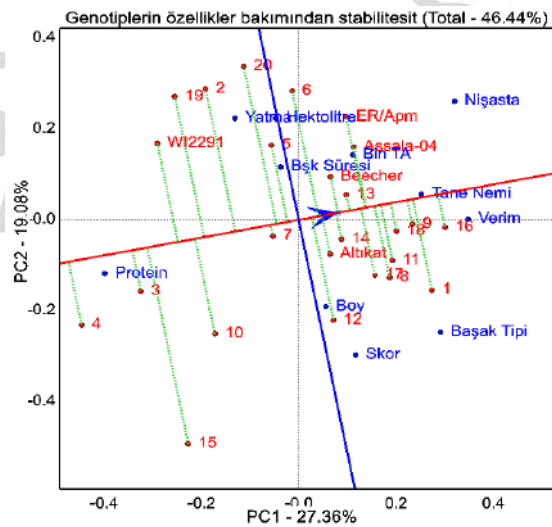
Tanedeki nem oranı bakımından yapılan varyans analizinde hatlar arasındaki fark istatistik olarak 5 5 düzeyinde önemli bulunmuş, değerler % 8.2 ile % 8.5 arasında değişim göstermiştir. En yüksek nem oranı 11 nolu hattan elde edilirken, en düşük nem oranı ise 19 nolu hatlardan elde edilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tanedeki nem oranı diğer bölgelere göre daha düşüktür. Çünkü hasat döneminde (Haziran sonu) sıcaklıklar zaman zaman  $40^{\circ}\text{C}$ 'yi bulmaktadır. Düşük hava oransal nemi ve yüksek sıcaklıklara bağlı olarak tanelerdeki nem oranı düşük değerlerde kaldığını söylemek mümkündür (Oral ve ark., 2018).

### GT biplot tekniği ile Genotipler ile özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

GT biplot tekniğinde özellikler arasındaki ilişki her iki özellik arasındaki vektörlerin açıları ile açıklanmaktadır. İki özelliğe ait vektörler arasındaki açı değeri ( $>0^{\circ}$ - $<90^{\circ}$ ) daraldıkça pozitif, açı değeri ( $90^{\circ}$ - $<180^{\circ}$ ) arttıkça negatif bir ilişki olduğu farklı çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Kendal ve ark., 2014; Doğan ve ark., 2016; Kılıç ve ark., 2018; Oral ve ark., 2018). GT biplot tekniği ile genotipler ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Genotipler ile özellikler arasındaki ilişki sıralanması



Şekil 2. Genotiplerin özellikler bakımından

Tane verimi ile protein oranına ait vektörler arasındaki açı değeri oldukça geniş olup iki özellik arasında yüksek bir negatif korelasyon ilişkisi olduğunu göstermektedir(Şekil 1). Protein oranı ve yatma hariç tane verimi ile diğer tüm özelliklere ait vektörlerin açlarına baktığımızda aralarında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Tane verimi ile kimi özellikler arasında düşük(Boy, Başak tipi) seviyede pozitif kimisi arasında ise yüksek(Tane nemi, bin tane ağırlığı, nişasta) pozitif ilişki olduğunu özelliklere ait vektörlerin açlarına bakarak söylemek mümkündür. Kısacası iki özelliğe ait vektörler arasındaki açının durumu bize iki özellik arasındaki ilişkinin durumu hakkında görsel olarak çok şey ifade etmektedir. Bu nedenle GT biplot tekniği görsel olarak ilişkileri yorumlamada bize kolaylık sağlamaktadır.

Araştırmada incelenen tüm özelliklerin ortalama verileri üzerinden oluşturulan ve genotiplerin üstünlüklerine stabilite durumuna göre sıralayan ranking biplot metodu Şekil 2’ de gösterilmiştir. Çok özellikli çalışmalarda tüm özellikler bakımından genotiplerin üstünlükleri bakımından genotipleri stabilite(yatay) ve ortalama(dikey) temel eğrilerine sıralayan bir modeldir. Bu model birçok araştırmada ve birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır(Doğan ve ark., 2016;Kabak ve Akçura 2017;Kendal ve ark., 2014;Kılıç ve ark., 2012; Kılıç ve ark., 2018). Bu açıklamalar doğrultusunda Şekil 2 ‘de 9 ve 13 nolu hatlar tüm özellikler bakımından en stabil, 15 ve 20 nolu hatlar ise stabil olmayan genotipler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan orta erkenci ve 6 sıralı başak yapısına sahip genotiplerin çoğu tüm verilerin ortalamasını gösteren eğrinin (dikey eğri) üzerinde ve denemede standart olarak kullanılan çeşitlere göre daha stabil olduğu görülürken başaklanma süresi uzun uzun boylu ve yatma eğilimi yüksek genotiplerin çoğu ise ortalama eğrinin altında yer aldığı ve dolayısıyla ortalamanın altında yer alan genotipleri seleksiyonda bir üst kademeye aktarılmazken stabil ve ortalamanın üzerinde yer alan genotipler (1,4,8,11,16,18) ise çeşit adayları olarak seçilerek bir ileri generasyona aktarılmıştır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; ICARDA tarafından özellikle yazlık tabiatlı ve orta yağışlı alanlara yönelik oluşturulan ileri kademedeki bir deneme seti kullanılmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi yağışa dayalı şartlarda uyum kabiliyetleri test edilmiştir. Çalışma sonucunda test edilen hatlar içerisinde yatmaya karşı dayanıklı, orta erkenci ve orta boy uzunluğuna sahip hatların yüksek verimli, kaliteli hatların ise düşük verime sahip oldukları tespit edilmiş olup yüksek verimli ve tatminkâr kaliteli özelliğine sahip hatlar seçilerek arpa ıslah programlarında kullanılmak üzere bir ileri kademeye aktarılmıştır. Standartlarla kıyasladığımızda hem verim

hem de kalite özelliği bakımından yüksek değerlere sahip arpa hatları tespit edilmiş ve tescil adayı olabilecek hatlar belirlenerek ıslah programı daha da güçlendirilmiştir.

## 5. Kaynaklar

Anonim.2017.http/www.tuik.gov.tr

Ayrancı, R., Akçura, M., Kaya, Y., & Taner, S. (2004). Orta Anadolu kurak şartlarında bazı kışlık arpa genotiplerinin tane veriminin stabilitesi. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1(1), 11-16.

Doğan, Y., Kendal, E., & Oral, E. (2016). Identifying of relationship between traits and grain yield in spring barley by GGE Biplot analysis. Agriculture & Forestry, 62(4).

Doğan, Y., Kendal, E., Karahan, T., & Çiftçi, V. (2014). Diyarbakır koşullarında bazı arpa genotiplerinde verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014(2).

Kabak, D., & Akçura, M. 2017. Bingöl ilinden toplanan yerel çavdarlarda tane verimi ve bazı özellikler arasındaki ilişkilerin biplot analizi ile incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2), 227-235.

Karahan T. (2005). Güneydoğu Anadolu Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2005-Van.

Kendal, E. (2012). ICARDA Orjinli Yazlık Arpa Genotiplerinin Bazı Özellikleri Yönünden Seleksiyonu, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2012 - 5 (1), Sayfa: 107-111.

Kendal, E. (2013). İleri Kademedeki Bazı Yazlık Arpa Genotiplerinin Farklı Çevre Şartlarında Verim Ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 2013-25(1).

Kendal, E., Doğan, Y., & Oral, E. (2016). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpa yetiştiriciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. Türk Doğa ve Fen Dergisi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 36-42.

Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M., Bereketoğlu, K., & Doğan, H. (2014). Biplot analiz kullanılarak yazlık arpa genotiplerinin verim ve evrim unsurlarının belirlenmesi. Trakya University Journal of Natural Sciences, 15(2), 95-103s.

Kılıç, H., Kendal, E., & Aktaş, H. 2018. Evaluation of yield and some quality characters of winter barley (*hordeum vulgare* l.) genotypes using biplot analysis. Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 101-111.

Kılıç, H., T. Akar., E. Kendal and I. Sayım, 2010. Evaluation of grain yield and quality of barley varieties under rainfed conditions. African J. of Biot., 9(46): 7825-7830

Kızılgöçü, F., M. Yıldırım., C. Akıncı and Ö. Albayrak, 2016. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin Koşullarında Verim ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 6(3): 161-169

- Koca, Y. O., Ereku, O., Sabancı, S., Zeybek, A., & Yiğit, A. (2015). Akdeniz kuşağında yetiştirilen arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim unsurları ve tane kalite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Der.,12(1) : 9 - 15
- Oral, E., Kendal, E., & Dogan, Y. (2018). Selection the best barley genotypes to multi and special environments by AMMI and GGE biplot models. Fresenius Environmental Bulletin, 27(7), 5179-5187.
- Öztürk. İ., Avcı. R., Kahraman T. (2007) Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen bazı arpa (*Hordeum vulgare* L) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Trakya Üniv. Zir. Fak. dergisi, 21 (1): 59-68





## SU BASKINLARINA VE YÜKSEK TABAN SU SEVİYELERİNE KARŞI DAYANIKLI EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF RESISTANT BREAD WHEAT GENOTICS FOR AGAINST  
WATER PRESSES AND HIGH BASE WATER LEVELS

**Doç. Dr. Enver Kendal**

Mardin Artuklu Üniversitesi

### ÖZET

Bu çalışma, su baskınlarına karşı geliştirilen genotiplerin Diyarbakır ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2010-2011 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Araştırmada, CIMMYT' ten temin edilen ve su baskınlarına karşı geliştirilen 7 adet ekmeçlik buğday hattı ile 5 adet tescilli çeşit materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler tesadüf blokları bölünmüş deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında hem su baskınına maruz bırakılmış hem de yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Gelişme dönemi boyunca su baskınına dayalı yürütülen deneme su altında bırakılmış yağışa dayalı şartlardaki diğer deneme ise sulanmamıştır. Çalışmada; başak verimi, başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı gibi verim öğeleri ile protein oranı, mini sedimentasyon, tane sertliği ve tanedeki nem oranı gibi bazı kalite öğeleri incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre incelenen özellikler bakımından genotipler arasında tüm özellikler % 1 ve % 5 düzeyinde, uygulamalar arasında ise sadece başakta tane sayısında iki uygulama arasında % 5 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Su baskınında, başak verimi 1.30 – 1.85 g, başakta başakçık sayısı 15.95- 20.40 adet, başak uzunluğu 7.06- 10.63 cm, başakta tane sayısı 34.85- 60.60 adet, protein oranı %9.5-12.0, tanede rutubet oranı % 9.20- 10.22, sertlik oranı % 51.8- 66.8, mini sedimentasyon 8.0-12.3 ml, yağışa dayalı şartlarda ise sırasıyla başak verimi 1.17- 1.94 g, başakta tane sayısı 17.25-21.16 adet, başak uzunluğu 7.32-10.52 cm, başakta tane sayısı 39.82-58.46 adet, protein oranı % 9.2-11,3, tanedeki nem oranı %8.97-9.54, sertlik %55.6-68.6, mini sedimentasyon 8.0-13.3 ml arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada su baskınına karşı geliştirilen genotipler su baskınına maruz bırakıldığında hem kalite özelliği hem de diğer bazı özellikler bakımından çeşitlerden daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Bu nedenle daha detaylı incelemeler yapılarak su baskınına karşı bu hatlardan en iyileri(3 nolu hat) tescil edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Hat, su baskını, kalite, ekmeklik buğday, Diyarbakır.

## ABSTRACT

This study was carried out in the 2010-2011 growing season to determine the yield and quality characteristics of the genotypes developed against floods in Diyarbakır ecological conditions. In the research, 7 bread wheat lines which were obtained from CIMMYT and developed against flooding and 5 registered varieties were used as material. The trials were carried out in the trial area of the GAP International Agricultural Research and Training Center, with four replications based on the randomized trial design of the blocks, based on both subject to flooding and rainfall conditions. During the development period, the trial based on flooding was left under water. In the study; some yield components such as spike yield, spike length, number of spikelets per spike, number of spikes per spike and quality components such as protein content, mini-sedimentation rate, grain hardness and moisture content were investigated. According to the results of variance analysis, significant differences were observed between genotypes in terms of the examined properties at the level of 1% and 5%, while only 5% significant differences was observed between the two applications in the number of spikes. In the flood, spike yield was 1.30 - 1.85 g, spike number 15.95 - 20.40, spike length 7.06 - 10.63 cm, spike number 34.85-60.60, protein ratio 9.5-12.0%, moisture content 9.20 - 10.22%, hardness ratio 51.8% -66.8%, mini-sedimentation 8.0-12.3 ml, while precipitation-based conditions respectively, spike yield 1.17-1.94 g, the number of grain in the spike 17.25-21.16 piece, spike length 7.32-10.52 cm, the number of grain in the spike 39.82-58.46 piece, protein content 9.2-11.3%, moisture content of the grains ranged between 8.97-9.54%, hardness 55.6-68.6%, mini-sedimentation 8.0-13.3 ml. In this study, the genotypes developed against flooding were found to be more durable than the varieties in terms of both quality and some other characteristics when subjected to flooding. Therefore, more detailed investigations can be made to register the best of these lines (line 3) against flooding.

**Keywords:** Line, flooding, quality, bread wheat, Diyarbakır.

## 1.GİRİŞ

Dünya üzerindeki buğday ekili alanların % 15- 20'sinde, gelişmekte olan ülkelerde de

buğday ekili alanların yaklaşık 10 milyon hektarında her yıl su baskınları meydana gelmekte ve verim kayıplarına neden olmaktadır(Özseven ve Gençtan, 2018). Su baskını nedeniyle verimin önemli ölçüde azaldığı yerler yıllık yağışı 400 mm'nin üzerinde olan bölgelerdir (Yavaş ve ark., 2011).

Ülkemizde buğday(*Triticum aestivum* L.) önemli bir tahıl bitkisi olup hemen hemen her yerinde kolaylıkla yetiştiriciliği yapılmaktadır. Buğday Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yıllardan beri genellikle yağışa dayalı şartlarda yetiştirilmektedir. Ancak son zamanlarda buğday alanlarında sulamanın yaygınlaşması bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Ayrıca su baskınlarının yoğun olduğu yerlerde ve su tutma kapasitesinin yüksek olduğu bazı toprak şartlarında buğday kökleri zarar görmektedir. Kök bölgesinin havasız (oksijensiz) kalmasının en önemli nedenlerinden birisi de su baskınıdır. Su baskınında birçok bitki gibi buğday bitkisi de kök bölgesindeki oksijensizliğe karşı duyarlı olup bu durumdan olumsuz etkilenmektedir(Tiryakioğlu ve ark. 2014).

Gerek ülkemizde ve gerekse dünya üzerinde aşırı yağış alan bölgelerde; dere, ırmak ve nehir deltalarında bulunan veya çanak şeklinde yapıya sahip kapalı havza şeklindeki düz ve taban arazilerde zaman zaman su baskınları oluşmakta buna bağlı olarak bitki kökleri belirli süre oksijensiz kalmaktadır. Bunun yanısıra, sulama sırasında suyun aşırı ve/veya yanlış kullanımına bağlı su baskını da yaşanmaktadır (Irfan ve ark.. 2010).

Su baskınına maruz kalan bitkilerde kök bölgesinde meydana gelen oksijen azalmasına karşı bitkiler kısa sürede protein sentezini artırarak oksijensizliğe tepki vermektedirler. Bitki hücreleri oksijensiz solunum yoluna giderek az da olsa enerji temin etme yoluna girmektedir (Sairam ve ark.. 2008; Irfan ve ark.. 2010).Su baskını fazla yağış alan alanlarda yetiştirilen bitkilerde verimi sınırlandıran önemli bir problemdir (Sairam ve ark.. 2008). Su baskını stresinden dolayı vejetatif aksamlardaki oksijen eksikliği (hypoxia) ve kökteki oksijen yokluğu (annoxia) sürgün ve kök gelişimini engellemekte kuru madde üretimi ve dane sayısı azaltmakta, böylece verim kayıpları yaşanmaktadır (Erayman ve ark.. 2007).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde son zamanlarda özellikle Diyarbakır ve çevre illerde bazı topraklarda su baskınları olduğu gibi bazı topraklarda ise su tutma kapasitesi çok yüksek olduğu için mevcut çeşitlerin yetiştirilmesi sırasında bitkilerde gelişme geriliği, sararmalar ve verim düşüklüğü yaşanmaktadır. Bu amaçla, CIMMYT' in ekmeçlik buğday programı kapsamında su baskınlarına karşı geliştirilen bazı hatlar, su baskınına maruz bırakılarak verim öğeleri ile bazı kalite kriterleri bakımından geleneksel yöntemle kıyaslanmış ve su baskınlarına karşı dayanaklıkları test edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Diyarbakır yağışa dayalı şartlarda, 2010-2011 yetiştirme sezonunda ve tesadüf blokları bölünmüş deneme desenine göre, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü araştırma uygulama alanında yürütülmüştür. Çalışmada CIMMYT programında su baskınları ve taban su seviyelerine karşı geliştirilen 7 adet ekmeklik buğday hattı ve 5 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Çizelge 2’deki iklim verileri incelendiğinde, aylık sıcaklık ortalamaları kış döneminde ve gelişme döneminde de uzun yıllara göre daha yüksek değerlere sahip olup deneme yılının uzun yıllara göre daha sıcak geçtiği söylenebilir. Araştırmanın yürütüldüğü sezonda toplam yağış, 550.8 mm, uzun yıllar ortalaması ise 540.5 mm olup, yetiştirme sezonundaki yıllık yağış miktarı uzun yıllardan daha yüksek kaydedilmiştir.

Deneme ekim ayında deneme mibzeri ile ekilmiştir. Deneme parsellerinin alanı 7.2 m<sup>2</sup> olacak şekilde oluşturulmuştur. Deneme alanına toplam 12 kg/da saf azot(N) ve 8 kg/da fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verilmiştir. Fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle, kalan azotun yarısı da sapa kalkma döneminde verilmiştir. Ayrıca geniş yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen parsellerde hasat, parsel biçerdöveri ile 6 m<sup>2</sup> üzerinden yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Çeşit/Hatların pedigrileri ve geliştiren kurumların çizelgesi

Çeşit/ Hat	Seçilen Hatların Pedigrisi	Kuruluş
1	BW27545 CM80232-28Y-03M-0Y-1M-0Y-0SJ-2Y-05XM	MEKSİKA
2	BW27544 CM80232-28Y-03M-0Y-1M-0Y-4Y-05XM	MEKSİKA
3	BW27547 CM80232-28Y-03M-0Y-1M-2Y-0M-3Y-05XM	MEKSİKA
4	BW27546 CM80232-28Y-03M-0Y-1M-1Y-0M-4Y-05XM	MEKSİKA
5	BW27543 CM73815-2M-1Y-03M-5Y-0B-6M-0Y-0SJ-5Y-05XM	MEKSİKA
6	BW27548 CM80918-20Y-025H-0Y-17M-0Y-0PZ-4Y-05XM	MEKSİKA
7	BW18309 CM81812-12Y-06PZ-6Y-4M-1Y-0M-0PZ	MEKSİKA
8	CEMRE	GAPUTAEM
9	NURKENT	GAPUTAEM
10	PEHLİVAN	TEKİRDAĞ
11	ADAY -9	GAPUTAEM
12	SAGİTARİO	TASAKKO TARIM



**Çizelge 2.** Diyarbakır iline ait yıllık ve uzun yıllar sıcaklık değerleri ve yağış miktarları

Aylar	Ortalama Sıcaklık(°C)		Yağış (mm)	
	2011-12	Uzun Yıllar	2011-12	Uzun Yıllar
Eylül	27.0	24.9	0.4	7.0
Ekim	18.1	17.2	63	14.9
Kasım	11.1	10.0	0	38.0
Aralık	6.5	4.2	48	94.3
Ocak	3.5	1.8	40	121.7
Şubat	4.7	3.6	49.9	121.0
Mart	9.0	8.1	46.6	27.3
Nisan	13.0	13.8	209	77.9
Mayıs	17.7	19.3	80.3	38.4
Haziran	25.5	25.9	13.6	0
Toplam			550.8	540.5

KAYNAK:meteor.gov.tr.2010

**İncelenen Özellikler:** başak verimi, başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı gibi verim öğeleri ile protein oranı, mini sedimentasyon, tane sertliği ve tanedeki nem oranı gibi bazı kalite öğeleri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 7.0 (Copyright © 2007 SAS Institute Inc.) paket programı kullanılarak yapılmış, önemli bulunan faktör ortalamaları A.Ö.F. testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analizine göre; genotipler arasında incelenen özellikler bakımından istatistiki olarak önemli görülen ( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ ) farklılıklar tespit edilmiştir.(Çizelge 3). Ayrıca sadece başakta başakçık sayısı bakımından uygulamalar arasında % 5'e göre önemli bulunmuştur. Her bir özellik için çeşitler ve uygulamalar arasında oluşan farklılıklar A.Ö.F testine göre gruplandırılmıştır.

**Çizelge 3.** İncelenen özelliklere ait kareler ortalaması ve önemlilik durumları

VK	SD	BV (g)	BBS (adet)	BU (cm)	BTS (adet)	Protein (%)	Rutubet (%)	Sertlik (%)	mSDS (ml)
Genotip	11	0.279*	9.504**	9.095*	251.602*	1.232*	0.186*	50.5242*	9.294
Hata 1	12	0.096	1.518	0.280	141.326	0.166	0.057	14.160	1.229
Uygulama	1	0.000	5.341*	0.104	4.388	1.019	0.050	15.834	1.021
GXU	11	0.110	1.421	0.223	105.744	0.791	0.096	21.203	1.112
Hata 2	12	0.079	1.113	0.328	58.638	0.338	0.126	24.457	1.354
Toplam	47								
DK(%)		17.5	5.5	6.9	16.2	5.6	3.7	8.1	11.4

VK: Varyasyon kaynakları, SD: Serbestlik derecesi, BBS: Başakta başakçık sayısı, BU: Başak uzunluğu, BTS: Başakta tane sayısı, DK: Değişim katsayısı

Yazlık ekmeklik buğdayın su baskınlarına olan dayanaklıklarının incelendiği araştırmada başak özellikleri bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilirken, uygulamalar(su baskını-kuru) arasında ise sadece başakta başakçık sayısı bakımından önemli(%5 düzeyinde) farklılık tespit edilmiştir(Çizelge 3).

Başak verimi bakımından iki uygulama arasında fark çıkmazken her iki uygulamanın ortalaması 1.60 g olarak bulunmuştur(Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Uygulamalar bakımından başak özelliklerine ait veriler ve oluşan gruplar

Genotip	Başak verimi (g)			Başakta başakçık sayısı (adet)			Başak uzunluğu (cm)			Başakta tane sayısı (adet)		
	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama
1	1.33	1.50	<b>1.41 DE</b>	17.3	17.0	<b>17.1 C</b>	7.52	7.06	<b>7.29 E</b>	40.2	44.4	<b>42.3 B</b>
2	1.50	1.60	<b>1.55 BE</b>	19.2	18.5	<b>18.8 B</b>	7.35	7.20	<b>7.27 E</b>	40.2	51.0	<b>45.6 B</b>
3	1.43	1.73	<b>1.58 BE</b>	18.7	19.1	<b>18.9 B</b>	7.32	7.69	<b>7.50 DE</b>	43.7	49.2	<b>46.4 B</b>
4	1.43	1.49	<b>1.46 CE</b>	19.3	19.0	<b>19.1 B</b>	7.29	7.50	<b>7.39 E</b>	41.0	47.5	<b>44.3 B</b>
5	1.53	1.33	<b>1.43 DE</b>	19.1	19.1	<b>19.1 B</b>	7.91	8.06	<b>7.9 CD</b>	46.1	43.0	<b>44.6 B</b>
6	1.65	1.68	<b>1.66 AD</b>	21.2	20.4	<b>20.8 A</b>	8.41	7.91	<b>8.16 BC</b>	52.7	54.6	<b>53.6 AB</b>
7	1.17	1.43	<b>1.30 E</b>	20.0	19.0	<b>19.5 B</b>	8.43	8.15	<b>8.29 BC</b>	39.8	43.6	<b>41.7 B</b>
Cemre	1.88	1.78	<b>1.83 AB</b>	19.9	20.0	<b>19.9 AB</b>	9.88	10.28	<b>10.08 A</b>	55.5	51.9	<b>53.7 AB</b>
Nurkent	1.94	1.85	<b>1.90 A</b>	19.4	20.2	<b>19.8 AB</b>	10.52	10.63	<b>10.57 A</b>	58.5	60.6	<b>59.5 A</b>
Pehlivan	1.68	1.80	<b>1.74 AC</b>	20.5	18.8	<b>19.6 AB</b>	8.29	8.28	<b>8.29 BC</b>	47.3	39.0	<b>43.2 B</b>
Aday-9	1.88	1.30	<b>1.59 AE</b>	18.1	16.0	<b>17.0 C</b>	8.84	8.26	<b>8.55 B</b>	51.0	34.9	<b>42.9 B</b>
Sagitario	1.82	1.78	<b>1.80 AB</b>	18.9	18.9	<b>18.9 B</b>	7.63	7.58	<b>7.61 DE</b>	48.2	49.7	<b>48.9 AB</b>
<b>Ortalama</b>	<b>1.60</b>	<b>1.60</b>		<b>19.3A</b>	<b>18.8 B</b>		<b>8.28</b>	<b>8.22</b>		<b>47.0</b>	<b>47.4</b>	

Çeşitlerden sadece pehlivan çeşidinde su baskınında başak verimi artarken, su baskına karşı kullanılan hatlarda ise sadece bir adet hatta su baskınında başak verimi azalırken diğer 6 hatta başak verimi artmıştır. İnteraksiyon önemli olmasa da denemede kullanılan hatların neredeyse tamamı su baskınlarında başak veriminin yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Her iki uygulamanın ortalamasında ise Nurkent çeşidi yüksek başak verimi değerine(1.90 g) ulaşmıştır. Uygulamaların ortalamasında denemede kullanılan standartların hatlardan daha yüksek başak verimine ulaşmışlardır. Ünlü (2005), yapmış olduğu tez çalışmasında su baskınlarında başak veriminin azaldığını bildirmiştir.

Başakta başakçık sayısı bakımından her iki uygulama ve genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş kuru da yürütülen çalışmada başakta başakçık sayısı(19.3 adet) su baskınına tabi tutulan denemenin ortalamasına(18.8 adet)göre da yüksek olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 4). Denemede kullanılan hatlardan 3 nolu genotipte başakçık sayısı artarken diğer hatlarda azalmıştır. Standartlardan Cemre ve Nurkent çeşitlerinde su

baskınlarında başakçık sayısı artmış, Sagittario çeşidinde değişmezken diğer iki çeşitte düşmüştür. Her iki uygulamanın ortalamasında ise 16 nolu genotip en yüksek(20.8 adet) Aday 9 standardı ise en düşük başakçık(17.0 adet ) sayısına sahip olmuştur

Başak uzunluğu bakımından sadece genotipler arasında önemli farklılık tespit edilmiştir. Uygulamalarda başak uzunluğu kuruda(8.28 cm) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İnteraksiyonda ise 3,4,5 nolu hatlar ile Cemre ve Nurkent çeşitlerinde su baskınlarında başak uzunluğu artarken diğer hat ve çeşitlerde düşmüştür. Her iki uygulamaların ortalamasında en yüksek başak uzunluğu Cemre ve Nurkent çeşitlerinde en düşük başak uzunluğu ise 1,2 ve 4 nolu hatlarda tespit edilmiştir. Ünlü (2005), yapmış olduğu tez çalışmasında su baskınlarında başak boyunun azaldığını bildirmiştir.

Başakta tane sayısı bakımından sadece genotipler ortalamasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Uygulamaların ortalamasında su baskınlarında daha yüksek(47.4adet), kuruda(47.0adet)başakta tane sayısı elde edilmiştir. Su baskınlarda 5 nolu hat hariç diğer hatlarda başakta tane verimi artmıştır. Çeşitlerde ise Nurkent ve Sagittario çeşitlerinde başakta tane sayısı artmış diğer çeşitlerde azalmıştır. Her iki uygulamanın ortalamasında en yüksek başakta tane sayısı Nurkent çeşidinde(59.5 adet) en düşük 1 nolu hatta(42.3 adet) tespit edilmiştir. Ünlü (2005), yapmış olduğu tez çalışmasında su baskınlarında tane sayısının azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmada da su baskınlarında genotiplerin çoğunda tane sayısı azalmıştır.

Protein oranı bakımından sadece genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş su baskınına maruz bırakılan denemede protein oranı(% 10.6) kuruda yürütülen denemenin ortalamasına( % 10.3 )göre da yüksek olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 5). Su baskınlarında denemede kullanılan hatlardan sadece 4 ve 5 nolu hatlar ile Sagittario çeşidinde protein oranı düşerken diğer hat ve çeşitlerde artmıştır. Her iki uygulamanın ortalamasında ise 6 nolu genotip en yüksek(%11.6), Aday 9 çeşidi ise en düşük (%9.6) protein oranına sahip olmuşlardır.

Tanedeki rutubet bakımından sadece genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş su baskınına maruz bırakılan denemede tanedeki rutubet oranı(% 9.47) kuruda yürütülen denemenin ortalamasına( % 9.54)göre da düşük olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 5). Su baskınlarında denemede kullanılan hatlardan sadece 6 nolu hat ile Sagittario çeşidinde tanedeki rutubet oranı düşerken diğer hat ve çeşitlerde artmıştır. Her iki uygulamanın ortalamasında ise Sagittario çeşidi en yüksek(%9.88), 6 nolu hat ise en düşük (%9.09) tanedeki rutubet oranına sahip olmuşlardır. Uzun süreli su baskınına bırakılan genotiplerin

tanelerindeki rutubet miktarı hasat döneminde daha yüksek olduğu ve beklenen bir durumun gerçekleşmesidir.

**Çizelge 5.** Uygulamalar bakımından kalite kriterlerine ait veriler ve oluşan gruplar

Genotip	Protein (%)			Rutubet(%)			Sertlik (%)			MSDS(ml)		
	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama	Kuru	Su Baskını	Ortalama
1	10.0	11.1	<b>10.6 BD</b>	9.46	9.42	<b>9.44 CE</b>	61.9	63.0	<b>62.5 AC</b>	11.0	11.5	<b>11.3 AB</b>
2	10.2	11.1	<b>10.6 BD</b>	9.28	9.26	<b>9.27 DE</b>	65.3	62.7	<b>64.0 AB</b>	8.0	9.3	<b>8.6 B</b>
3	10.6	10.9	<b>10.7 BC</b>	9.82	9.26	<b>9.54 AD</b>	62.6	63.7	<b>63.2 AC</b>	11.8	12.3	<b>12.0 AB</b>
4	10.3	9.9	<b>10.1 DF</b>	9.69	9.37	<b>9.53 AD</b>	68.6	58.3	<b>63.5 AB</b>	11.8	12.0	<b>11.9 AB</b>
5	10.6	9.5	<b>10.1 DF</b>	9.69	9.34	<b>9.52 AD</b>	64.8	66.8	<b>65.8 A</b>	10.0	8.8	<b>9.4 CE</b>
6	11.3	12.0	<b>11.6 A</b>	8.97	9.20	<b>9.09 E</b>	60.0	61.5	<b>60.7 AD</b>	9.0	8.3	<b>8.6 E</b>
7	11.0	11.0	<b>11.0 CF</b>	9.57	9.49	<b>9.53 AD</b>	55.6	59.2	<b>57.4 CE</b>	8.5	8.0	<b>8.3 E</b>
Cemre	9.6	10.2	<b>9.9 EF</b>	9.38	9.33	<b>9.36 CE</b>	55.0	54.0	<b>54.5 E</b>	8.3	10.0	<b>9.1 DE</b>
Nurkent	10.2	10.8	<b>10.5 BE</b>	9.80	9.60	<b>9.70 AC</b>	60.6	51.8	<b>56.2 DE</b>	9.5	9.3	<b>9.4 CE</b>
Pehlivan	9.2	11.1	<b>10.2 CF</b>	9.80	9.76	<b>9.78 AB</b>	61.2	61.6	<b>61.4 AD</b>	10.0	11.3	<b>10.6 BD</b>
Aday-9	9.5	9.6	<b>9.6 F</b>	9.47	9.43	<b>9.45 BE</b>	62.1	57.5	<b>59.8 BE</b>	10.0	11.8	<b>10.9 BC</b>
Sagittario	10.8	9.6	<b>10.2 CF</b>	9.54	10.22	<b>9.88 A</b>	62.9	66.8	<b>64.8 AB</b>	13.3	12.3	<b>12.8 A</b>
<b>Ortalama</b>	<b>10.3</b>	<b>10.6</b>		<b>9.54</b>	<b>9.47</b>		<b>61.7</b>	<b>60.6</b>		<b>10.1</b>	<b>10.4</b>	

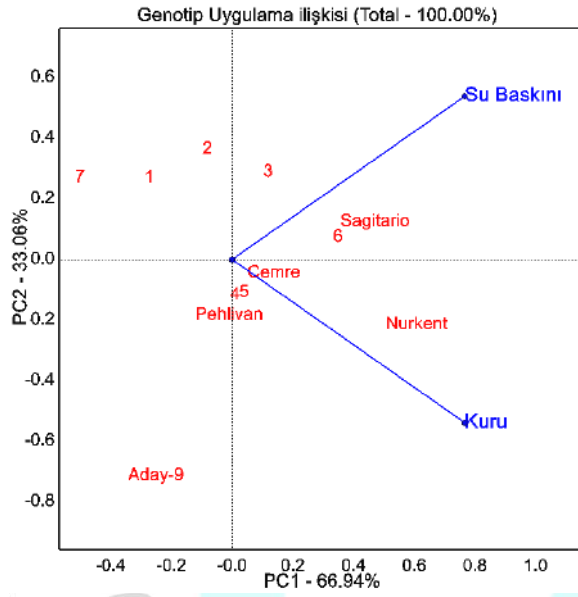
Tanedeki sertlik oranı bakımından sadece genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş su baskınına maruz bırakılan denemede tanedeki sertlik oranı(% 60.6) kuruda yürütülen denemenin ortalamasına( % 61.7)göre da düşük olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 5). Su baskınlarında denemede kullanılan hatlardan sadece 2 ve 4 nolu hatlar ile Pehlivan çeşidinde tanedeki sertlik oranı düşerken diğer hat ve çeşitlerde artmıştır. Her iki uygulamanın ortalamasında ise 6 nolu hat en yüksek(%65.8), Cemre çeşidi ise en düşük (% 54.5) tanedeki rutubet oranına sahip olmuşlardır. Uzun süreli su baskınında bırakılan genotiplerin tanelerinin daha yumuşak olması kaçınılmazdır.

Mini sedimentasyon değeri bakımından sadece genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş su baskınına maruz bırakılan denemede mini sedimentasyon değeri (10.4 ml) kuruda yürütülen denemenin ortalamasına(10.1 ml)göre da yüksek olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 5). Su baskınlarında denemede kullanılan hatlardan sadece 5,6,7 nolu hatlar ile Nurkent ve Sagittario çeşitlerinde mini sedimentasyon değeri düşerken diğer hat ve çeşitlerde artmıştır. Her iki uygulamanın ortalamasında ise Sagittario çeşidi en yüksek (12.8 ml), 7 nolu hat ise en düşük (8.3 ml) mini sedimentasyon değerine sahip olmuşlardır.

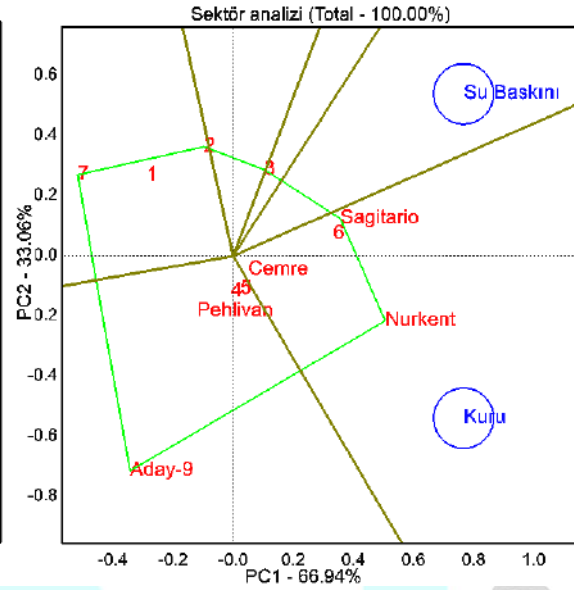
### **GT biplot tekniği ile genotipler ile uygulamalar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi**



GT biplot tekniğinde özellikler arasındaki ilişki her iki özellik arasındaki vektörlerin açıları ile açıklanmaktadır. İki özelliğe ait vektörler arasındaki açı değeri ( $>0$ -- $<90$ ) daraldıkça pozitif, açı değeri ( $90$ -- $<180$ ) arttıkça negatif bir ilişki olduğu farklı çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Doğan ve ark., 2016; Kendal ve ark., 2014; Kılıç ve ark., 2018; Oral ve ark., 2018). GT biplot tekniği ile genotipler ile uygulamalar arasındaki ilişkiler Şekil 21' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Genotipler ile uygulamalar arasındaki ilişki



Şekil 2. Genotiplerin uygulamalar bakımından gruplandırılması

Genotipler ile uygulamaların vektörleri arasındaki açı değeri genotipler ile uygulamalar hakkında bize fikir vermektedir. Araştırmada su baskınlarına karşı geliştirilen 6 ve 3 nolu hatlar ile Sagittario standart çeşidi su baskınlarındaki veriler üzerinden oluşturulan vektöre yakın olduğu görülmekte dolayısıyla bu iki genotipin su baskınlarına karşı dayanıklı olduğunu söylemek mümkündür. Nurkent çeşidinin kuru şartlarda yürütülen deneme sonucundan elde edilen vektöre daha yakın olduğu için kurak şartlar için önerilebilmektedir. Özellikle Aday 9 çeşidinin su baskınlarına karşı oldukça hassas olduğu tespit edilirken, su baskınlarına yönelik geliştirilen ve denemede kullanılan 7 hattın 4 ve 5 numaralı hatlar hariç diğer hatların kuru uygulama vektöründen uzak ve ters tarafında ve su baskını vektörüne yakın tarafta yer almalarından dolayı su baskınlarına karşı dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. Cemre çeşidi biplot' un merkezinde yer aldığı için her iki uygulamada ortalama değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Kısacası genotip ile uygulamalara ait vektörler arasındaki açının durumu bize genotip-uygulama arasındaki ilişkinin durumu hakkında görsel olarak çok şey ifade

etmektedir. Bu nedenle GT biplot tekniği görsel olarak ilişkileri yorumlamada bize kolaylık sağlamaktadır.

Araştırmada incelenen tüm özelliklerin ortalama verileri üzerinden oluşturulan ve genotipler ile uygulamalar arasındaki merkez ilişki ve uygulamaların gruplandırılmasını sağlayan sektör analizi sonuçları Şekil 2' de gösterilmiştir. Özellikle genotipler ile uygulamalar arasındaki ilişkiyi sektörlere ayırmak suretiyle genotip uygulama ilişkisini daha net olarak gösteren ve aynı zamanda özellikleri sektörlerdeki konumlamalarına göre gruplandıran bir modeldir. Bu model birçok araştırmada ve birçok araştırmacı tarafından genotip-özellik ilişkisini göstermek ve özellikleri gruplandırmak için kullanılmıştır (Doğan ve ark., 2016; Kabak ve Akçura 2017; Kendal ve ark., 2014; Kılıç ve ark., 2012; Kılıç ve ark., 2018). Bu açıklamalar doğrultusunda Şekil 1 de ifade ettiğimiz bazı durumları daha net göre bilmek mümkündür. Nurkent çeşidinin kuru şartlarda yürütülen denemede en yüksek sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiş ve su baskını ile ilişkisi görülmediği anlaşılmıştır. Diğer bazı genotipler(7,1,2 ve3) ise kurudaki uygulamadan oldukça uzakta oldukları ancak su baskını uygulamasının yer aldığı sektörde yer almadıkları tespit edilmiştir. Ancak su baskınına yakın ve dar aralıklarla çizilen vektörlerde yer aldıkları için su baskınında çok iyi sonuçlara sahip olmasalar bile dayanıklı olduklarını söylemek mümkündür. Sagittario ve 6 nolu genotip ise her ne kadar kuru uygulamasının yer aldığı sektörde konumlanmasalar bile aslında su baskınının yer aldığı sektör merkezine daha yakın oldukları dolayısıyla su baskınlarına karşı dayanıklı olduklarını söylemek mümkündür. Her iki uygulamada farklı sektörlerde yer alarak aslında uygulamaların beklenen sonuçlara sahip oldukları ve oldukça farklı koşullarda yapıldığını göstermektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; CIMMYT tarafından özellikle su baskınlarına yönelik geliştirilen ileri kademedeki hatlar kullanılmıştır. Diyarbakır şartlarında su baskınlarına maruz bırakılarak test edilmiştir. Bu çalışmada su baskınına maruz bırakılan hatlardan bir tanesi hariç diğer 6 hatta başak verimi, 3 nolu genotipte başakçık sayısı, 3,4 ve 5 nolu hatlarda başak uzunluğu, 5 nolu hat hariç diğer hatlarda başakta tane sayısı artmıştır. Kalite kriterlerinden protein oranı su baskınında artmıştır. Hatlardan iki(4 ve 5 nolu) tanesi hariç diğerlerinde protein oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Tanedeki rutubet oranı su baskınında artmış olup 6 nolu hat hariç diğerlerinde azalma olmuştur. Su baskınında daha düşük tane nemi tespit edilmiştir. Tane sertliği su baskınında değişiklik göstermiş olup bazılarında sertlik düşerken bazılarında artış

göstermiştir. Mini sedimentasyon su baskınında artmış olup 5 nolu hat hariç diğer hatlarda artış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada su baskınına karşı geliştirilen genotipler su baskınına maruz bırakıldığında hem kalite özelliği hem de diğer bazı verim öğeleri bakımından çeşitlerden daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle daha detaylı incelemeler yapılarak su baskınına karşı bu hatlardan en iyileri tescil edilebilir.

## 5. Kaynaklar

- Anonim. <http://www.botes.com.tr/dokumanlar/013rizakanber.pdf>
- Arslan, B. 2006. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin su baskını stresine dayanıklılık mekanizmalarının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antakya, Eylül-2006
- Doğan, Y., Kendal, E., & Oral, E. (2016). Identifying of relationship between traits and grain yield in spring barley by GGE Biplot analysis. *Agriculture & Forestry*, 62(4).
- Erayman, M., Atak, M., Şener, O., 2007. Farklı Su Baskını Sürelerinin Buğdayın (T. Aestivum L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkileri, Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, 289-292.
- Irfan, M., Hayat, S., Hayat, Q., Afroz, S. ve Ahmed, A., 2010. Physiological and biochemical changes in plant under waterlogging. *Protoplasma* DOI 10.1007/s00709-0090098-8
- Kabak, D., & Akçura, M. 2017. Bingöl ilinden toplanan yerel çavdarlarda tane verimi ve bazı özellikler arasındaki ilişkilerin biplot analizi ile incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 227-235.
- Kendal, E., Doğan, Y., & Oral, E. (2016). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arpa yetiştiriciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 36-42.
- Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M., Bereketoğlu, K., & Doğan, H. (2014). Biplot analiz kullanılarak yazlık arpa genotiplerinin verim ve evrim unsurlarının belirlenmesi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(2), 95-103s.
- Kılıç, H., Kendal, E., & Aktaş, H. 2018. Evaluation of yield and some quality characters of winter barley (*hordeum vulgare* l.) genotypes using biplot analysis. *Agriculture & Forestry*, Vol. 64 Issue 3: 101-111.
- Malik Al I., Colmer T. D., Lambers H., Setter T. L. ve Schortemeyer M., 2002. Short Term Waterlogging Has Long Term Effects on The Growth And Physiology of wheat. *New Phytol.*, 153, 225–236.

- Olgun, M., Kumlay, A.M., Adıguzel, M.C. ve Caglar, A., 2008. The effect of waterlogging in wheat (*T. aestivum* L.). *Acta Agr. Scand. Section B-Soil and Plant Sci.* 58: 193-198.
- Oral, E., Kendal, E., & Dogan, Y. (2018). Selection the best barley genotypes to multi and special environments by AMMI and GGE biplot models. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7), 5179-5187.
- Özseven, İ., & Gençtan, T.2018. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde uzun süreli su baskınlarının bayrak yaprağı klorofil içeriğine etkisi. *Anadolu-Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 1-16.
- Sairam, R.K., Kumutha, D., Ezhilmathi, K., Deshmukh, P.S. ve Srivastava, G.C., 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. *Biologia Plantarum*, 52(3): 401-412.
- Sayre, K. D., Van Ginkel, M., Rajaram, S., Ortíz-Monasterio, I., 1994. Tolerance To Waterlogging Losses In Spring Bread Wheat: Effect of Time of Onset on Expression. Pp. 165-171 In: *Annual Wheat Newsletter*, Vol. 40, June 1994. Colorado State University, Colorado, Usa.
- Setter, T. L., 2000. Farming Systems For Waterlogging Prone Sandplain Soils of The South Coast Final Report of Grdc Project No Daw292. Department Of Agriculture, Western Australia. 68 Pp.
- Tiryakioğlu, M., Karanlık, S., & Aslanyürek, D. (2014). Farklı su baskını sürelerinin ekmeklik buğday fidelerinde yaprak alanı, kuru madde ve klorofil içeriğine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 281-288.
- Ünlü A.İ. 2005 Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin su baskınına tolerans derecelerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora tezi, 58 sayfa
- Van Ginkel, M., Rajaram, S. ve Thijssen, M. 1991. Waterlogging In Wheat, Germoplasm Evaluation And Methodology Development.P. 115-124. In G.T. Douglas And W. Mwangi (Ed.) *The Seventh Regional Wheat Workshop For Eastern, Central And Southern Africa*, Nakuru, Kenya. CIMMYT.
- Yavaş, İ., A. Ünay ve S. Şimşek. 2011. Su birikmesinin bitki ve toprak üzerine etkisi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (2): 57-61



## SAĞLIK SEKTÖRÜNDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERE GENEL BAKIŞ AN OVERVIEW OF WEARABLE TECHNOLOGIES IN HEALTH INDUSTRY

**Yüksek Lisans Öğrencisi Zekiye İrem Gözübol**

İstanbul Üniversitesi

**Doç. Dr. Emrah Önder**

İstanbul Üniversitesi

**Arş. Gör. Uğur Arcagök**

İstanbul Üniversitesi

### ÖZET

Sağlık sektörünün gelişmesi, sağlık hizmetlerinde artan beklentiler ve gelişen teknolojiyle birlikte, sağlıkta bireysel ölçüm ve giyilebilir teknolojiler giderek önem kazanmaktadır. Nesnelerin interneti (IoT) tabanlı giyilebilir teknolojiler, bireylere kendi sağlıklarını ölçme, izleme ve kontrol etme olanağı sağlamaktadır. Giyilebilir teknolojiler, vücut içinde ve çevresinde kullanılabilen aksesuarlar, gözlükler ve giysiler gibi eşyaları kapsamaktadır. Bu çalışmanın amacı ise, sağlık alanında giyilebilir teknolojiler üzerine yapılmış araştırmaları ve son gelişmeleri özetlemektir. Kapsamlı bir literatür taraması ile sağlık sektöründe giyilebilir teknolojilerin mevcut durumu ve gelişimi incelenmektedir. Ayrıca giyilebilir teknolojilerin sağlık alanında geliştirilmesinde karşılaşılan sorunlar, sağlık hizmetlerinde uygulanmasındaki sınırlar ve beklentiler tartışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Giyilebilir Teknolojiler, Sağlık, Sağlık 4.0

### ABSTRACT

With the development of the health industry, increasing expectations in healthcare services and developing technology, self-measurement and wearable technologies in health is becoming increasingly important. The Internet of Things (IoT) based wearable technologies allow individuals to measure, monitor and control their own health. Wearable technologies include items such as accessories, glasses, and clothing that can use in and around the body.

The aim of this study is to summarize the researches and recent developments on wearable technologies in the field of health. A comprehensive literature review examines the current status and development of wearable technologies in the health industry. In addition, the problems encountered in the development of wearable technologies in the health field, the limits, and expectations in the implementation of health services are discussed.

**Key Words:** Wearable Technologies, Health, Health 4.0

## GİRİŞ

Son yıllarda teknolojiye yaşanan gelişmeler sağlık sektöründe birçok yeniliği beraberinde getirmiştir. Bu yeniliklerden biri olan Giyilebilir Teknolojiler kavramı, ortaya çıktığı günden itibaren insan sağlığını geliştirmek başta olmak üzere çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Teknolojilerin insan sağlığına sağladığı katkıların başında bireyin kendi sağlık bulgularını ölçebilmesi, izlemesi ve kontrol etmesi gelmektedir.

getirmiştir. Bu yeniliklerden biri olan Giyilebilir Teknolojiler kavramı, ortaya çıktığı günden itibaren insan sağlığını geliştirmek başta olmak üzere çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Teknolojilerin insan sağlığına sağladığı katkıların başında bireyin kendi sağlık bulgularını ölçebilmesi, izlemesi ve kontrol etmesi gelmektedir.

Günümüzde sağlık bakım sisteminin kapasitesini genişletme, topluma yayma, teşhis ve izleme çalışmalarını iyileştirme ve bireylerin bağımsızlığını ve katılımını en üst seviyeye çıkarma konusunda büyük umut vaat eden teknolojiler bulunmaktadır. [1] Giyilebilir sensörler, izleme uygulamalarının yanı sıra teşhis özelliklerine de sahiptir. Mevcut durumda Giyilebilir Teknolojiler fizyolojik ve biyokimyasal algılamayı ve hareket algılamayı kapsamaktadır. [2] Giyilebilir Teknolojilerin bir diğer avantajlarından biri hastayı uzaktan izleme imkanı sağlamasıdır. Uzaktan izleme sistemleri problemlili hastalara erişim sorunlarını azaltma potansiyeline sahiptir. ABD nüfusunun yaklaşık %20'si kırsal kesimde yaşarken, hekimlerin sadece % 9'u kırsal kesimde çalışmaktadır. [3] Giyilebilir sensörler ve uzaktan izleme sistemleri, kentsel alanlardaki uzmanların kırsal alanlara erişimini artırma ve sağlıkta eşitsizlikleri azaltma olanağına sahiptir. [1]

Giyilebilir Teknolojiler tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır. Statista [4] 'ya göre, giyilebilir cihaz pazarının dünya çapında yaklaşık 26 milyar dolarlık geliri bulunmaktadır ve 2019 yılında bu rakamın yaklaşık olarak 34 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. [5]

### 1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Araştırmanın temel amacı sağlıkta giyilebilir teknolojiler alanında yapılan güncel çalışmaları analiz etmektir. Ayrıca geliştirilen teknolojilerin hangi ülkelerden araştırmacılar tarafından kullanıldığının ve yapılan araştırmaların yıllara göre nasıl bir değişim gösterdiğinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Üzerinde yoğun olarak çalışılmış konuların saptanması ve yeni çalışmalarla zenginleştirilebilecek konuların belirlenmesi hedeflenmiş, böylece ilerleyen yıllarda yapılacak araştırmalara ışık tutacak sonuçların ortaya konulması hedeflenmiştir.

### 2. METHOD

Yapılan literatür araştırması 4 adımda yürütülmüştür.

- (1) Araştırma yapılacak veri tabanlarının belirlenmesi
- (2) Sağlık alanında giyilebilir teknolojiler ile ilgili belirlenen anahtar kelimelerin farklı kombinasyonlar şeklinde veri tabanlarında aratılması
- (3) Yürütülen çalışma ile ilgili olan yayınlara ait bilgilerin listelenmesi
- (4) Analiz süreci

Bu amaçlarla veri tabanlarında “Sağlıkta Giyilebilir Teknolojiler” gibi sağlık ile direkt ilgi terimlerin yanı sıra, “nesnelerin interneti, giyilebilir sensörler, bireysel ölçüm” vb. giyilebilir teknolojiler konusu kapsamında yer alan teknikler aratılmış ve sonuç olarak 40 adet yayın incelenmiştir. İncelenen yayınların her biri, amaçlanan hedefler doğrultusunda Microsoft Excel programı kullanılarak listelenmiş ve elde edilen veriler analiz edilmiştir.

### 3. SAĞLIKTA GIYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER

Güncel teknoloji ile Giyilebilir Teknolojiler kapsamında cihazlar, sensörler ve aksesuarlar aracılığı ile ölçebildiğimiz ve izleyebildiğimiz bazı fiziksel parametreler ve biyokimyasal değişkenler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Kardiyovasküler parametreler; kalp atış hızı, en basit ve en bilgilendirici kardiyovasküler parametrelerden biridir. Kalbin elektriksel aktivitesi cilde temas eden elektrotlar ile ölçülebilir. [2]

Kan basıncı; yaşamsal belirtiler arasında, kan basıncı en çok dikkat edilmesi gereken ölçümlerden biridir. Hipertansiyonu olan bireylerin çoğunluğu hiçbir belirti yaşamamaktadır. Bu kişilerin çoğunun doktora başvurmak için belirgin bir nedeni yoktur ve bu nedenle rahatsızlıklarını görmezden gelirler. Yapılan çalışmalar kan basıncı değişkenliğinin

kardiyovasküler bir hastalığa bağlı, morbidite ve mortalitenin bağımsız bir göstergesi olduğunu göstermiştir. [6] Osilometrik yöntem gibi geleneksel ölçüm tekniklerine dayanarak tansiyon ölçümü için bir takım giyilebilir sistemler geliştirilmiştir. Bilekteki radyal arter üzerinden kan basıncını ölçmek için giyilebilir saat tipi aksesuarlar geliştirilmiştir. [2]

Oksijen satürasyonu; oksijen satürasyonu, bir insanın beynine sürekli bir oksijen kaynağı olmadan uzun süre yaşayamayacağından hastanın sağlığının hayati bir göstergesidir. Doğrudan cilde temas eden optik dönüştürücüler, oksijene bağlı hemoglobinin yüzdesini belirleyebilmektedir. [7]

Solunum; solunum, vücutta çok boyutlu olan önem taşıyan bir fizyolojik fonksiyondur. Manyetometreler veya doğrusal yer değiştirme sensörleri göğüs çapı ve çevresindeki değişiklikleri tespit edebilir. Bu sayede solunum takibi yapılabilir. [8]

Biyokimyasal ölçümler; vücuttaki en büyük organ olan cilt, kan şekeri, laktat, immüoglobulinler, amino asitler ve küçük proteinler dahil olmak üzere birçok analitin ölçümlerini mümkün kılmaktadır. Geliştirilen biyosensörler ile bu ölçümler rahatlıkla yapılabilmektedir. [2]

Duygu tanıma; fiziksel parametrelerin takibi dışında Giyilebilir Teknolojilerin sağladığı bir diğer avantaj duygu tanıma teknolojileri sayesinde mental hastalıkları izlemeye olanak sağlamaktadır. Geliştirilen biyosensörler ile günlük hayattan dört farklı duyguyu tanıma yolunda önemli adımlar atılmıştır. [9]

Uyku izleme; sensörlerin günlük yaşamda kolay kullanılabilirliğinin yanı sıra sensör teknolojisindeki gelişmelerle boyut ve maliyetler de azalmıştır. Giyilebilir Teknolojiler uyku dahil sağlık ve sağlıklı yaşam tarzlarını teşvik etmek için yeni fırsatlar sunmaktadır. [10]

Giyilebilir teknoloji alanında artan ilginin bir diğer sebebi, giyilebilir sensörlerin hastanın durumundaki klinik müdahale gerektiren değişikliklerin erken teşhisini sağlamak için kullanılabilmesidir. Örneğin; kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan hastaların klinik takibinde temel hedef alevlenme ataklarının erken saptanmasını sağlamaktır. Yaygın olarak artan dispnenin, öksürüğün ve balgam miktarının atakları olarak tanımlanan alevlenmeler, kronik obstrüktif akciğer hastalığının doğal seyrinin önemli bir parçasıdır. Bu durum fonksiyonel bozukluklara ve sakatlığa neden olur. Alevlenmelerin erken tespiti ve tedavisi, hastanın kötüleşmesini önlemek ve acil servis bakımı veya hastaneye yatış ihtiyacını gerektirmeden müdahale etmek için önemli hedeflerdir. [1]

Kapsamlı bir şekilde incelenen bir başka durum demanstır. Demans, bilişsel işlevdeki bozulmayı tanımlayan bir grup semptomu ifade eder. Dünyada 30 milyondan fazla insan

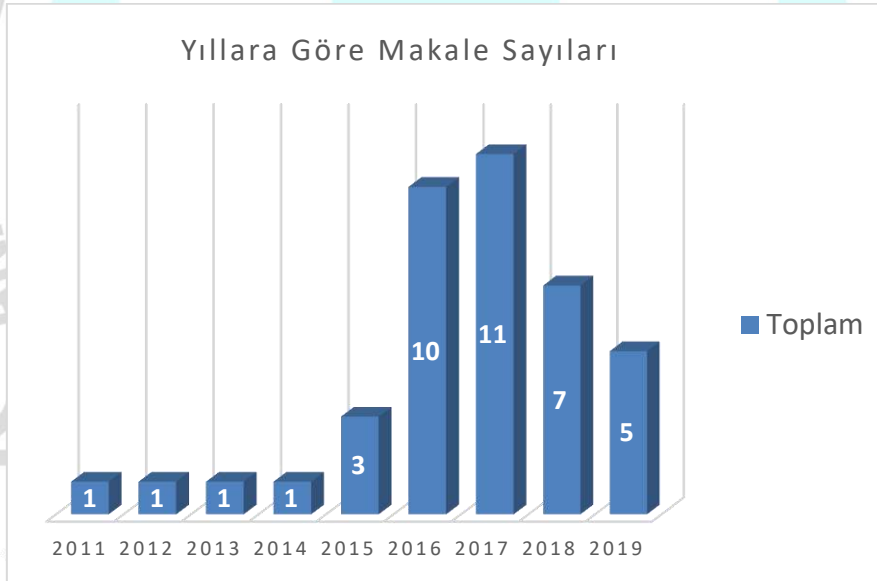


demans hastasıdır ve tıbbi bakım maliyetlerinde yaklaşık 315 milyar dolar oluşturmaktadır. Bu maliyetlerin çoğu bakım merkezlerinin kullanımına bağlanmaktadır. Hastaların evde daha uzun süre kalmalarına izin vermek tıbbi bakım maliyetlerinde önemli tasarruflar sağlayabilir. Uzaktan izleme, demans hastalarının takibinde önemli bir rol oynayabilir. Bu hastalara günlük aktiviteleri hatırlamalarına ve erken teşhis belirtileri için günlük davranışları izlemelerine yardımcı olabilecek sistemler, hastaların bağımsız olarak daha uzun yaşamalarını sağlayabilir. [1]

Tüm bu gelişmeler ışığında sağlık alanında Giyilebilir Teknolojilerin giderek yaygınlaşacağı ve yapılan çalışmaların her yıl bir önceki yıla göre arttığı söylenebilir.

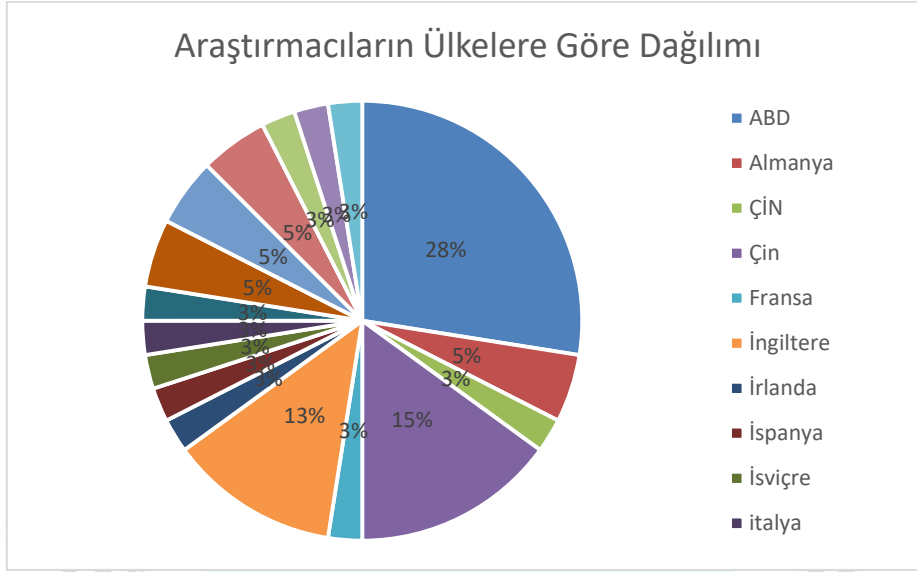
### 3. BULGULAR

2011-2019 yılları arasında sağlıkta giyilebilir teknolojiler alanında yapılan yayınların yaklaşık %27'si 2017 yılında yapılmıştır.



Grafik 1: Yıllara Göre Makale Sayıları

Araştırma kapsamında incelenen yayınların ilk sırada yer alan yazarları göz önünde bulundurularak inceleme yapıldığında; “Sağlıkta Giyilebilir Teknolojiler” alanında en çok çalışan araştırmacılar %28’lik bir oranla en çok ABD’de bulunmaktadır. ABD’yi izleyen diğer araştırmacılar %15 ile Çin’dedir.



**Grafik 2:** Araştırmacıların Ülkelere Göre Dağılımı

İncelenen yayınlar, klinik alanlarına göre değerlendirilirse en Tablo 1’de görüldüğü gibi “Kalp Atış Hızı İzleme” , “ Parkinson Hastalığı” ve “Uyku İzleme” çalışmalarına daha sık rastlandığı söylenebilir.

**Tablo 1:** Klinik Alanlarına Göre Yapılan Çalışmaların Dağılımı

Klinik alan	Say
Wearable technology	16
heart rate monitoring	6
Electrocardiogram	3
Parkinson’s disease	3
Sleep	3
sweat rate	3
Activity monitoring	2
context recognition	2
diabetes	2
gait	2
Hand posture monitoring	2
Hazard detection	2
Internet of things	2
inear wearables	2
mHealth technology	2
object detection	2
Stress detection	2

## SONUÇ

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, yapılan yayın sayılarında artış görülmüştür. Bu artışa teknolojinin hızla gelişmesi ve sağlık alanında yapılan yatırımların artmasının yol açtığını söylenebilir.

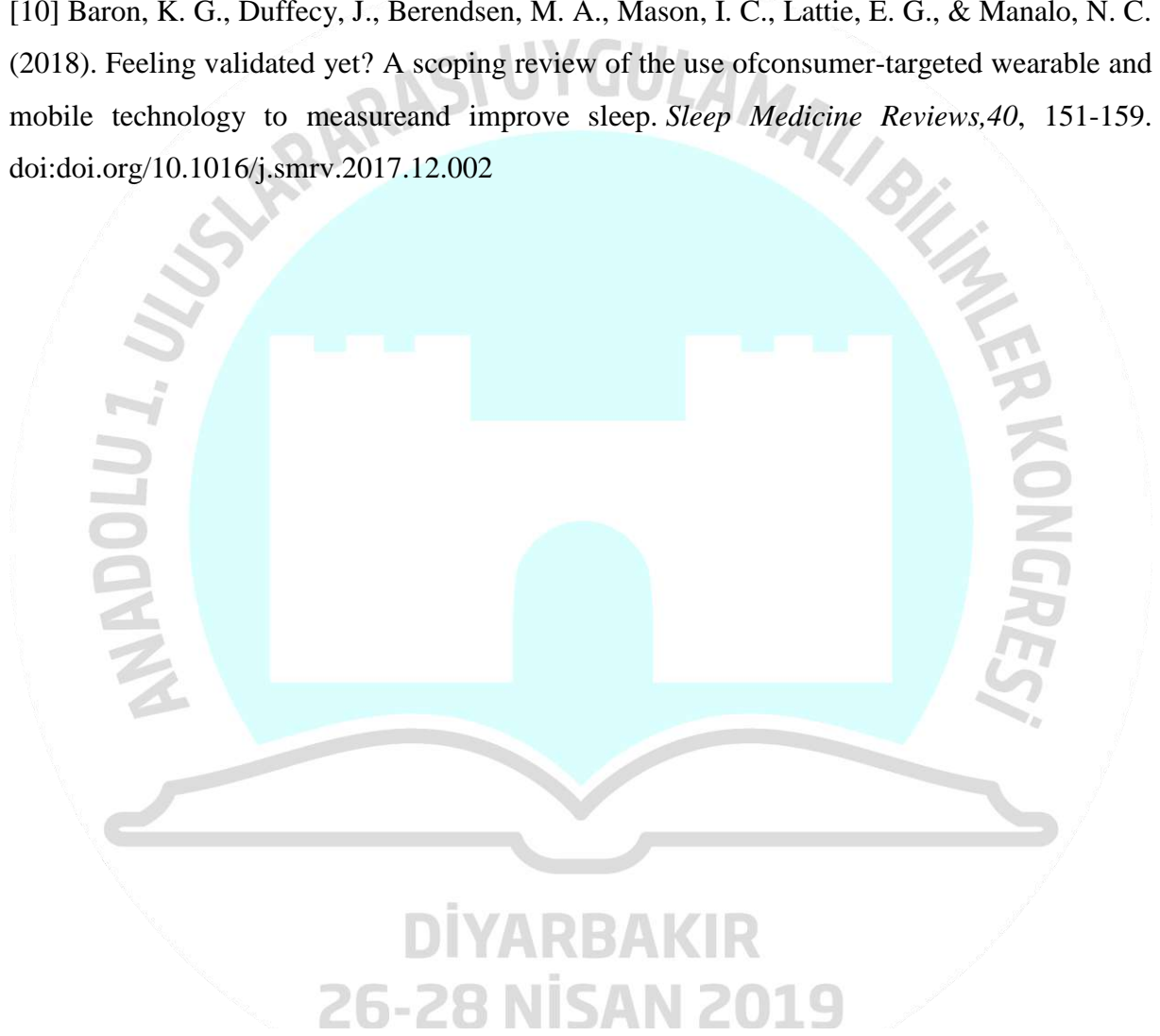
Giyilebilir teknolojiler ile en sık takibi yapılan kalp atış hızının birçok hastalıkla ilişkisi olduğu bilinmektedir. Günümüzde bu ölçümlerin kolayca yapılabildiği görülmüştür. Giyilebilir teknolojilerin hastalıkların erken teşhisinde oldukça önemli rol aldığı söylenebilir.

Yayın yapılan çalışmalar arasında Parkinson Hastalığı'yla ilgili çalışmalara daha sık rastlanması bu hastalığa harcanan klinik maliyetlerin azalmasına ve giyilebilir teknolojilerin evde hasta takibine olanak sağlayacağı söylenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., & Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 9(1), 21. doi:10.1186/1743-0003-9-21
- [2] Teng, X., Zhang, Y., . Poon, C. C., & Bonato, P. (2008). Wearable medical systems for p-Health. *IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING*, 1, 62-74. doi:10.1109/RBME.2008.2008248
- [3] Health care disparities in rural areas: Selected findings from the 2004 National Healthcare Disparities Report. Book Health care disparities in rural areas: Selected findings from the 2004 National Healthcare Disparities Report City: Agency for Healthcare Research and Quality; 2005, (Editor ed.^eds.).
- [4] Statista, B.I. Wearable Device Sales Revenue Worldwide from 2016 to 2022 (in Billion U.S.Dollars); Statista Inc.: New York, NY, USA, 2017
- [5] Dias, D., & Cunha, J. P. (2018). Wearable Health Devices—Vital Sign Monitoring, Systems and Technologies. *Sensors*, 18(8), 2414. doi:10.3390/s18082414
- [6] Kikuya, M., Hozawa, A., Ohokubo, T., Tsuji, I., Michimata, M., Matsubara, M., . . . Imai, Y. (2000). Prognostic Significance of Blood Pressure and Heart Rate Variabilities. *Hypertension*, 36(5), 901-906. doi:10.1161/01.hyp.36.5.901
- [7] Asada, H., Shaltis, P., Reisner, A., Rhee, S., & Hutchinson, R. (2003). Mobile monitoring with wearable photoplethysmographic biosensors. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 22(3), 28-40. doi:10.1109/memb.2003.1213624

- [8] Matsubara, A., & Tanaka, S. (n.d.). Unconstrained and noninvasive measurement of heartbeat and respiration for drivers using a strain gauge. *Proceedings of the 41st SICE Annual Conference. SICE 2002*.doi:10.1109/sice.2002.1195323
- [9] Dai, Y., Wang, X., Zhang, P., & Zhang, W. (2017). Wearable biosensor network enabled multimodal daily-life emotion recognition employing reputation-driven imbalanced fuzzy classification. *Measurement,109*, 408-424. doi:10.1016/j.measurement.2017.06.006
- [10] Baron, K. G., Duffecy, J., Berendsen, M. A., Mason, I. C., Lattie, E. G., & Manalo, N. C. (2018). Feeling validated yet? A scoping review of the use of consumer-targeted wearable and mobile technology to measure and improve sleep. *Sleep Medicine Reviews,40*, 151-159. doi:doi.org/10.1016/j.smrv.2017.12.002





**BÜYÜK VERİ: MUHASEBE UYGULAMALARINA GENEL BİR BAKIŞ****BIG DATA: AN OVERVIEW OF ACCOUNTING APPLICATIONS****Doç. Dr. Melis Ercan**

İstanbul Üniversitesi

**Doç. Dr. Emrah Önder**

İstanbul Üniversitesi

**Arş. Gör. Uğur Arcagök**

İstanbul Üniversitesi

**ÖZET**

Dünya Ekonomik Forum'unun kurucusu ve yöneticisi Klaus Schwab'ın hazırladığı Mesleklerin Geleceği 2018 yılı raporunda büyük veri şirketlerin en önem verdiği ve en fazla yatırımı düşündüğü alan olarak bulunmuştur. Büyük veri teknolojileri işletmelerde tüm işletme fonksiyonlarını etkilediği ve fonksiyonların süreçlerinde dönüşümlere sebep olduğu gibi muhasebe fonksiyonu da etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı, muhasebe uygulamalarında büyük veri teknolojilerinin yeri ve etkisini kapsamlı bir yazın taraması ile ele almaktır. Büyük veri uygulamalarının mevcut muhasebe süreçlerini tamamlamada ve güçlendirmede nasıl bir katkısının olduğu incelenmiştir. Ayrıca büyük veri teknolojilerinin muhasebe alanında kullanımına ait zorluklar tartışılmış yapılan çalışmalardan örnekler verilmiştir. Google Scholar, Scopus, Web of Science gibi akademik yayınlara ulaşılabilen veri tabanları ve indekslerden yararlanarak ilgili anahtar kelimeler girilerek ulaşılan makaleler konularına, ülkelerine, muhasebenin alt konularına göre, kullanılan büyük veri teknolojilerine göre sınıflandırılmıştır. Büyük Verinin önemli faydaları ve uygulamadaki zorlukları ele alınmıştır. Muhasebe alanında çalışan şirket personellerine ve çalışmayı düşünen öğrencilere, şirketlere ve yöneticilere bu çalışmanın bulgularının faydalı olacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Muhasebe, Denetim, Finansal Raporlama, Büyük Veri, Literatür Taraması

## ABSTRACT

In the Klaus Schwab's, founder and executive chairman of the World Economic Forum, Future of Jobs 2018 report, big data was found to be the most important area for companies to consider and invest most. Big data technologies affect all business functions in enterprises as well as accounting function and they cause transformations in the processes of these functions. The purpose of this paper is to examine the role and effect of big data technologies in accounting applications with a comprehensive literature review. It has been examined how big data applications contribute to complement and strengthen existing accounting processes. In addition, examples of the studies on the difficulties of using big data technologies in accounting area are discussed. The articles reached by entering relevant keywords using the databases and indexes that can be accessed from academic publications such as Google Scholar, Scopus, Web of Science are classified according to the big data technologies used, according to their subjects, their countries and accounting sub-topics. The major benefits of Big Data and its application challenges are addressed. It is predicted that the findings of this paper will be beneficial to the company staff working in the field of accounting and the students, companies and managers.

**Key Words:** Accounting, Auditing, Financial Reporting, Big Data, Literature Review

## GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinde meydana gelen hızlı değişimler işletme fonksiyonlarının tamamını etkilemektedir. Büyük veri teknolojileri işletmelerin karar alma ve iş stratejilerinin hemen hemen tüm yönlerine etki eder. Özellikle risk yönetimi ve sürdürülebilirlik gibi kritik konularda, işletmenin analiz edilmesi, beklenmeyen kayıpların önlenmesi, hata ve hilelerin ortaya çıkarılması ve rekabet gücünün artırılması, işletmenin sürekliliği için en vazgeçilmez konular arasında yerini almıştır. (Yılmaz vd., 2017, s. 109)

Büyük veri, işletmelerde tüm işletme fonksiyonlarını etkilediği ve fonksiyonların süreçlerinde dönüşümlere sebep olduğu gibi muhasebe fonksiyonu da etkilemektedir. İşletmeler de muhasebe fonksiyonunun stratejik rolünü geliştirmek için büyük veri kullanılmaktadır. Muhasebe alanında, finansal muhasebe, finansal ve finansal olmayan raporlama, maliyet ve yönetim muhasebesi, denetim ve güvence hizmetleri, adli muhasebe, muhasebe eğitimi, muhasebe araştırmaları ve muhasebe mesleği gibi muhasebe uygulamalarında büyük veri teknolojilerinin yeri ve etkisi kendini göstermektedir. Muhasebenin çalışma alanı; veri analizi, danışmanlık, riski ölçüp değerlendirmek, değer yaratmak, stratejik planlar yapma, kamuya

sunulan bilgilerin doğruluğuna makul güvence vermek, geleceği öngörmek gibi danışmanlık alanlarına yönelecektir. (Akdoğan & Akdoğan, 2018, s. 13)

## 1. Büyük Veri

Bulut bilişim, makine öğrenimi, Endüstri 4.0, arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, nesnelerin internet, giyilebilir teknolojiler, sensörler vb. teknolojik gelişmeler birbirlerini bütünleşik şekilde etkileyerek oluşan verinin hacminde de büyük artış gerçekleşmektedir. Veriler tek bir sunucuda tutulamayacak kadar büyüdüğünde dağıtık veritabanı teknolojilerini kullanmak gerekmektedir.

Büyük Veri, ismi verinin sadece boyutuna vurgu yapmaktadır. Kesin bir sınır olmamakla birlikte 100 Tbyte üstü veriye büyük veri denilmektedir. Literatürde büyük verinin diğer dört özelliğinden de söz edilmektedir. Bunlar verinin hızı, çeşitliliği, doğruluğu ve değeridir.

## 2. Büyük Verinin Muhasebe Uygulamalarına Etkileri

Literatürde yer alan büyük veri ve muhasebe ile ilgili çalışmaların incelenmesi sonucunda muhasebe uygulamalarına büyük verinin başlıca etkilerini saptayıp, muhasebe konularına göre bulguları özetleyebiliriz. Bu etkiler aşağıda muhasebe konularına ve uygulamalarına göre gruplandırılmıştır.

### 2.1. Denetim ve Güvence Hizmetleri

- Devamlı gözlem ve denetim yapılabilir (Moffitt, ve Vasarhelyi, 2013: 9).
- Denetimde verimlilik ve etkinliğin geliştirilmesine yardımcı olur (Moffitt, ve Vasarhelyi, 2013: 9).
- Denetçiler işlemleri sadece makbuz ve faturalar ile değil, aynı zamanda bir işlemin gerçekleştiğine dair çok yönlü kanıtlar talep edebilir. Fotoğraf, video, GPS konumu ve diğer Meta veriler işlem verisi yerine geçebilir (Moffitt, ve Vasarhelyi, 2013: 9).
- Denetimde sahte pozitiflerin sayısının daha hassas bir şekilde azaltılması, daha iyi önceliklendirme sistemleri ile birlikte gerçek anomalilerin ve istisnaların tespiti mümkündür (Cao vd., 2015: 427).
- Büyük veri denetçileri denetim yaklaşımlarını yeniden düşünmeye ve müşterilere yeni fırsatlar sunmak için nasıl yararlanabileceklerini değerlendirmeye zorlayabilir.
- Büyük veri gizlilik kaygısı oluşturabilir. AICPA (Amerikan Sertifikalı Kamu Muhasebecileri Enstitüsü)'nın belirttiği gibi, büyük verinin ortaya çıkardığı gizlilik

kayıtları SOC 2 (Hizmet Kuruluşu Kontrol Raporları 2) raporlaması gibi yeni fırsatlara yol açar (Huerta ve Jensen, 2017: 112).

- Denetim kanıtının kavramı ve niteliği değişmektedir. Örneğin; RFID, GPS ve IoT kaydı tarafından sağlanan kanıtlar ve elektronik izler (Brown-Liburd ve Vaserhelyi, 2015: 13).
- Geleneksel denetim kanıtlarını yeterli, güvenilir ve ilişkili bilgilerle tamamlar. Geleneksel denetim kanıtlarını büyük veri ile tamamlamak için yeni teknikler geliştirmek gerekir (Yoon vd., 2015: 436).
- Denetçinin müşterinin verilerine olan bağımlılığını azaltır ve iç denetim kanıtının değerlendirilmesi için bağımsız karşılaştırma sağlar (Yoon vd., 2015: 436).
- Denetçiler için en büyük risk, gelişmelere yavaş adapte olmak olabilir; ama büyük verideki bu gelişmeler rekabet avantajını yönetmek ve sürdürmek için kesinlikle şarttır (Griffin ve Wright: 2015: 379).
- Büyük Verinin denetçiler tarafından kullanılmasında en büyük kolaylaştırıcı, denetim standartlarının geleneksel muhasebe kayıt verileri dışındaki denetim kanıtı kaynaklarına açık olmasıdır (Alles, 2015: 447).
- Büyük Veri denetim sürecine entegre edildiğinde ilgili ve güvenilir kalite bilgilere dayanarak denetim kararlarının alınması sağlanır (Brown-Liburd vd., 2015: 460).

## 2.2. Finansal Muhasebe

- Hesap isimleri ve içerikleri elle kayıt tutulan dönemlerden kalmıştır. Kalıcı yeni detaylar düşük maliyet ve açıklayıcı değer ile sağlanabilir. Örneğin, stoktaki mamul türü, stoğun yeri, stoğun tedarik edildiği yer ve stokta kalma süresi mevcut veri yapısında bilgi edinmeyi güçlendirir (Moffitt, ve Vaserhelyi, 2013: 11).
- Yöneticilerin finansal tablo açıklamalarına ek veri sağlar. “Varlık” ve “değerleme” gibi açıklamalar geleneksel olmayan muhasebe verisi ile artırılabilir. Big data verileri bu açıklamalarla ilgili muhasebecinin güvenini artırmak için belgelendirmeyi geliştirebilir (Warren vd., 2015: 404).
- Teknoloji geliştikçe finansal olayların muhasebeleştirilmesi süreci de gelişir. Muhasebe kayıtları, zaman içerisinde elle tutulurken, elektronik ortama, günümüzde ise ERP sistemlerinde kaydedilmektedir. Büyük Veri, Bu finansal işlemlerin nasıl desteklendiğini gösteren başka bir teknoloji paradigmasıdır (Warren vd., 2015: 404).
- Büyük veri, muhasebede ölçme sürecinin geliştirilmesi için yeni kanıt türleri ile finansla olmaları muhasebeleştirilmesini destekler (Warren vd., 2015: 404).



- Muhasebe bilgilerinin kalitesi ve geçerliliğini geliştirme, dolayısıyla şeffaflığı artırma ve çıkar gruplarının karar vermelerine yardımcı olur (Warren vd., 2015: 404).

### 2.3. Raporlama

- Finansal raporlamada standartların oluşturulması ve geliştirilmesine yardımcı olma, global ekonomi değiştikçe muhasebe mesleğinin faydalı bilgi sağlamaya devam etmesine yardımcı olur (Warren vd., 2015: 404).
- Finansal olmayan raporlama verilerinin de analiz edilerek finansal raporlama ve finansal analiz tablo analizi ile birlikte menfaat sahiplerine daha faydalı bilgi sağlamasına yardımcı olur (Yıldız ve Ağdeniz, 2018: 309)

### 2.4. Maliyet Ve Yönetim Muhasebesi

- Satış maliyet, ürün bileşimi, iş gücü devir oranı vb. tahminler çok düşük maliyetle yapılabilir. (Moffitt, ve Vasarhelyi, 2013: 13).
- Yönetim muhasebesinde büyük veri probleme çözüm sunar ya da problemi ağırlaştırır. Daha fazla veri kullanımı analizin gücünü artırır, fakat büyük veri de bulunan hata ve sapmaları ortadan kaldırmayı başaramaz (Richins vd., 2017: 67-68)
- Yönetim muhasebesinde etkili yönetim kontrol sistemlerinin ve bütçeleme süreçlerinin geliştirilmesi ve oluşturulması için katkı da bulunur (Warren vd., 2015: 404).
- Video, resim, ses ve metin verilerinin muhasebeyi özellikle bütçe ve yönetim kontrol sistemleri alanlarında değiştirebilir (Warren vd., 2015: 404).
- Yönetim muhasebecilerinin karar verme süreçlerinin geliştirilmesinde uygun ve kullanılabilir bilginin oluşturulmasına destek olur (Karolina, 2018: 34).
- Yeni veri kanallarının entegrasyonu, yapısal olmayan veriler, verinin otomatik olarak üretilmesi, maliyet ve zaman optimizasyonu, gerçek zamanlı veri, operasyonel ve stratejik planlamanın iyileştirilmesi, bununla birlikte yöneticiler için karar destek sistemlerinin iyileştirilmesine destek olur (Karolina, 2018: 34).
- Yüksek hacimlerde veri, aşırı bilgi yükleme, maliyet yapılarının değişimi, daha hızlı yanlış kararlar, kaynak yetersizliği (personelin tecrübesizliği gibi) sorunlar yaşanabilse de modern işletmelere yüksek hacimli verilerle çalışma imkanı, daha iyi tahmin ve karar verme imkânı sunar (Karolina, 2018: 34).

- Yönetim muhasebeciler için önemli bilgilerin sadece ERP sistemlerinden değil, aynı zamanda büyük veriden de elde edilmesine imkân verir. Önemli olan yönetim muhasebesinde daha iyi kararlar verebilmek için büyük veri ile nasıl uğraşacağı ile ilgili bilgi edinmektir (Karolina, 2018: 34).

### 2.5. Adli Muhasebe

- Hile ve suiistimallerin ortaya çıkarılmasını sağlar (Ciğer vd., 2017: 255).

### 2.6. Muhasebe Araştırmaları

- Muhasebe araştırmalarında açık kaynak kodlu yazılım ve metalaştırılmış donanımlarla büyük veri muhasebe araştırmalarına uygun hale getirilebilir (Moffitt, ve Vasarhelyi, 2013: 8).
- Sermaye piyasası araştırmaları gibi muhasebenin daha geleneksel araştırma alanlarında veri kullanılabilirliğindeki boyutsal artışlardan faydalanılabilir. Bu faydanın etkin şekilde sağlanabilmesi için araştırmacının modelleme, istatistik ve metin madenciliği gibi alanlarda yetkinlik sahibi olması gerekmektedir. (Vasarhelyi vd., 2015: 395).

### 2.7. Muhasebe Eğitimi

- Büyük Veri ve veri analitiği konularında, muhasebe eğitimi, eğitim fakültesi, meslek mensupları ve öğrencileri yetiştirilmesi gerekir.
- Veri analitiği ile ilgili konuları muhasebe müfredatına dâhil etmek için entegre bir yaklaşım gerekebilir. Bunu yaparak, “gelecekteki muhasebe ve finans uzmanları, veri bilimi ve veri sanatı arasında, analitik becerileri ve matematikçiler ve istatistikçilerin geliştirdiği gelişmiş modelleri veri sanatı ve veri “hikaye anlatımı” becerileri ile birleştiren bir köprü oluşturulur (Griffin ve Wright: 2015: 379).
- Muhasebe eğitimcilerinin mevcut muhasebe programlarını değerlendirmesi gerekir. Muhasebe eğitimcileri muhasebe öğrencilerini analitik becerilerinin geliştirmelerine ve veri odaklı yaklaşıma teşvik etmelidir.
- Denetçileri ve muhasebe öğrencilerini eğitmede müfredat denetim kanıtı kaynaklarının değişimini yansıtmalı ve ileri veri analitiği ile ilgili daha çok içerik sağlamalıdır (Brown-Liburd ve Vaserhelyi, 2015: 13)
- Yeminli mali müşavirlik sınav müfredatlarında istatistik ve bilgi teknolojileri derslerinin içeriği geliştirilmelidir (Vasarhelyi vd., 2015: 395).

- Adli muhasebeyi destekleyen analitik teknikler ve araçların yanı sıra kuralcı ve tanımlayıcı analizleri içeren büyük veri teknikleri, veri toplama, doğruluk, güvenilirlik, erişilebilirlik ve tutarlılık gibi Büyük Veri özellikleri gibi birçok faktör adli muhasebe eğitimi ve uygulamalarını geliştirmek için önemlidir (Rezaee ve Wang, 2017: 108).

### 2.8. Muhasebe Mesleği

- Muhasebe meslek mensuplarının rolünü değiştirir, ancak bu muhasebecilerin yok olacağı anlamına gelmez (Richins vd., 2017: 76).
- Otomasyon sırasında büyük veri tarafından sağlananların istihdam riski oluşturabilmesi söz konusu olabilir, ama bunun yanı sıra büyük veri meslek mensuplarına yeni kariyer olanakları ve gelişim fırsatı da sağlayabilir (Huerta ve Jensen, 2017: 112).
- Muhasebe meslek mensuplarının veri işleme ve sorgulama dâhil analitik becerinin geliştirilmesi gerekir.
- Gizlilik ve güvenlik gereksinim ve risklerinin değerlendirilmesi ihtiyacı ortaya çıkar.
- Yaratıcı düşünmeye çalışma ihtiyacı doğar.
- Muhasebe meslek mensupları verileri uygun şekilde kullanarak, büyük verinin yarattığı yeni fırsatlar ile ortaya çıkabilecek olası istenmeyen sonuçlar arasında denge kurabilmelidir.
- Büyük veri mesleğin içinde kullanılan teknikleri değiştirirse de, muhasebe meslek mensupları finansal raporlama ve denetim için kritik olan profesyonel yargılarını korur.
- Büyük veri, daha sıradan ve rutin fonksiyonların otomasyonuna yol açar ve muhasebecilerin, organizasyonlarına ve müşterilerine değer sağlamaya odaklanmalarına fırsat verir (Richins vd., 2017: 76).
- Muhasebe meslek mensuplarının rollerinin azaldığını görmek yerine, birden fazla veri toplama, birleştirme ve yorumlama konusundaki uzmanlığı, kaynakların, büyük veri analitiklerinin ortaya çıkmasıyla Muhasebe meslek mensuplarını daha değerli hale getirme olasılığı yüksektir (Richins vd., 2017: 76).

### 3. Araştırma

Literatür taraması için İstanbul Üniversitesi E-Kütüphanesi web sitesi üzerinden ve Google Akademik'ten yararlanılmıştır. Science Direct, Ebscohost, Scopus, Dergipark, Web of Science gibi index ve akademik çalışma veritabanları üzerinde ilgili anahtar kelimelerde makaleler aranmıştır. Anahtar kelimeler olarak “Big Data”, “Accounting”, “Audit” gibi hem

kapsamın teknolojik boyutuna hem de muhasebe alanı ve alt alanı boyutuna vurgu yapan kelimeler kullanılmıştır. Anahtar kelimeler çalışma adında, çalışmanın anahtar kelimelerinde ya da çalışmanın özetinde aranmıştır. Bu kriterlere uygun 34 makale bulunmuş ve hazırlanan Excel şablonunda kategorize edilmiştir. Çalışmada, literatür taraması ile ulaşılan ve 2013-2018 yılları arasında yazılan makaleler derlenerek “Ms. Excel Özet Tablolar” ile analiz edilmiştir.

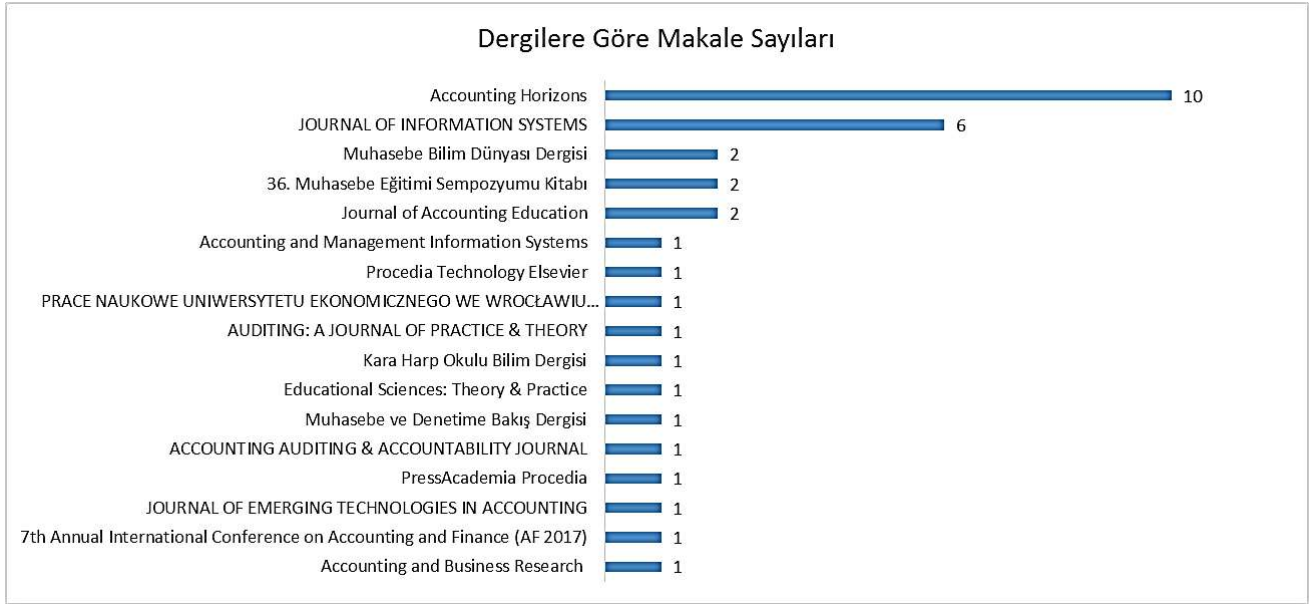
**Şekil 1:** Büyük Veri ve Muhasebe Konulu Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı



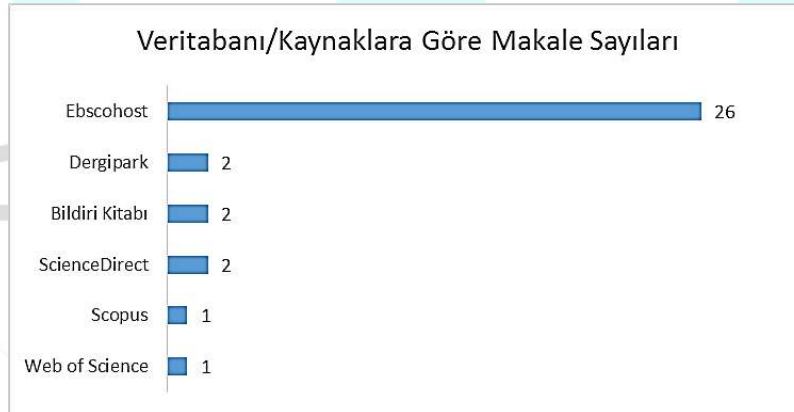
Büyük veri ve muhasebe konulu makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde en fazla akademik çalışmanın 2017 yılında yapıldığı gözlenmektedir.

ANADOLU 1. ULUSLARARASI BİLİMLER KONGRESİ  
DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



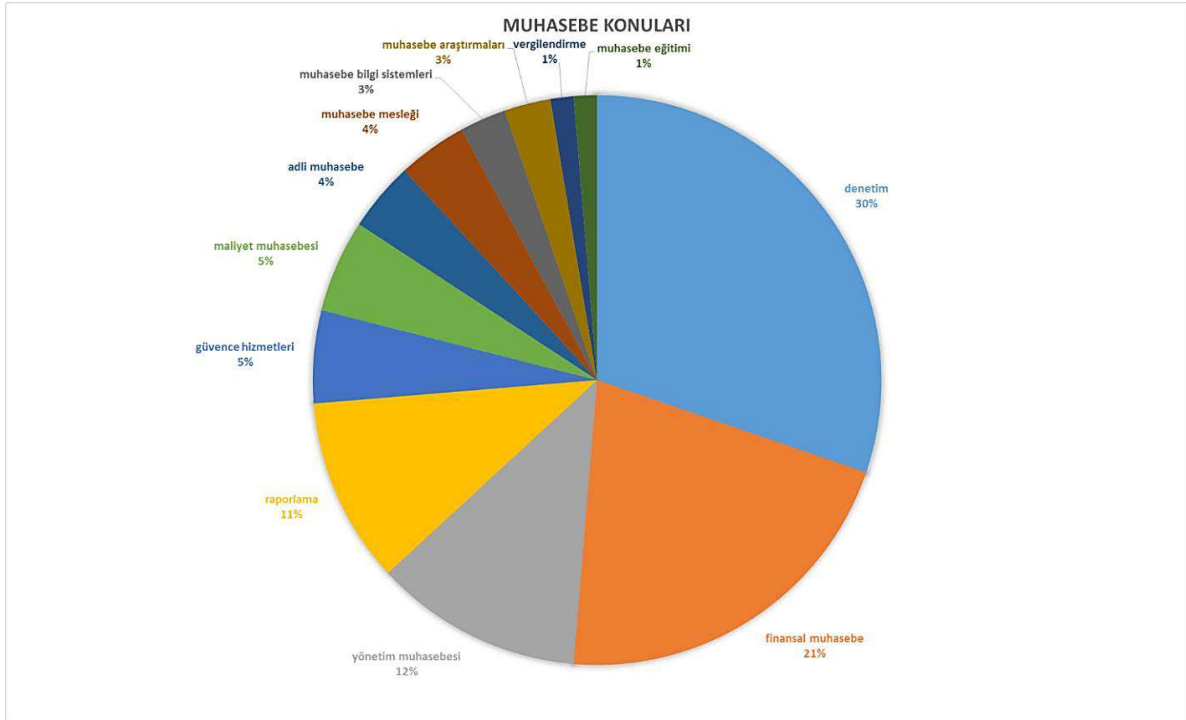
**Şekil 2: Dergilere Göre Makale Sayıları**


“Accounting Horizon” dergisi çalışma kapsamındaki konuda en fazla makale yayınlayan akademik dergidir. Bu dergisi “Journal of Information Systems” ve “Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi” takip etmektedir.

**Şekil 3: Veritabanı/Kaynaklara Göre Makale Sayıları**


En fazla akademik çalışmaya Ebscohost online arama platformundan ulaşılmıştır.

Şekil 4: Büyük Veri ve Muhasebe ile İlgili Makalelerin Muhasebenin Konularına Göre Dağılımı



Muhasebenin konularına göre dağılıma bakarsak, en çok büyük veri ve denetim konusunda makale yayımlanmıştır.

Şekil 5: Büyük Veri ve Muhasebe Konulu Makalelerin Yazarlarının Ülkelerine Göre Dağılımı



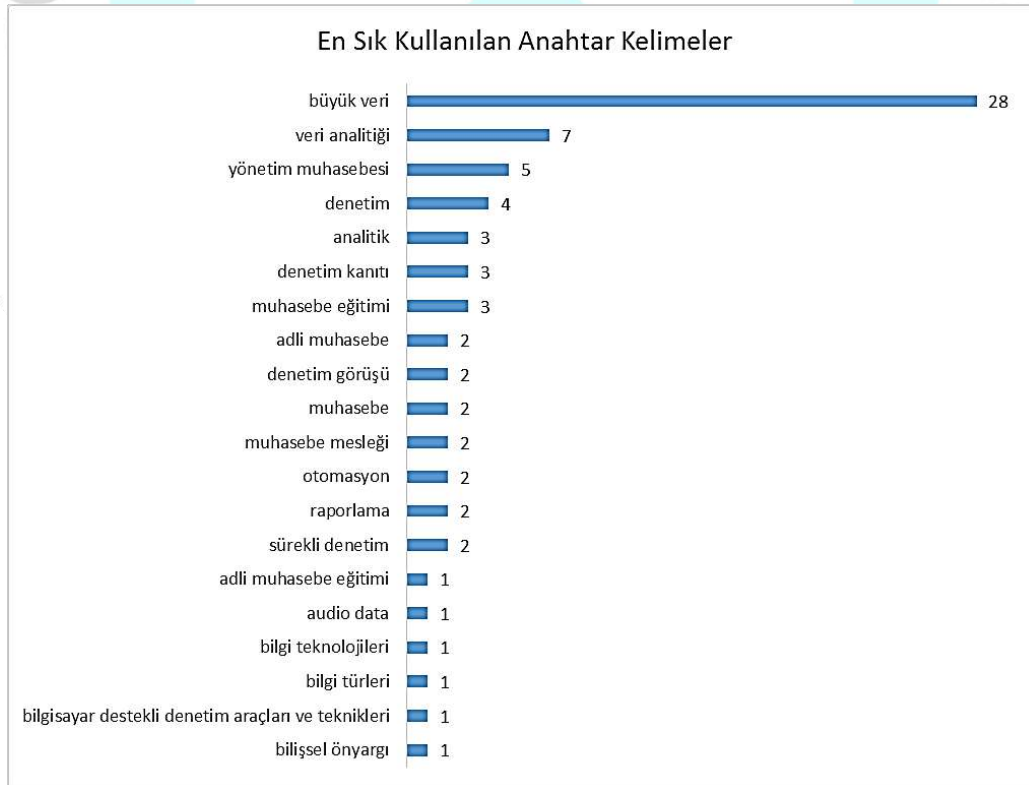
Büyük veri ve muhasebe ile ilgili makalelerin yazarlarının %56'sı Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'dir. Yazarlar açısından ikinci sırada yer alan ülke Türkiye'dir.

**Tablo 1: Büyük Veri ve Muhasebe Konulu Makalelerden En Çok Atıf Alan 10 Makale**

Dergi Adı	Makale Adı	Makale Yılı	Aldığı Atf Sayısı (Google Scholar)
Accounting Horizons	Big Data in Accounting: An Overview	2015	132
Accounting Horizons	How Big Data Will Change Accounting	2015	125
Accounting Horizons	Big Data Analytics in Financial Statement Audits	2015	107
Accounting Horizons	Behavioral Implications of Big Data's Impact on Audit Judgment and Decision Making and Future Research Directions	2015	107
Accounting and Business Research	Digitisation, 'Big Data' and the transformation of accounting information	2014	87
Accounting Horizons	Big Data as Complementary Audit Evidence	2015	81
Accounting Horizons	Drivers of the Use and Facilitators and Obstacles of the Evolution of Big Data by Information Systems	2015	80
Journal of Information Systems	AIS in an Age of Big Data	2013	79
Procedia Technology Elsevier	Accounting Information Systems: Tradition and Future Directions	2013	69
Accounting Horizons	Toward Effective Big Data Analysis in Continuous Auditing	2015	69

“Big Data in Accounting: An Overview” ve “How Big Data Will Change Accounting” başlıklı makaleler en çok atıf alan makalelerdir. “Big Data Analytics in Financial Statement Audits” ve “Behavioral Implications of Big Data’s Impact on Audit Judgment and Decision Making and Future Research Directions” başlıklı makaleler atıf sayısına göre ikinci sırada yer almaktadır.

“Big Data in Accounting: An Overview” ve “How Big Data Will Change Accounting” başlıklı makalelerin en çok atıf alma sebebinin muhasebe alanında büyük veri ile ilgili yapılmış çalışmalar içerisinde bu iki makalenin genel bir konu başlığına sahip olması ve büyük verinin muhasebeye etkilerinin derlendiği makaleler olması öngörülmektedir.

**Şekil 6: Büyük Veri ve Muhasebe Konulu Makalelerin Başlıca Anahtar Kelimeleri**


Anahtar kelimeler bazında bir analiz yapıldığında, makalelerde “büyük veri” en sık kullanılan anahtar kelime olmakla birlikte, muhasebe alanındaki anahtar kelimelerde en çok kullanılan anahtar kelime “yönetim muhasebesi”dir; fakat muhasebe alanı için genelleme yapılması zordur. Çalışmaların alt konularına göre muhasebe anahtar kelimeleri farklılık göstermektedir.

**Şekil 7:** Büyük Veri ve Denetim ile İlgili Makalelerin Denetimin Alt Konularına Göre Dağılımı ve Sıklığı



Muhasebenin temel konularından denetim konusunda büyük veri teknolojilerinin kullanımı oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Denetimin alt konularını incelediğimizde denetim kanıtları ve dış denetim büyük veri teknolojilerinin en çok kullanıldığı alt konulardır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Muhasebeciler işletmenin farklı bölümleriyle etkileşimde olmalı ve büyük veri ve kurumsal raporlama konusunda birlikte proaktif olmalıdırlar. Muhasebeciler büyük veriyi toplayıp, analiz edince paydaşlarına önemli miktarda veri sağlayacakları için muhasebecilerin anlamlı çıktıya sahip olmaları için veri bilimciler ile ortaklaşa çalışmaları gerekir. (Al-Htaybat vd., 2017, s. 870).

Bulguları özetlediğimizde, denetim konusu en fazla çalışılan konu olarak bulunmuştur. Bu konunun alt konularından en fazla vurgu yapılan ilk üçü sırasıyla: denetim kanıtları, dış denetim ve iç kontroldür.



En sık işlenen konularda denetimi, finansal muhasebe ve yönetim muhasebesi takip etmektedir.

Teknolojik gelişmeler işletmenin tüm fonksiyonları derinden etkilemeye devam edecektir. Teknolojik değişim ve dönüşüme ayak uyduramayan şirketler ve profesyoneller orta vadede güçlükler yaşayacaktır. Bu yüzden veri analitiği ve büyük veri konusunda işletmelerin tüm paydaşlarının gerekli bilgi ve beceriye sahip olabilmek için çaba sarf etmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

Akdoğan, N., & Akdoğan, M. U. (2018). Büyük Veri-Bilişim Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Uygulamalarına Ve Muhasebe Mesleğine Etkisi. *Muhasebe ve Denetime Bakış= Accounting & Auditing Review*, 18(55), 1-14.

Alles, M. G. (2015). Drivers of the use and facilitators and obstacles of the evolution of Big Data by the audit profession. *Accounting Horizons*, 29(2), 439-449. doi: 10.2308/acch-51067

Al-Htaybat, K., & von Alberti-Alhtaybat, L. (2017). Big Data and corporate reporting: impacts and paradoxes. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 30(4), 850-873. doi: 10.1108/AAAJ-07-2015-2139

Appelbaum, D. (2016). Securing Big Data provenance for auditors: The Big Data provenance black box as reliable evidence. *Journal of emerging technologies in accounting*, 13(1), 17-36. doi: 10.2308/jeta-51473

Appelbaum, D., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Big Data and analytics in the modern audit engagement: Research needs. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1-27. doi: 10.2308/ajpt-51684

Aslan, Ü., & Özerhan, Y. (2017). Big Data, Muhasebe Ve Muhasebe Mesleği. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 19(4), 862-883. doi: 19(4); 862-883

Belfo, F., & Trigo, A. (2013). Accounting Information Systems: Tradition and Future Directions. *Procedia Technology*, 9, 536-546. doi:10.1016/j.protcy.2013.12.060

Bhimani, A., & Willcocks, L. (2014). Digitisation, 'Big Data' and the transformation of accounting information. *Accounting and Business Research*, 44(4), 469-490. doi: 10.1080/00014788.2014.910051

Brown-Libur, H., & Vasarhelyi, M. A. (2015). Big Data and audit evidence. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 12(1), 1-16. doi: 10.2308/jeta-10468

Brown-Libur, H., Issa, H., & Lombardi, D. (2015). Behavioral implications of Big Data's impact on audit judgment and decision making and future research directions. *Accounting Horizons*, 29(2), 451-468. doi: 10.2308/acch-51023

Cao, M., Chychyla, R., & Stewart, T. (2015). Big Data Analytics in Financial Statement Audits. *Accounting Horizons*, 29(2), 423-429. doi:10.2308/acch-51068

Ciğer, A., Kınay, B., & Angı, G. G. (2017). Büyük Veri, Veri Analitiği ve Veri Analizi Işığında Muhasebe Eğitimi: Ders İçerikleri Üzerine Bir Araştırma. 36. *Muhasebe Eğitimi Sempozyumu Kitabı* (ss. 231-261). İstanbul: Matsis Matbaa.

Enget, K., Saucedo, G. D., & Wright, N. S. (2017). Mystery, Inc.: A big data case. *Journal of Accounting Education*, 38, 9-22. doi: 10.1016/j.jaccedu.2016.12.003

Gamage, P. (2016). Big Data: are accounting educators ready?. *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 15(3), 588-604.

Griffin, P. A., & Wright, A. M. (2015). Commentaries on Big Data's importance for accounting and auditing. *Accounting Horizons*, 29(2), 377-379. doi: 10.2308/acch-51066

Huerta, E., & Jensen, S. (2017). An Accounting Information Systems Perspective on Data Analytics and Big Data. *Journal of Information Systems*, 31(3), 101-114. doi:10.2308/isys-51799

Liu, Q., & Vasarhelyi, M. A. (2014). Big questions in AIS research: Measurement, information processing, data analysis, and reporting. *Journal of Information Systems*, 28(1), 1-17. doi: 10.2308/isys-10395

Janvrin, D. J., & Watson, M. W. (2017). "Big Data": A new twist to accounting. *Journal of Accounting Education*, 38, 3-8. doi:10.1016/j.jaccedu.2016.12.009

Kaya, İ, Ateş, S., Akbulut, D. H., & Köksal, A. (2017). Büyük Verinin Muhasebe Uygulamaları ve Muhasebe Eğitimi Üzerindeki Etkileri. 36. *Muhasebe Eğitimi Sempozyumu Kitabı* (ss. 167-191). İstanbul: Matsis Matbaa.

Kaya, I., & Akbulut, D. H. BIG DATA ANALYTICS IN FINANCIAL REPORTING AND ACCOUNTING. *PressAcademia Procedia*, 7(1), 256-259. doi: 10.17261/Pressacademia.2018.892

Krahel, J. P., & Titera, W. R. (2015). Consequences of Big Data and formalization on accounting and auditing standards. *Accounting Horizons*, 29(2), 409-422.

Moffitt, K. C., & Vasarhelyi. M. A. (2013). AIS in an age of Big Data. *Journal of Information Systems*, 27 (2), 1-19. doi: 10.2308/isys-10372

Murthy, U. S., & Geerts, G. L. (2017). An REA Ontology-Based Model for Mapping Big Data to Accounting Information Systems Elements. *Journal of Information Systems*, 31(3), 45-61. doi:10.2308/isys-51803

Rezaee, Z., & Wang, J. (2017). Relevance of Big Data to Forensic Accounting Practice and Education: Insight from China. In *International Conference on Accounting and Finance (AT). Proceedings* (p. 103). Global Science and Technology Forum.

Richins, G., Stapleton, A., Stratopoulos, T. C., & Wong, C. (2016). „Data Analytics and Big Data: Opportunity or Threat for the Accounting Profession?”. *Journal of Information Systems*. doi, 10.2308/isys-51805

Rose, A. M., Rose, J. M., Sanderson, K. A., & Thibodeau, J. C. (2017). When should audit firms introduce analyses of Big Data into the audit process?. *Journal of Information Systems*, 31(3), 81-99. doi: 10.2308/isys-51837

Rybicka, K. (2018). NEW TECHNOLOGIES–THE IMPACT ON CONTEMPORARY MANAGEMENT ACCOUNTING. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (515), 26-36. doi: 10.15611/pn.2018.515.02

Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big Data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381-396. doi: 10.2308/acch-51071

Warren Jr, J. D., Moffitt, K. C., & Byrnes, P. (2015). How Big Data will change accounting. *Accounting Horizons*, 29(2), 397-407. doi: 10.2308/acch-51069

Yıldız, B., & Ağdeniz, Ş. (2018). Muhasebede Analiz Yöntemi Olarak Metin Madenciliği. *World of Accounting Science*, 20(2). doi: 10.31460/mbdd.349746

Yoon, K., Hoogduin, L., & Zhang, L. (2015). Big Data as complementary audit evidence. *Accounting Horizons*, 29(2), 431-438. doi: 10.2308/acch-51076

Yılmaz, B., Bülbül, Ö. G. S., & Atik M. Büyük Verinin (Big Data) Muhasebe Üzerindeki Etkisi Ve Muhasebeye Sağladığı Katkıların İncelenmesi. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 27(1), 79-112.

Zhang, Y. (2018). Model Innovation and Teaching Effect Evaluation of Accounting Teaching in Higher Vocational Colleges in the Era of Big Data. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 18(6), 3620-3627. doi: 10.12738/estp.2018.6.274

Zhang, J., Yang, X., & Appelbaum, D. (2015). Toward effective Big Data analysis in continuous auditing. *Accounting Horizons*, 29(2), 469-476. doi: 10.2308/acch-51070





**SAĞLIK HİZMETLERİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMALARI:  
LİTERATÜR TARAMASI**  
AUGMENTED REALITY (AR) PRACTICES IN HEALTHCARE SERVICES: A  
LITERATURE REVIEW

**Öğr. Gör., Merve Boşat**

Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Doç. Dr., Emrah Önder**

İstanbul Üniversitesi

**Arş. Gör., Uğur Arcagök**

İstanbul Üniversitesi

**ÖZET**

Artırılmış gerçeklik (AR), Sanal gerçeklik (SG) teknolojisinin bir varyasyonu olup; dijital üç boyutlu ara yüzler ve sanal nesnelere gerçek dünya ile eş zamanlı olarak etkileşime imkân sağlayan dinamik ve yenilikçi bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojilerinin yaygın kullanımı olarak giyilebilir teknolojiler olarak karşımıza çıkar. Mobil cihazların ve kablosuz ağ teknolojilerinin hızla yaygınlaşmasıyla, Artırılmış Gerçeklik (AG) ve Sanal Gerçeklik (SG) gibi yenilikçi teknolojiler de her alanda kullanılabilir hale gelmiştir. Sağlık teknolojilerinin de aynı hızda gelişmesi bu tür teknolojilerin sağlık alanında kullanıma yönelik fırsatları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, sağlık alanında kullanılan AG uygulamalarına yönelik literatür taraması yapılmış ve veriler analize tabi tutulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Artırılmış Gerçeklik, Sağlık, Sağlık Hizmetleri

**ABSTRACT**

Augmented reality (AR) is a variation of Virtual reality (SG) technology; digital three-dimensional interfaces and virtual objects are a dynamic and innovative technology that allows simultaneous interaction with the real world. Nowadays, as a widespread use of augmented reality technologies, it can be seen as wearable technologies. Innovative technologies such as Augmented Reality (AG) and Virtual Reality (SG) have become

available in all areas with the rapid expansion of mobile devices and wireless network technologies. The development of health technologies at the same speed brings with it the opportunities for using such technologies in the field of health. In this study, a literature review was performed and data were analyzed.

**Key Words:** Augmented Reality, Health, Healthcare Services

## GİRİŞ

Milgram ve Kishino (1994), artırılmış gerçekliği, “Gerçek dünya nesnelere yerine dijital ortam ürünlerinin kullanıldığı gerçeklik ortamı” şeklinde tanımlamıştır. Artırılmış gerçeklik (AR), Sanal gerçeklik (SG) teknolojisinin bir varyasyonu olup; dijital üç boyutlu ara yüzler ve sanal nesnelere gerçek dünya ile eş zamanlı olarak etkileşime imkân sağlayan dinamik ve yenilikçi bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Azuma, 1997; Sommerauer ve Müller, 2014). Literatürdeki tanımlar incelendiğinde artırılmış gerçeklik, sanal nesnelere kullanılarak zenginleştirilmiş, gerçek dünyalar olarak tanımlanabilir. Buna göre artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamı üzerine deneysel amaçlarla yerleştirilmiş sanal nesnelere oluşturulan gerçek ve sanal nesnelere bütününden oluşan ortamlardır. Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojilerinin yaygın kullanımı olarak giyilebilir teknolojiler olarak karşımıza çıkar. Bu şekilde, sanal nesnelere ile gerçek varlıkların birlikteliği, artırılmış gerçeklik kullanıcılarında gerçeklik duygusunun artmasına sağlar (Bokyung, 2008). Mobil cihazların ve kablosuz ağ teknolojilerinin hızla yaygınlaşmasıyla, Artırılmış Gerçeklik (AG) ve Sanal Gerçeklik (SG) gibi yenilikçi teknolojiler de her alanda kullanılabilir hale gelmiştir. Sağlık teknolojilerinin de aynı hızla gelişmesi bu tür teknolojilerin sağlık alanında kullanıma yönelik fırsatları da beraberinde getirmektedir.

Sağlık alanında, AG uygulamalarının kullanım alanlarına bakıldığında cerrahi işlemlerde hastaya işlem yapılacak yeri rahatlıkla bulmak ve hastada daha küçük kesiler yapılarak hastada enfeksiyon riskini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Beyin cerrahisi alanında da yine aynı amaçla tümörlü bölgeye ulaşım, kesi alanının küçültülmesi ya da anevrizma durumlarında da, beyin damarlarının yapısının üç boyutlu olarak gösterilmesi amacıyla kullanıldığı görülmüştür. Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında ise, hastaların verilen hareketleri hem doğru bir şekilde hem de gerçeklik algısını yaratması amacıyla yetişkin bireylerde ve çocuklarda kullanıldığı karşımıza çıkmaktadır. Son olarak, sıklıkla karşımıza çıkan alan ise eğitimidir. Tıp eğitiminde, özellikle anatomi alanında AG uygulamalarının kullanıldığı böylece kadavra eğitiminin yapılamadığı durumlarda ya da öğrencilerin tekrar

çalışmak istediği konularda oldukça yararlı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, örneğin çocuklara diş fırçalama alışkanlığının kazandırılması gibi sağlık alışkanlıkları eğitimi konusunda da yavaş yavaş kullanıldığını görmekteyiz.

## 1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, AG uygulamalarının sağlık alanında kullanım alanlarını saptamaktır. Bu amaçla, kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, yapılan araştırmaların, hangi ülkeden araştırmacılar tarafından yapıldığı, yıllara göre nasıl bir değişim gösterdiği ve ne tür dergilerde yayımlandığı gibi bilgilerin de ortaya konulması düşünülmektedir. Bu alanda, yoğun olarak çalışılmış konuların belirlenmesiyle birlikte gelecekte yapılacak olan araştırmalara ışık tutacak sonuçların ortaya konulması hedeflenmiştir.

## 2. METOD

Kapsamlı bir literatür taraması için Bezmialem Vakıf üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Direktörlüğü web sitesi üzerinden “EBSCO Discovery Services” sağlayıcılığında, abone olunan tüm veri tabanlarının tamamına tek giriş noktasından erişim olanağı sağlayan EDS arama motoruna kütüphane web sayfasından direkt olarak erişim sağlanmıştır. Arama kısmına “Augmented Reality” ve “Healthcare” anahtar kelimeleri yazılmış olup, içerik sağlayıcılar kısmından ise Complementary Index, Scopus®, IEEE Xplore Digital Library, Newspaper Source Plus, Academic Search Complete, Science Citation Index, Regional Business News, Business Source Complete, MasterFILE Complete, Networked Digital Library of Theses & Dissertations, MEDLINE, MEDLINE Complete, General OneFile, Supplemental Index, Directory of Open Access Journals, ScienceDirect, Social Sciences Citation Index, Newswires, CINAHL Complete, arXiv, ERIC, Library & Information Science Source, Library, Information Science & Technology Abstracts, Food Science Source, Journals@OVID, Arts & Humanities Citation Index, Teacher Reference Center, DergiPark, China Science & Technology Journal Database, Emerald Insight, ULAKBİM Ulusal Veri Tabanları (UVT) - ULAKBİM Turkish National Databases, Dentistry & Oral Sciences Source, eBook Academic Collection Trial, JSTOR Journals, GreenFILE, Research Starters, Books at JSTOR, Dynamed, Bibliotheksverbund Bayern, eBook Index, Google Scholar ve Proquest Tez Veri Tabanı içerik sağlayıcılarının tamamı seçilmiştir.

Listelenen makalelerin, anahtar kelimelere uygunlukları tekrar incelenmiş ve toplamda 46 adet yayına ulaşılmıştır. İncelenen yayınların her biri, amaçlanan hedefler doğrultusunda Microsoft Excel programı kullanılarak listelenmiş ve elde edilen veriler analize tabi tutulmuştur.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde araştırmacıların buldukları ülkelere, makalelerin yayınlanma yılına ve AG uygulamalarının sağlık alanında hangi klinik alana ait olduğu, hangi dergilerde yoğun olarak yayınlandığına göre 46 yayına ait veriler analiz edilmiştir.

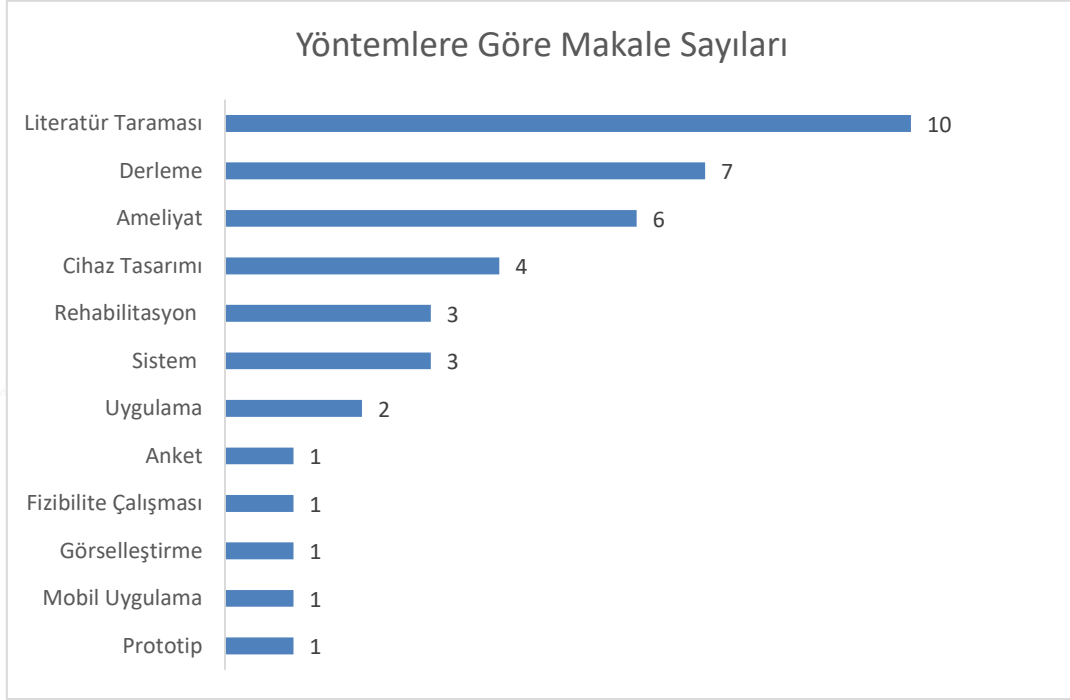
Yazarların ülkelere göre dağılımları Grafik 1’de görüleceği üzere sıralanmıştır. Yapılan analize göre, sağlık hizmetlerinde kullanılan AG uygulamalarına yönelik araştırmaların çoğunun ABD merkezli olduğu görülmektedir. ABD’nin ardından yapılan çalışmaların çoğu Kanada’da gerçekleştirilmiştir.



**Grafik 1:** Sağlık alanında yapılan AG çalışmalarının ülkelere göre dağılımı

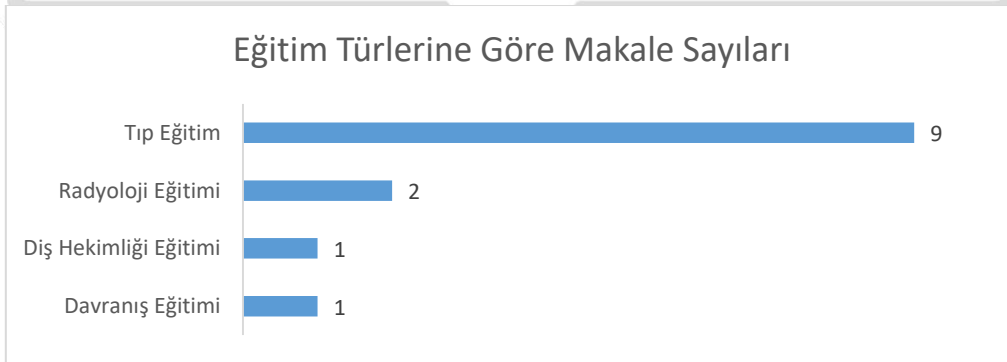


Çalışmalarda kullanılmış olan araştırma yöntemleri incelendiğinde ise, literatür taraması, derleme ve cerrahi işlemlerde uygulanan AG uygulamalarının yoğun olarak yayımlandığı görülmektedir. (Grafik 2)



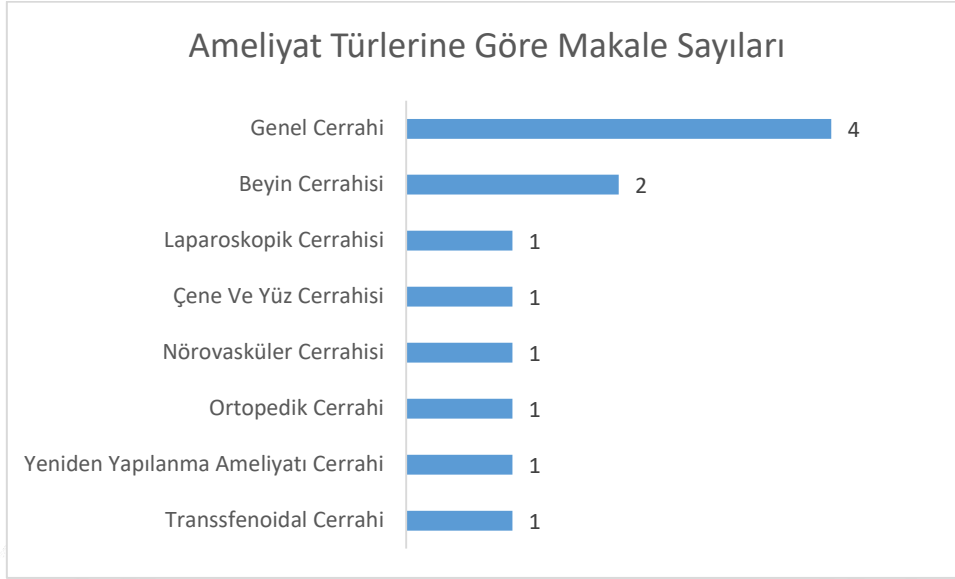
**Grafik 2:** Sağlık alanında yapılan AG uygulamalarına ait yayınlarda kullanılan yöntemler

Sağlık alanında verilen eğitimlerde kullanılan AG uygulama alanları incelendiğinde ise, Grafik 3'te en çok Tıp eğitiminde kullanıldığı görülmektedir.



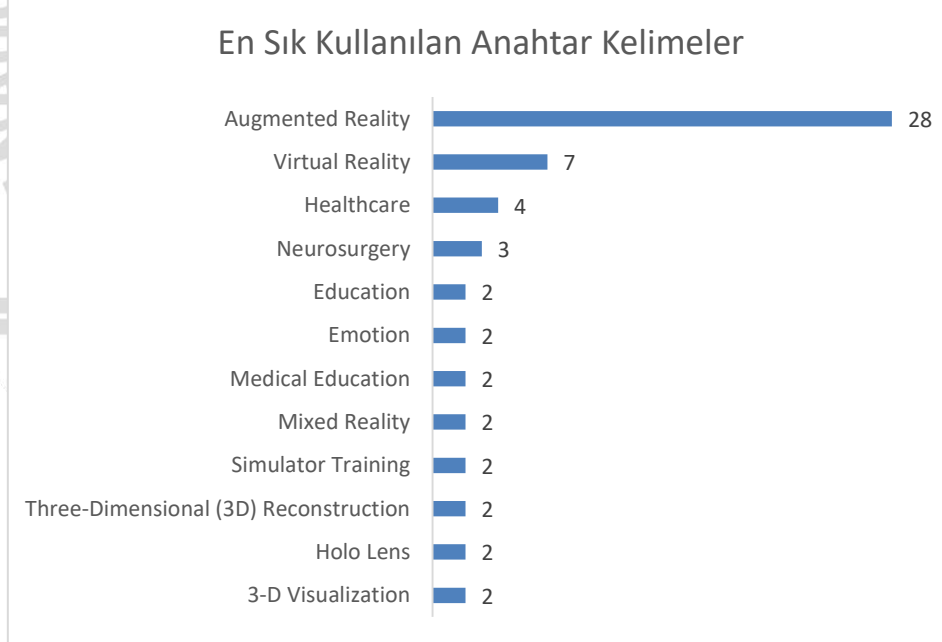
**Grafik 3:** AG uygulamaları üzerinden verilen sağlık eğitimi türleri

Cerrahi bilimlerde kullanılan AG uygulamalarına yönelik olarak yapılan makaleler incelendiğinde ise, klinik alan olarak en çok yayının Genel Cerrahi alanında yapıldığı görülmektedir.



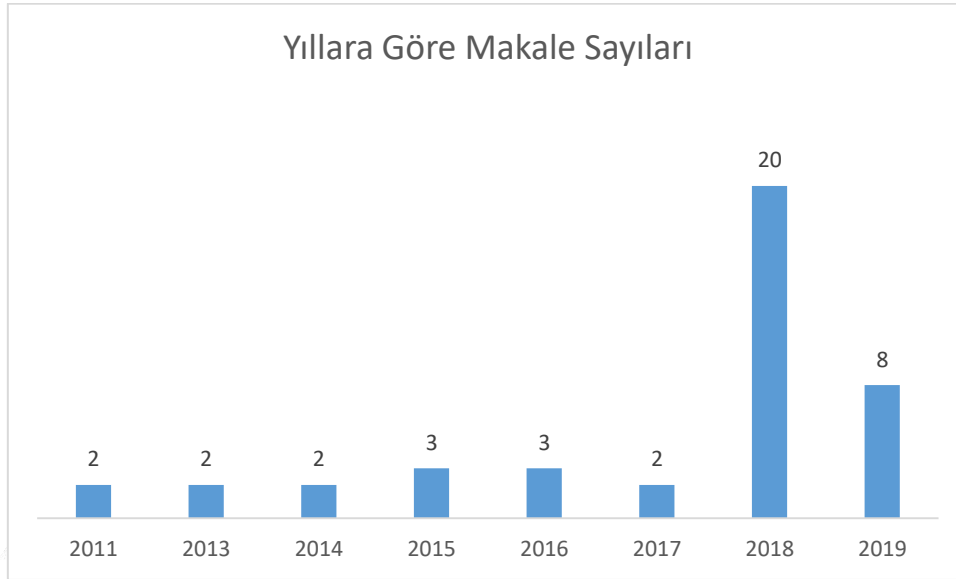
**Grafik 4:** AG uygulamalarının Cerrahi branşlardaki kullanımı

Yayınlarda kullanılan anahtar kelimeler analiz edildiğinde de, en sık kullanılan anahtar kelimenin ilk olarak “Augmented Reality” ikinci olarak ise, “Virtual Reality” olduğu Grafik 5’te görülmektedir.



**Grafik 5:** En sık kullanılan anahtar kelimeler

Yıllara göre yapılmış makale sayısı incelendiğinde ise en büyük sıçrayış **Grafik 6’da** 2018 yılında 20 makale ile karşımıza çıkmaktadır.



**Grafik 6:** Yıllara göre yayınlanan makale sayıları

Makalelerin yayınlanmış olduğu dergilerin analizi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:



**Grafik 7:** Dergilere göre yayınlanmış makale sayıları

## SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre, AG uygulamalarının 2018 yılı itibariyle oldukça arttığını görmekteyiz. Bu artışa AG uygulama sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, bu hizmete ulaşmanın kolaylaşmasının neden olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Malpraktis davalarının da tüm dünyada artmasıyla birlikte, insan hatasını en aza indirgeyecek uygulamaların kullanımının artacağı bir gerçektir. Bu teknolojinin hem klinik alanlarda hem de eğitim alanında daha da artarak kullanılacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(4), 355-385.

Bokyung, K. (2008). Investigation on the relationships among media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning. *Multimedia and E-Content Trends* içinde (ss.. 21-37). Vieweg+ Teubner

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77 (12), 1321-1329.

Sommerauer, P. ve Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.

Zhu, E., Hadadgar, A., Masiello, I., & Zary, N. (2014). Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *PeerJ*, 2, e469.

Ma, M., Jain, L. C., & Anderson, P. (2014). Future trends of virtual, augmented reality, and games for health. In *Virtual, augmented reality and serious games for healthcare 1* (pp. 1-6). Springer, Berlin, Heidelberg.

Layona, R., Yulianto, B., & Tunardi, Y. (2018). Web based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning. *Procedia Computer Science*, 135, 457-464.

Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 11.

Dutã, M., Amariei, C. I., Bogdan, C. M., Popovici, D. M., Ionescu, N., & Nuca, C. I. (2011). An overview of virtual and augmented reality in dental education. *Oral Health Dent Manag*, 10, 42-49.

Ferguson, C., Davidson, P. M., Scott, P. J., Jackson, D., & Hickman, L. D. (2015). Augmented reality, virtual reality and gaming: An integral part of nursing.



- Kugelmann, D., Stratmann, L., Nühlen, N., Bork, F., Hoffmann, S., Samarbarksh, G., ... & Navab, N. (2018). An augmented reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 215, 71-77.
- Zhao, M. Y., Ong, S. K., & Nee, A. Y. (2016). An augmented reality-assisted therapeutic healthcare exercise system based on bare-hand interaction. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(9), 708-721.
- Khor, W. S., Baker, B., Amin, K., Chan, A., Patel, K., & Wong, J. (2016). Augmented and virtual reality in surgery—the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Annals of translational medicine*, 4(23).
- Huang, T. K., Yang, C. H., Hsieh, Y. H., Wang, J. C., & Hung, C. C. (2018). Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 34(4), 243-248.
- Monge, J., & Postolache, O. (2018, October). Augmented reality and smart sensors for physical rehabilitation. In *2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE)* (pp. 1010-1014). IEEE.
- Mahmood, F., Mahmood, E., Dorfman, R. G., Mitchell, J., Mahmood, F. U., Jones, S. B., & Matyal, R. (2018). Augmented reality and ultrasound education: initial experience. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 32(3), 1363-1367.
- Wang, Y. Y., Liu, H. P., Hsiao, F. L., & Kumar, A. (2019). Augmented reality for temporomandibular joint arthrocentesis: a cadaver study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*.
- Vassallo, R., Kasuya, H., Lo, B. W., Peters, T., & Xiao, Y. (2018). Augmented reality guidance in cerebrovascular surgery using microscopic video enhancement. *Healthcare technology letters*, 5(5), 158-161.
- Tagaytayan, R., Kelemen, A., & Sik-Lanyi, C. (2018). Augmented reality in neurosurgery. *Archives of medical science: AMS*, 14(3), 572.
- Kersten-Oertel, M., Gerard, I., Drouin, S., Mok, K., Sirhan, D., Sinclair, D. S., & Collins, D. L. (2015). Augmented reality in neurovascular surgery: feasibility and first uses in the operating room. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 10(11), 1823-1836.
- Carl, B., Bopp, M., Voellger, B., Saß, B., & Nimsky, C. (2019). Augmented Reality in Transsphenoidal Surgery. *World neurosurgery*.

- Carlson, K. J., & Gagnon, D. J. (2016). Augmented reality integrated simulation education in health care. *Clinical simulation in nursing*, 12(4), 123-127.
- Kanno, K. M., Lamounier, E. A., Cardoso, A., Lopes, E. J., & de Lima, G. F. M. (2018, March). Augmented Reality System for Aiding Mild Alzheimer Patients and Caregivers. In *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 593-594). IEEE.
- El-Hariri, H., Pandey, P., Hodgson, A. J., & Garbi, R. (2018). Augmented reality visualisation for orthopaedic surgical guidance with pre-and intra-operative multimodal image data fusion. *Healthcare Technology Letters*, 5(5), 189-193.
- Debarba, H. G., de Oliveira, M. E., Lädemann, A., Chagué, S., & Charbonnier, C. (2018, March). Augmented reality visualization of joint movements for physical examination and rehabilitation. In *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 537-538). IEEE.
- Zhang, B., Ma, L., Qu, X., Zhang, X., & Liao, H. (2019). Augmented-Reality Surgical Navigation System for Better Healthcare Visualization. In *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018* (pp. 809-813). Springer, Singapore.
- Ibrahim, Z., & Money, A. G. (2019). Computer Mediated Reality Technologies: A Conceptual Framework and Survey of the State of the Art in Healthcare Intervention Systems. *Journal of biomedical informatics*, 103102.
- Mewes, A., Heinrich, F., Hensen, B., Wacker, F., Lawonn, K., & Hansen, C. (2018). Concepts for augmented reality visualisation to support needle guidance inside the MRI. *Healthcare technology letters*, 5(5), 172-176.
- Séblain, D., Capitaine, A. G., & Khonsari, R. H. (2019). Connected toothbrush, augmented reality and oral hygiene in children with cleft lip and palate. *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, 120(1), 83.
- Kobayashi, L., Zhang, X. C., Collins, S. A., Karim, N., & Merck, D. L. (2018). Exploratory application of augmented reality/mixed reality devices for acute care procedure training. *Western Journal of Emergency Medicine*, 19(1), 158.
- Basoglu, N. A., Goken, M., Dabic, M., Ozdemir Gungor, D., & Daim, T. U. (2018). Exploring adoption of augmented reality smart glasses: Applications in the medical industry.
- Stretton, T., Cochrane, T., & Narayan, V. (2018). Exploring mobile mixed reality in healthcare higher education: a systematic review. *Research in Learning Technology*, 26, 2131-2131.

- Tivatansakul, S., & Ohkura, M. (2013, April). Healthcare system design focusing on emotional aspects using augmented reality—Relaxed service design. In *2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Healthcare and e-health (CICARE)*(pp. 88-93). IEEE.
- Bernhardt, S., Nicolau, S. A., Soler, L., & Doignon, C. (2017). The status of augmented reality in laparoscopic surgery as of 2016. *Medical image analysis*, *37*, 66-90.
- Pratt, P., Ives, M., Lawton, G., Simmons, J., Radev, N., Spyropoulou, L., & Amiras, D. (2018). Through the HoloLens™ looking glass: augmented reality for extremity reconstruction surgery using 3D vascular models with perforating vessels. *European radiology experimental*, *2*(1), 2.
- Tapia, M. F., Hasson, D., & Labra, A. (2019). The prostate anatomy, a useful tool for clinical practice: assessed through augmented reality. *Contacto Científico*, *8*(Especial A).
- Bosc, R., Fitoussi, A., Hersant, B., Dao, T. H., & Meningaud, J. P. (2018). Intraoperative augmented reality with heads-up displays in maxillofacial surgery: a systematic review of the literature and a classification of relevant technologies. *International journal of oral and maxillofacial surgery*.
- López, W. O. C., Navarro, P. A., & Crispin, S. (2018). Intraoperative clinical application of augmented reality in neurosurgery: A systematic review. *Clinical neurology and neurosurgery*.
- Corrêa, A. G. D., de Assis, G. A., do Nascimento, M., & de Deus Lopes, R. (2017). Perceptions of clinical utility of an Augmented Reality musical software among health care professionals. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *12*(3), 205-216.
- Hasson, D. (2018, January). ITMIG classification of mediastinal anatomy: exposure through augmented reality. European Congress of Radiology 2018.
- Lee, C., & Wong, G. K. C. (2019). Virtual reality and augmented reality in the management of intracranial tumors: A review. *Journal of Clinical Neuroscience*.
- Li, H., Gupta, A., Zhang, J., & Flor, N. (2018). Who will use augmented reality? An integrated approach based on text analytics and field survey. *European Journal of Operational Research*.
- Garrett, B. M., Anthony, J., & Jackson, C. (2018). Using mobile augmented reality to enhance health professional practice education. *Current Issues in Emerging eLearning*, *4*(1), 10.

**KUYULU İÇME SUYU HATLARINDA ELEKTRİK ÜRETİMİ**

## ELECTRICITY PRODUCTION IN DRINKING WATER LINES WITH WELL

**Prof. Dr. M. Cihan Aydın**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. M. Serhat Hasanoglu**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Arş. Gör. Ali Emre Ulu**

Bitlis Eren Üniversitesi

**ÖZET**

Hidrolojik çevrim içerisindeki yüksek kotta depolanabilen suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanılarak çeşitli tipte hidroelektrik tesisler yapılabilmektedir. Genel olarak suyun potansiyel enerjisinden yararlanmak için akarsular üzerinde kurulan hidroelektrik santraller (Barajlar, nehir tipi tesisler vb.) sayesinde yüksek miktarda elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Elektrik üretimi en değerli su kaynakları olan akarsuların yer küredeki tatlı suların içerisindeki oranı sadece %0.003'tür. Yüzeğe yakın yeraltı sularının yer küredeki su oranı ise yaklaşık %10'dur. Yeraltı su kaynakları genelde düşük kotlarda alındığında içme suyu olarak kullanılmakta fakat enerji üretiminde pek kullanılamamaktadır. Bu çalışmada yüksek kotlardaki yeraltı su kaynaklarından kuyularla alınacak suların daha düşük kottaki yerleşim yerlerine iletilmesi sırasında oluşan enerjinin sistemin ihtiyacı olan pompajı için kullanılmasına dönük örnek bir proje uygulaması verilmiştir. Bunun için Siirt ilinin Baykan ilçesine bağlı Eğridere mezası uygulama alanı seçilmiştir. Su sıkıntısı çeken mezarın su yaklaşık 1.15 km uzaklığında ve 197 m yüksekliğindeki bir noktadaki yeraltı suyundan temin edilmesi düşünülmüştür. Suyun temin edileceği yeraltı su yatağı önündeki geçirimsiz kayalık yapısından dolayı yeraltı suyu seviyesi yerleşim yerinin daha üst bir kotunda oluşmaktadır. Bu jeolojik yapı değerlendirilerek suyun iletilmesi sırasında mikro hidroelektrik sayesinde elde edilecek enerji kuyular için gerekli pompaj enerjisinde kullanılması, artan enerjinin ise



yerleşim yerine sağlanması planlanmıştır. Tasarım ile ilgili hesap ve analizler yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İsale Hatları, Yeraltı Suyu, Mikro HES.

### ABSTRACT

Various types of hydroelectric facilities can be constructed by taking advantage of the potential and kinetic energy of the water which can be stored in the high level in the hydrological cycle. Generally, a high amount of electric energy can be generated by the hydroelectric power plants (dams, river type facilities, etc.) built on the rivers where the water is potentially found. Electricity production is only 0.003% of the most precious water resources in the fresh waters of the river. Near-surface ground waters and earth's water ratio is about 10%. Underground water sources are generally used as drinking water when taken at low elevations but are not used much in energy production. In this study, a sample project application was given to use the energy that is generated when the waters to be taken from the wells of the high elevations are transferred to the lower settlements and the system is used for the pumping. For this, the application area of Eğridere field belonging to Baykan district of Siirt province was chosen. The water will be supplied from a point of about 1.15 km and a height of 197 m from groundwater to the region that suffers water. Because of the impermeable rock structure in front of the underground water bed where the water will be supplied, the underground water level is formed at a higher elevation of the settlement. By evaluating this geological structure, it is planned to be used in the pumping energy required for the energy wells to be obtained by micro hydropower during the water transmission and to provide the increased energy to the settlement area. The calculations and analyzes related to the design have been performed and the results have been discussed.

**Key Words:** Transmission Lines, Underground Water, Mikro HEPP.

## 1. GİRİŞ

Tatlı su kaynaklarının yeryüzündeki oranı tüm yerküredeki su kaynaklarına oranla sadece %2.6 olmasına karşın direk faydalanabileceğimiz su kaynakları bakımından oldukça önemlidir. Fakat kendi içinde tatlı su miktarının %77.23'ü buzullarda olup faydalanılması mümkün değil hatta erimeleri durumunda yeryüzünde büyük felaket senaryoları kurulmaktadır. Geriye kalanın %9.86'ı yeraltı suyu, %12.35 derin yeraltı suyu ve %0.35 göller, %0.003'ü akarsular ve diğerleri zemin nemi, canlılar ve diğer ortamlarda tutulmaktadır. Tatlı suların bu tablosuna bakıldığında faydalanabileceğimiz su kaynaklarını aslında ne kadar kısıtlı olacağını görebiliriz. Mühendislik açısından en önemli su kaynağı düşük oranda görülse bile hidrolik çevrim içerisinde hızlı ve bol miktarda yer değiştiren akarsular olduğu söylenebilir. Diğer kaynakların hidrolik dönüşümüne (okyanuslardaki buharlaşma gibi) katkısı yönünden dolayı olarak bu su kaynaklarına etkisi vardır. Bununla birlikte tatlı su kaynakları içerisindeki oranlara baktığımızda en büyük miktarı buzullardan sonra yeraltı suyudur. Fakat yeraltı suyunun da büyük miktarı derin yeraltı suyu olarak depolanmakta ve kullanılması çok ekonomik değildir. Geri kalan %9.86'lık yüzeye yakın kısmı da oldukça önemli bir miktardır. Bu su kaynağı insanlar tarafından özellikle tarım ve içme suyu amaçlı olarak açılan kuyular sayesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurak alanlarda bile rahatlıkla ulaşılabilir olması çoğu zaman temiz ve içilebilir kaynaklar olması bakımından su temini açısından oldukça tercih edilebilir bir kaynaktır. Bununla birlikte çok fazla suyun yeraltından çekilmesi yeraltında boşluklar oluşması, tuzlu suyun yeraltı suyuna karışması gibi çeşitli çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Fakat ekonomik açıdan bakıldığında kuyuların açılmasının dışında kuyudan suların belli bir derinlikten çekilmesi önemli miktarda enerji gerektirdiği için çok ekonomik olmamaktadır. Oysa su kaynaklarının diğer önemli faydası enerji üretmektir. Bu amaçla çeşitli tip ve kapasitelerde Hidroelektrik Santrallerden (HES) yararlanılmaktadır. Biriktirme tipi HES, nehir tipi HES, gelgit ve dalga santralleri, pompaj depolamalı HES'ler gibi birçok farklı tipi vardır.

Bu çalışma da uygulanması her zaman mümkün olmadığı için farklı bir pompaj tipi HES sisteminin fizibilitesi yapılmıştır. Bu sistemde Ülkemizin kurak bölgelerinden olan Güney Doğu Anadolu bölgesinde yer alan bir yerleşim yerinin hem içme suyu hem de elektrik enerjisinin yeraltı suyundan karşılanması planlanmıştır. Geçirimsiz jeolojik bir oluşum sayesinde yerleşim yerinden daha yüksek bir alanda biriktiği tahmin edilen yeraltı suyu önce pompalarla yeryüzüne çıkarılacak daha sonra yeraltı su seviyesine göre düşük kottaki

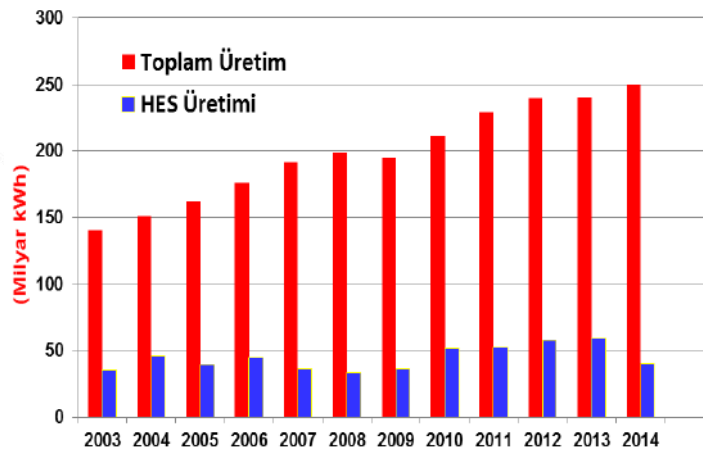
yerleşim yerine taşınacaktır. Suyun iletimi sırasındaki enerji türbinler tarafından kırılacak ve aynı zamanda üretilen enerji şebekeye verilebilecektir.

## 2. TÜRKİYEDEKİ HES POTANSİYELİ

Tablo 1’de görüldüğü gibi 2015 verilerinde göre Türkiye’deki elektrik enerji kaynakları sıralamasında hidrolik enerji %34.2 ile kömür ve doğalgaz gibi yakıtları da içeren termik santrallerden sonra ikinci sıradadır. Termik santraller içindeki yaklaşık 21500 MW’la %51 paya sahip doğalgaz konusunda dışa bağımlılığımız düşünüldüğünde diğer kaynaklara neden daha fazla önem vermemiz gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda sınır komşularımızda meydana gelen uluslararası sorunlar doğal gaz ithal ettiğimiz Rusya, İran gibi ülkelerle krize yol açmış ve anlaşmalarını zora sokmuştur. Bu nedenle nükleer enerjiye biran önce geçmemiz gerektiği gibi mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarımızı da daha etki şekilde kullanmalıyız. Şekil 1’de hidroelektrik üretiminin toplam enerji üretimi içerisindeki oranı her geçen yıl azaldığı görülmektedir. Yakın zamanda inşaatına başlanan nükleer santraller sayesinde ülkemizin dışa bağımlılığı daha da azalacak ancak temiz enerjinin önemini azaltmayacaktır.

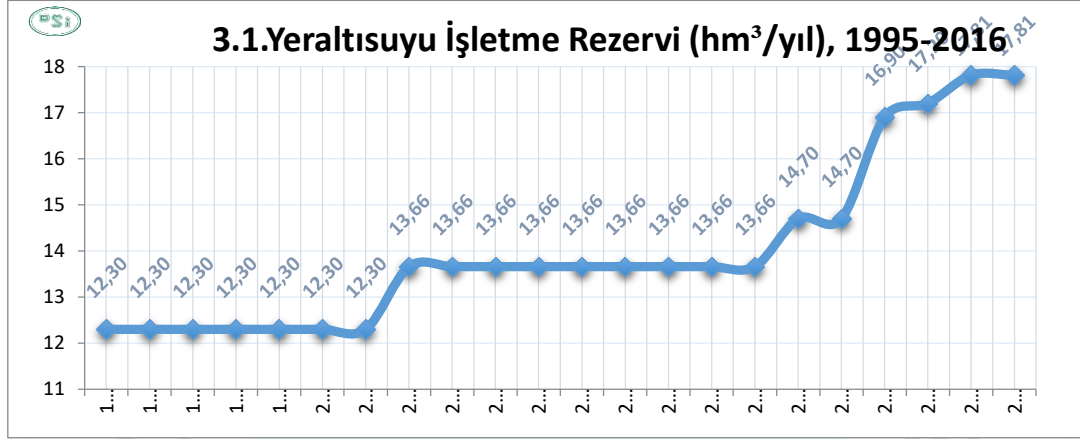
**Tablo 1.** Türkiye’nin Kaynaklara Göre Elektrik Enerjisi Kurulu Kapasitesi (DSİ, 2015)

KAYNAK	KURULU KAPASİTE (MW)	PAY (%)
Hidrolik	23,877	34.2
Termik	41,766	59.9
Rüzgar	3,629	5.2
Jeotermal	404	0.6
Güneş	44.8	0.1
<b>TOPLAM</b>	<b>69,721</b>	<b>100</b>



**Şekil 1.** Türkiye’de Hidroelektrik Üretiminin Toplam Enerji İçindeki Payı (DSİ, 2015),

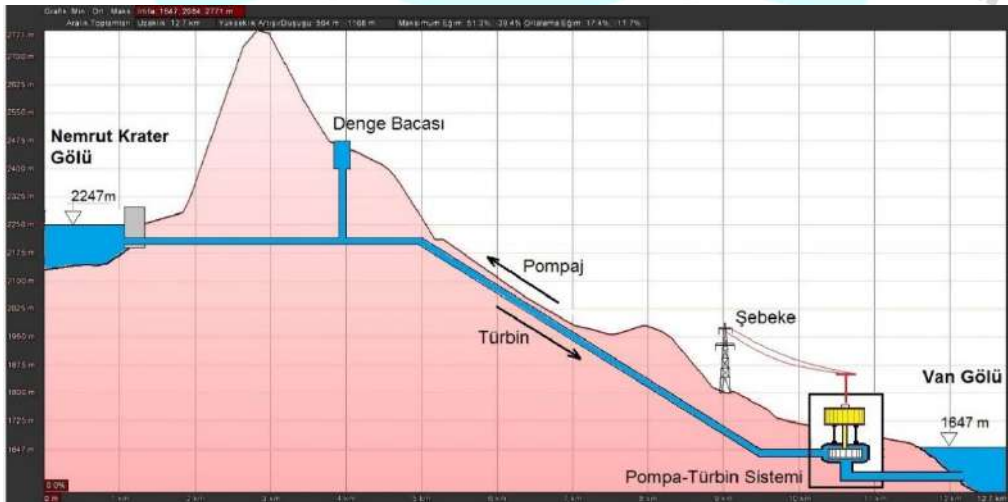
DSİ 2016 verilerine göre Yeraltısuyu İşletme Rezervinde son 4 yılda 0,91 hm<sup>3</sup>/yıl artış sağlandı. Yeraltısuyu işletme rezervi 2013-2016 döneminde %5,38 oranında artış göstermiştir.



Şekil 2 1: DSİ Verilerine Göre Yeraltısuyu İşletme Rezervi

### 3. POMPAJ DEPOLAMALI VE MİKRO HES'LER

Pompaj Depolamalı HES'ler (PHES) genel olarak elektriğin ucuz olduğu gece saatlerinde pompa modunda, puant saatlerde ise türbin modunda çalışarak işletilmelerine rağmen, günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekedeki yoğunluğuna göre günün her saatinde çalıştırılabilmektedirler (Saraç, 2012a). Aydın (2016) Bitlis İli sınırları içinde kalan ve Van Gölü arasında örnek olarak tasarladığı bir PHES sayesinde Ülke Ekonomisine yaklaşık 250 Milyon TL/Yıl katkı sağlanabileceğini belirtmiştir (Şekil 3).



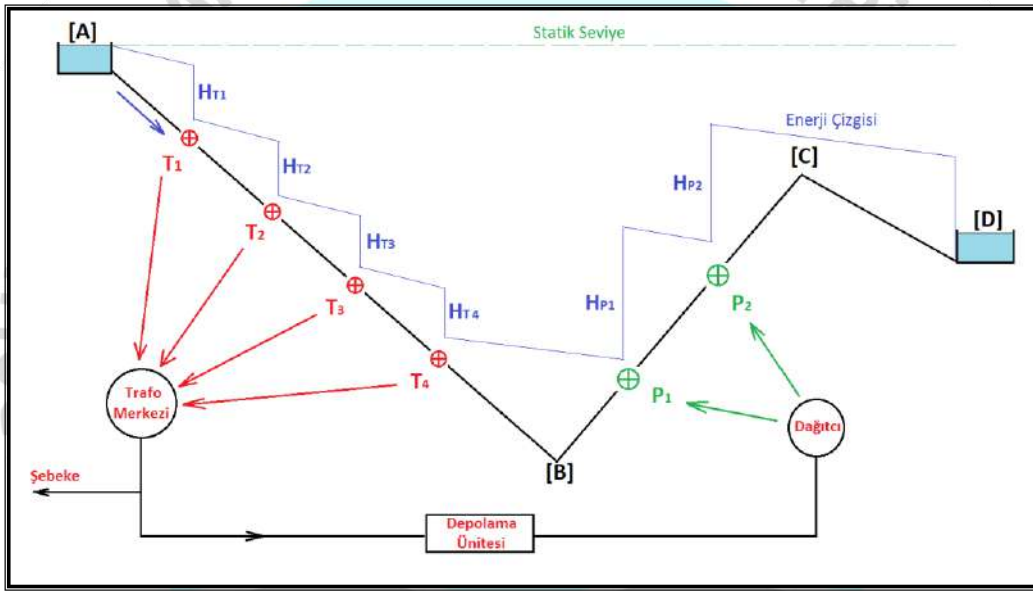
Şekil 3. Nemrut Krater Gölü ve Van Gölü Arasındaki PHES (Aydın, 2016)

Mikro HES'lerle son yıllarda yüksek basınçlı isale hatlarında enerji üretme amaçlanmaktadır. Lucid Energy firması tarafından geliştirilen sistem sayesinde yüksek basınçlı su boruları içine



yerleştirilen mikro türbinler sayesinde elektrik üretilmektedir. Kaldırma bazlı düşey akslı tekil küresel türbinler, 24-96 inç çaplarında kullanılabilmekte ve içerisindeki akımın basınç yüksekliğinden faydalanarak elektrik üretmektedir (Lucid Energy, 2016).

Aydın ve Karaduman (2016) isale hatları üzerinde ardışık mikro türbinler yardımıyla isale hatlarındaki yüksek basıncın kırılmasını sağlarken aynı zamanda elektrik enerjisi üretmeye dönük örnek bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın diğer orijinal yani aynı zamanda pompaj gerektiren isale hattının enerjisinin de bu hattan sağlayarak kendinden beslemeli isale hattı olmasıdır. Böylelikle özellikle enerji hatlarından uzak ve engebeli arazilerden geçen isale hatlarında üçlü fayda sağlayarak ekonomi sağlanması hedeflenmiştir (Şekil 3).



Şekil 4. Kendinden Beslemeli İsale Hatları (Aydın ve Karaduman 2016)

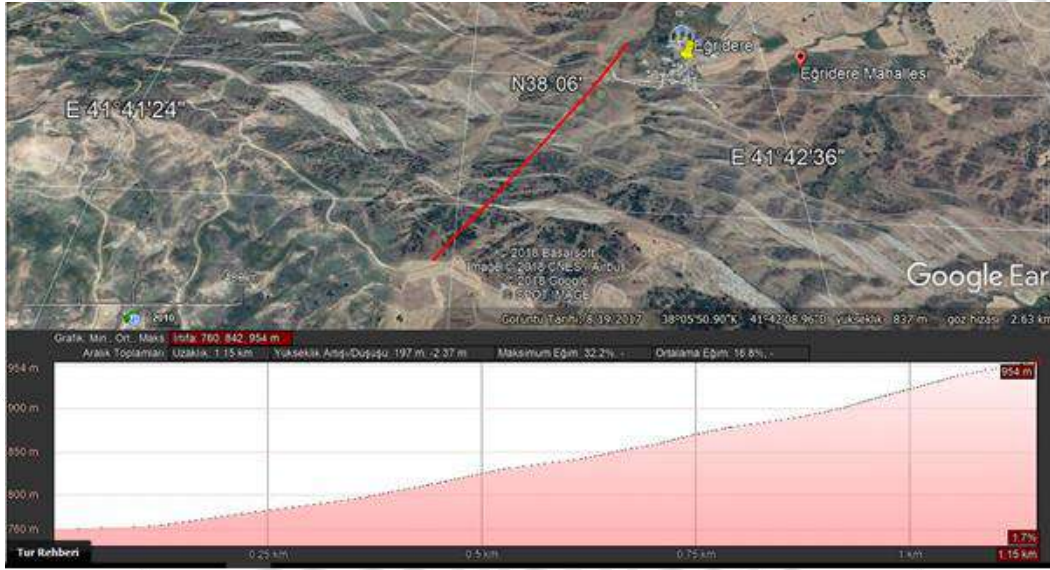
### 3.1. Çalışma Alanı

Örnek proje için seçtiğimiz bölge, içme suyu ve sulama sıkıntısı çeken Siirt Baykan Karakaya Köyü Eğridere Mezrası'dır. Mezra ve çevresinde doğal bir su kaynağı bulunmamaktadır. (Bölgenin koordinatları 38.1008419844, 41.7072403603). Bölge genel anlamda kurak ve su sorunu çeken bir alandır. Yerleşim yeri engebeli ve yükselen bir yamacın eşiğinde yer almaktadır. Yerel kaynaklardan alınan bilgiye göre dağlık yamaç zaman içerisinde tabakalar halinde oluşmuş geçirimsiz bir zemin yapısına arkasında kalan yükselti kısmı ise geçirimli, alüvyonlu ve su biriktirme kapasitesine sahip bir zemin olduğu tahmin edilmektedir. Arazinin Google Earth'dan alınmış yer haritaları Şekil 5 ve 6 'da gösterilmiştir. Şekil 5'te yamacın muhtemelen sıkışmadan oluşmuş tabakalı yapısı görülmektedir. Şekil 6'daki boy kesitte

görülebileceği üzere seçilen kuyu yerleri ve yerleşim yeri arasında yaklaşık 1.15 km mesafe ve 197 m de kot farkı vardır.



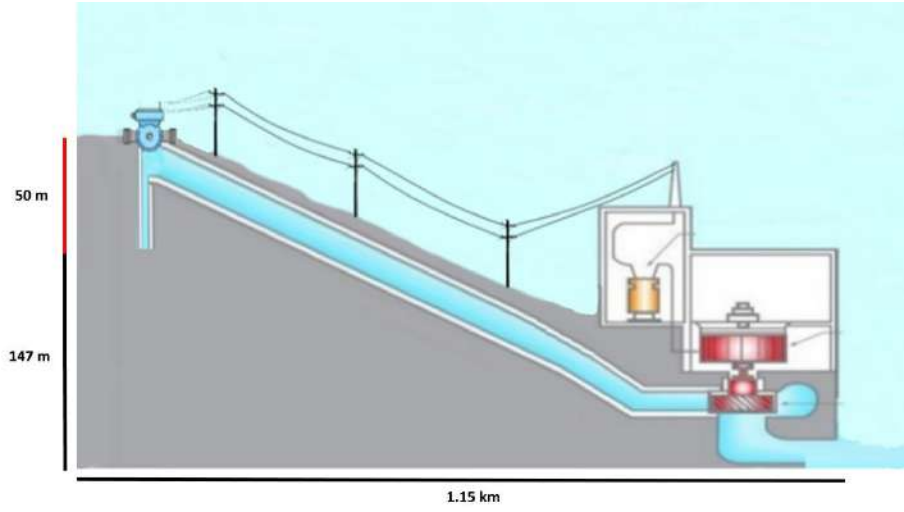
Şekil 5. Kaynak ve Yerleşim Yeri Arasındaki İsale Hattı (Google Earth, 2018)



Şekil 6. Kaynak ve Yerleşim Yeri Arasındaki Arazi Kesiti (Google Earth, 2018)

Şekil 7’de kurulacak sistemin sembolik boykesiti görülmektedir. Kuyulardaki alçaltılmış su seviyesi yerel kaynaklara göre yaklaşık 50 m kabul edilmiştir (daha da az olabilir). Böylece alçaltılmış yeraltı su seviyesi ile türbin yeri arasında yaklaşık 147m kot farkı olduğu kabul edilmiştir. Boru boyunca yerel ve Manning formülüne göre sürtünme kayıpları

hesaplandığında net düşü yüksekliği 170 m olarak tahmin edilmiştir. Bu değerler seçilen boru çapına göre değişiklik gösterebilir.



Şekil 7. Kuyu ve Santralin Şematik Gösterimi

Tablo 2. Pompaj için Yaklaşık Tüketim Miktarları

T	H	Q	γ	η	P <sub>pompa</sub>	t	E
-	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(kN/m <sup>3</sup> )	-	(kW)	(saat)	kWh
1 GÜN	50	0.1	9.81	0.85	57.71	24	1,384.94
1 AY	50	0.1	9.81	0.85	57.71	720	41,548.24
6 AY	50	0.1	9.81	0.85	57.71	4320	249,289.41
1 YIL	50	0.1	9.81	0.85	57.71	8640	498,578.82
3 YIL	50	0.1	9.81	0.85	57.71	25920	1,495,736.47
5 YIL	50	0.1	9.81	0.85	57.71	43200	2,492,894.12
10 YIL	50	0.1	9.81	0.85	57.71	86400	4,985,788.24

İhtiyaç debisi olarak  $Q=100$  l/s kabul edilmiş ve kuyulardan çekilecek debi için gerekli pompa gücü ve tüketimler farklı zaman dilimleri için Tablo 2’de verilmiştir. Kuyulardan temin edilen suyu bir yükleme havuzuna biriktirildikten sonra cazibeli isale hattıyla aşağıdaki yerleşim yerine iletilecektir. Buraya yerleştirilecek bir HES ile hem elektrik üretilecek hem de isale hattının sonundaki basınç kırılacaktır. İsale hattı boyunca basınçları kırmak istenirse Şekil 4’teki sisteme benzer olarak belirli aralıktaki mikro HES’ler yerleştirilebilir. Elde edilen enerji tekrar pompaların ihtiyacını karşılamak üzere yukarıdaki kuyulara iletilecektir. Böylelikle sistem dışarıdan enerji ihtiyacı olmadan çalışabilir hale gelecektir. İhtiyaç fazlası enerji ise şebekeye verilerek kazanç sağlanacaktır. Tablo 3’te isale hattına yerleştirilecek

türbinlerden elde edilen yaklaşık güç ve üretilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Tablo 4'te ise üretilen ve tüketilen enerji miktarları arasındaki farktan net kazançlar hesaplanmıştır. Buna göre böyle bir sistemin kendi kendini besledikten sonra yıllık kazancı yaklaşık 232 bin TL, 10 yılda ise yaklaşık 2.3 Milyon olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.** Türbinlerden Elde Edilen Yaklaşık Üretim Miktarları

T	H <sub>net</sub>	Q	γ	η	P <sub>türbin</sub>	t	E
-	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(kN/m <sup>3</sup> )	-	(kW)	(saat)	kWh
1 GÜN	170	0.1	9.81	0.85	141.75	24	3,402.11
1 AY	170	0.1	9.81	0.85	141.75	720	102,063.24
6 AY	170	0.1	9.81	0.85	141.75	4320	612,379.44
1 YIL	170	0.1	9.81	0.85	141.75	8640	1,224,758.88
3 YIL	170	0.1	9.81	0.85	141.75	25920	3,674,276.64
5 YIL	170	0.1	9.81	0.85	141.75	43200	6,123,794.40
10 YIL	170	0.1	9.81	0.85	141.75	86400	12,247,588.80

**Tablo 4.** Zamana Göre Kazanç Miktarları.

T	E (Üretilen)	E (Tüketilen)	Fark	BF	Kazanç
Zaman	(kWh)	(kWh)	(kwh)	(TL/kWh)	(TL)
1 GÜN	3,402.11	1,384.94	2,017.17	0.32	645.49
1 AY	102,063.24	41,548.24	60,515.00	0.32	19,364.80
6 AY	612,379.44	249,289.41	363,090.03	0.32	116,188.81
1 YIL	1,224,758.88	498,578.82	726,180.06	0.32	232,377.62
3 YIL	3,674,276.64	1,495,736.47	2,178,540.17	0.32	697,132.85
5 YIL	6,123,794.40	2,492,894.12	3,630,900.28	0.32	1,161,888.09
10 YIL	12,247,588.80	4,985,788.24	7,261,800.56	0.32	2,323,776.18

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltı suyu, özellikle kurak bölgelerde temiz ve bol içme ve sulama suyu elde edilebilen en önemli tatlı su kaynaklarından. Fakat elde edilmesi ve kullanılması zaman içinde önemli miktarda enerji tüketimi gerektirir. Bu çalışmada planlanan sistem sayesinde hem sistemin kendi enerjisi sağlanması hem de önemli miktarda kazanç elde edilmesi amaçlanmıştır. Sonuçlar 100 l/s lik debi için yıllık yaklaşık 232 bin, 10 yıllık 2.3 milyon TL kazanç getirmesi öngörülmüştür. Yeraltı kaynaklarının yeterli olması durumunda daha çok kuyu açılarak içme suyu ihtiyacı karşılandıktan sonra tarım alanlarının sulanması da yapılabilir. Bu durumda elde edilecek kazanç da daha fazla olacaktır. Diğer bir durum pompaj depolamalı HES'ler gibi gece ve gündüz işletme politikalarıyla daha fazla kar elde edilebilir. Bu durumda elektriğin ucuz olduğu gece saatlerinde pompa çalıştırılıp üst kotta depolama yapılır, pahalı olduğu



gündüz saatlerinde ise türbin çalıştırılarak işletilmesi daha uygun olacaktır. Projenin başarılı olması için jeolojik etütlerin yapılarak yeraltı suyunun seviye ve miktarının net olarak belirlenmesi gerekir.

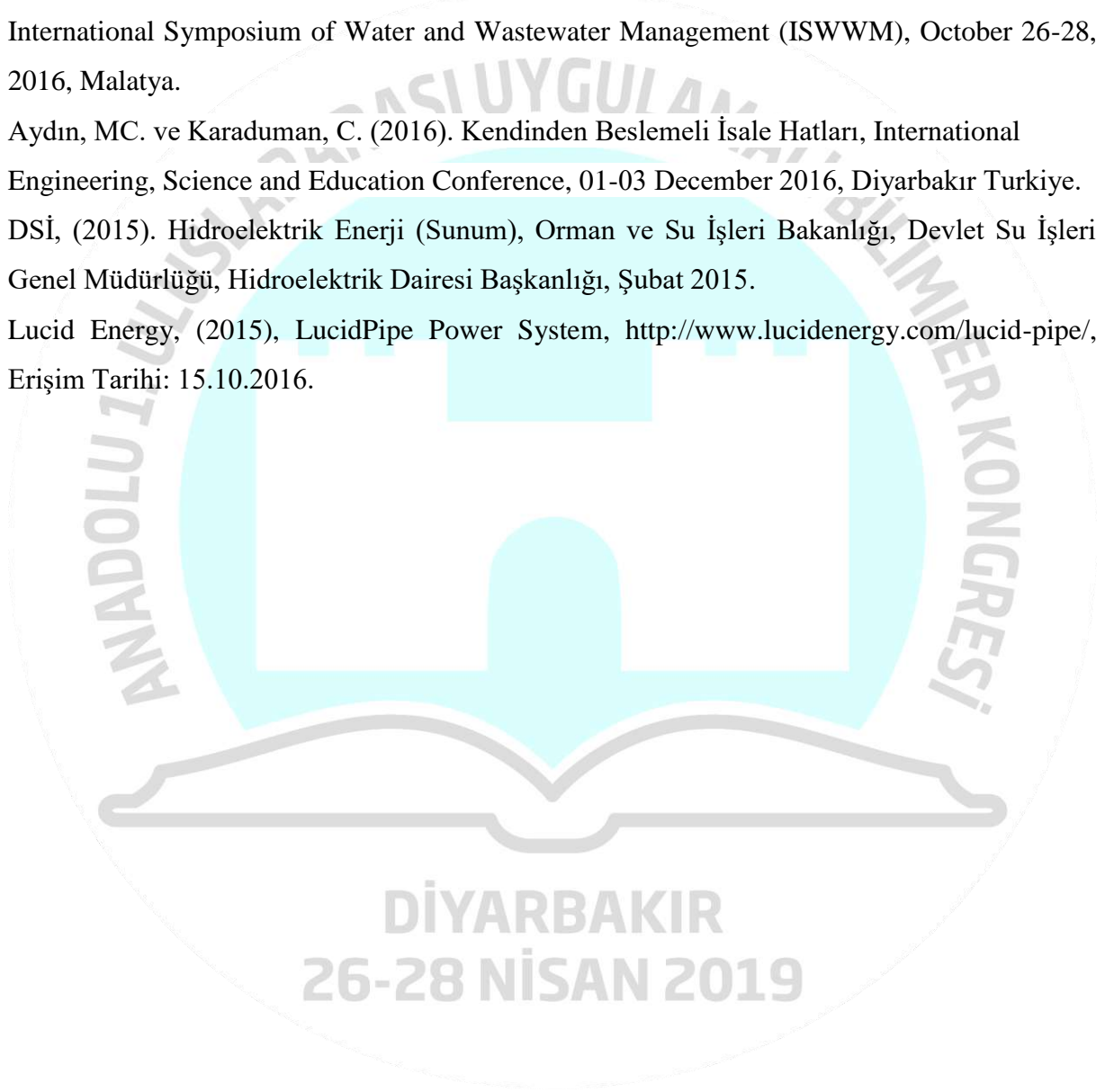
### KAYNAKLAR

Aydın, MC. (2016). Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller ve Örnek Bir Uygulaması, International Symposium of Water and Wastewater Management (ISWWM), October 26-28, 2016, Malatya.

Aydın, MC. ve Karaduman, C. (2016). Kendinden Beslemeli İsale Hatları, International Engineering, Science and Education Conference, 01-03 December 2016, Diyarbakır Türkiye.

DSİ, (2015). Hidroelektrik Enerji (Sunum), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Hidroelektrik Dairesi Başkanlığı, Şubat 2015.

Lucid Energy, (2015), LucidPipe Power System, <http://www.lucidenergy.com/lucid-pipe/>, Erişim Tarihi: 15.10.2016.



## YAN SAVAKLARDA SU YÜZÜ PROFİLLERİNİN FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMESİ

DETERMINATION OF WATER SURFACE PROFILES OVER SIDE WEIRS BY USING DIFFERENT METHODS

**Prof. Dr. M. Cihan Aydın**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Arş. Ali Emre Ulu**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Yan savaklar barajlar, sulama kanalları, şehir drenaj sistemleri gibi birçok sistemde, karşıdan alışlı savakların aksine, gelen fazla suları akım yönüne dik olarak deşarj eden hidrolik yapılardır. Genelde yer darlığı ve ekonomik sebeplerden bu yapıların savaklama verimlerinin artırılması önemlidir. Savaklama kapasitesini arttırmak için son yıllarda geleneksel dikdörtgen yan savakların yanında tek ve çok gözlü trapez yan savaklar da kullanılmaya başlamıştır. Karşıdan alışlı savaklardan farklı olarak yan savakların genişlikleri boyunca akım doğrultusunda su yüzü profili tedrici olarak değişmektedir. Bu nedenle, savaklama kapasitelerini hesaplamak için yan savaklar üzerindeki su yüzü profillerinin herhangi bir şekilde belirlenmesi gerekir. Bu çalışmada nehir rejimi akımlar için yan savaklar üzerindeki su yüzü profilini belirlemek için, deterministlik eğri uydurma ve yapay sinir ağları (YAS) olmak üzere iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Uygulanan tüm modeller çok iyi sonuç vermeye

**Anahtar Kelimeler:** Yan Savak, Su Yüzü Profilleri, Debi Katsayısı, HAD, Yapay Zekâ

### ABSTRACT

In many systems such as water and wastewater treatment plant, irrigation and urban sewage systems, the side weirs are basic hydraulic structures using to keep constant of water level and to discharge of flood flow, which divert the flow perpendicular to the main flow direction contrary to conventional weirs. In generally because of space restriction and economic reasons, the increasing efficiency of these weirs is very important. Recently, labyrinth side

weirs with one or more cycles have been introduced in the literature to enhance the side weir capacity. The water surface profiles along the side weir gradually changed differently from conventional frontal weirs. Therefore, the water surface profiles should be determined to calculate the discharge capacity of the side weirs any way. In this study, in order to determine of the water surface profile over the side weir for subcritical flow regime, two different approaches which are deterministic curve fitting and artificial neural network (ANN) methods were applied. The obtained results methods showed that the applied models presented good correlation, however the ANN model with five hidden layers gave best correlation among all used model.

**Keywords:** Side weir, Water Surface Profiles, Discharge Coefficient, CFD, Neural Network

## 1. GİRİŞ

Yan savaklar özellikle hidrolik ve çevre mühendisliği uygulamalarında çokça karşılaşılan basit ama faydalı hidrolik elemanlardır. Sulama, atık ve temiz su arıtma, kanalizasyon, su dağıtım şebekeleri gibi sistemlerde su almak, su seviyesini sabit tutmak, fazla suları tahliye etmek gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Özellikle sistemdeki yer darlığı nedeniyle yan savakların savaklama kapasiteleri ve verimleri önem arz eder. Bu tür savakların kapasitelerinin artırılması için son yıllarda farklı tiplerine literatürde yer verilmiştir. Bunlardan en dikkat çekenleri ten ve çok gözlü labirent yan savaklardır. Labirent savakların kret uzunluğunun artırılması nedeniyle aynı açıklıkta klasik savaklara göre çok daha fazla su deşarj edilebilmektedir. Fakat bu savaklarda labirent yan duvar açıkları küsüldükçe (yani savak burnu uzadıkça) ve nap yükü arttıkça gözler arasındaki nap girişimleri artacağından birim kret uzunluğu için savaklama verimi de düşmektedir. Labirent yan savaklarla ilgili son yıllarda Emiroğlu vd. (2010), Emiroğlu ve Kaya (2011), Borghei vd. (2011), Emiroğlu vd. (2014) tarafından kapsamlı deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Aydın ve Kayışlı (2016) iki gözlü bir labirent yan savağın savaklama kapasitesini belirlemek için ANFIS (Adaptive neuro fuzzy inference system) kullanmıştır. Aydın (2016) dikdörtgen yan savakların savaklama debilerini tespit etmek için nehir rejimi akımlar için su yüzü profiline uydurulan eğriler sayesinde yarı analitik bir yaklaşım sunmuştur. Aydın (2012) ve Aydın ve Emiroğlu (2013, 2016) üçgen ve labirent yan savakların karakteristiklerini belirlemek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) analizleri kullanmışlardır. Elde edilen sayısal analiz sonuçları deneysel sonuçlarla oldukça iyi göstermiş ve bu bakımdan sayısal model sonuçlarının güvenilirliklerini de test edilmiştir. Bu çalışmada deterministik regresyon analizi (eğri

uydurma) ve yapay zeka teknikleri uygulanarak nehir rejimi akımlar için labirent yan savaklar üzerinde oluşan su yüzü profillerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

## 2. YÖNTEM

Savaklama miktarının belirlenmesi savak üzerindeki su yüzünün yani nap yükünün bilinmesi gerekir. Karşıdan alışı savakların aksine yan savaklardaki su yüzü profili savak genişliği boyunca sabit değildir. Dolayısıyla bu savaklarda klasik savak formülü kullanılmaz. Bunun için su yüzü profilinin denkleminin belirlenmesi gerekir. Savak genişliğinin diferansiyel bir aralığı için debi formülü aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$q = -\frac{dQ}{dx} = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} [y - p]^{3/2} \quad (1)$$

Su yüzeyi ( $y$ ) değişken olduğundan yan savak genişliği boyunca sabit özgül enerji kabulüyle su yüzü profilinin diferansiyel denklemi aşağıdaki şekilde çıkarılabilmektedir.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{4 C_d \sqrt{(E - y)(y - p)^3}}{3 B (3y - 2E)} \quad (2)$$

Bu denklem De-Marchi (1934) tarafından aşağıdaki gibi çözülerek debi katsayısı aşağıdaki gibi verilmiştir.

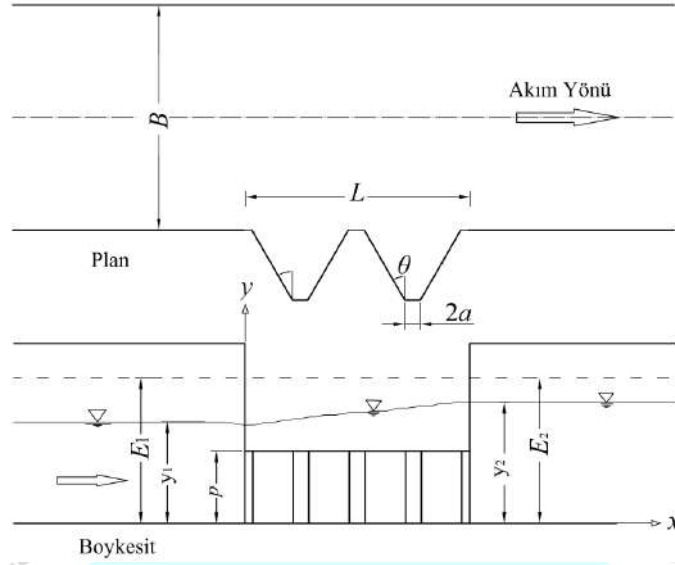
$$x = \frac{3B}{2C_d} \phi(y, E, p) + const \quad (3)$$

$$\phi(y, E, p) = \frac{2E - 3p}{E - p} \sqrt{\frac{E - y}{y - p}} - 3 \sin^{-1} \sqrt{\frac{E - y}{E - p}} \quad (4)$$

$$L = \frac{3}{2} \frac{B}{C_d} (\phi_2 - \phi_1) \quad (5)$$

Bu denklemlerdeki,  $Q$  ana kanal debisi,  $C_d$  savak katsayısı,  $x, y$  savak genişliği boyunca ana kanaldaki su yüzü yüksekliğinin koordinatları,  $E$  özgül enerji yüksekliği,  $p$  savak yüksekliği,  $B$  ana kanal genişliği,  $L$  savak genişliğidir,  $\phi$  De-Marchi katsayılarıdır.

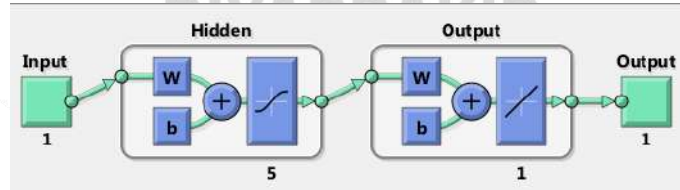




Şekil 1. Nehir rejimi akımlar için bir trapez yan savağın geometrik ve hidrolik parametreleri

Bu çalışmada su yüzü profillerini elde etmek için Matlab yazılımı kullanılarak iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birincisinde en küçük kareler yardımıyla farklı dereceden polinom eğrileri uydurulmuş ve en iyi uyum sağlayan polinom denklemi elde edilmiştir. İkinci yöntemde ise Yapay Sinir Ağları (YAS) kullanılarak su yüzü profilleri elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uydurulan polinom bağıntısı Denklem (6)'da, yapay sinir ağının fonksiyon şeması ise Şekil 2'de verilmiştir. Yapay sinir ağlarında öğrenme yöntemi olarak *Levenberg-Marquadt* yöntemi kullanılmıştır. Model olarak Şekil 1'deki trapez yan savağ için HAD analizlerinden (Emiroğlu ve Aydın, 2016) elde edilen bazı su yüzü koordinatları kullanılmıştır.

$$y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 \dots + a_nx^n \quad (6)$$

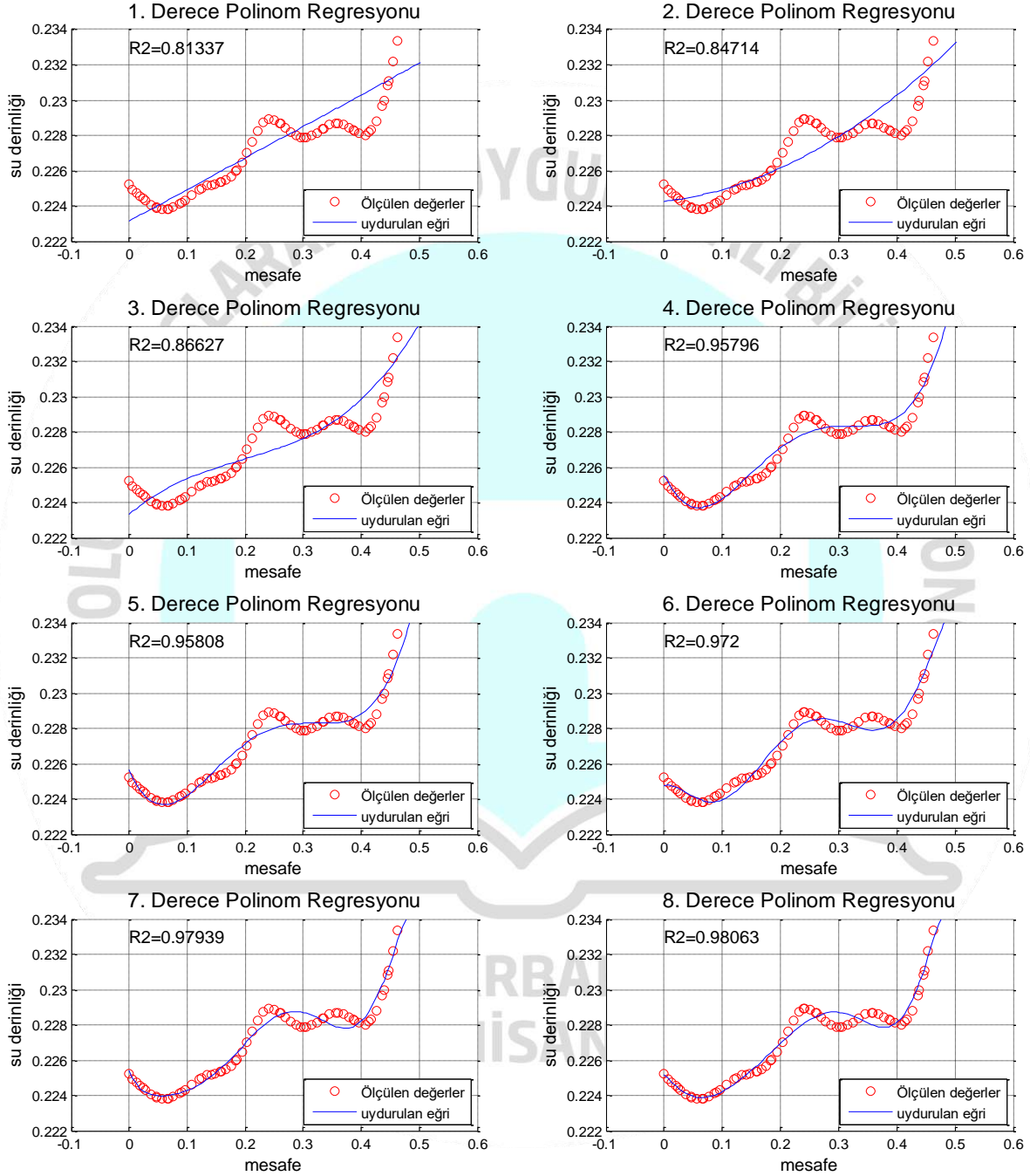


Şekil 2. Kullanılan 5 gizli katmanlı yapay sinir ağ şeması

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Farklı derecelerden polinom denklemleriyle uydurulan eğriler Şekil 3'te verilmiştir. Şekildeki grafiklerde 1. dereceden 8. dereceye kadar uydurulan eğrilere bakıldığında polinom derecesi arttıkça eğrinin uyumu da arttığı görülmektedir. Bununla birlikte 4. Dereceye kadar eğri uyumunun arttığı fakat sonra regresyon katsayısının çok da değişmediği görülmektedir.

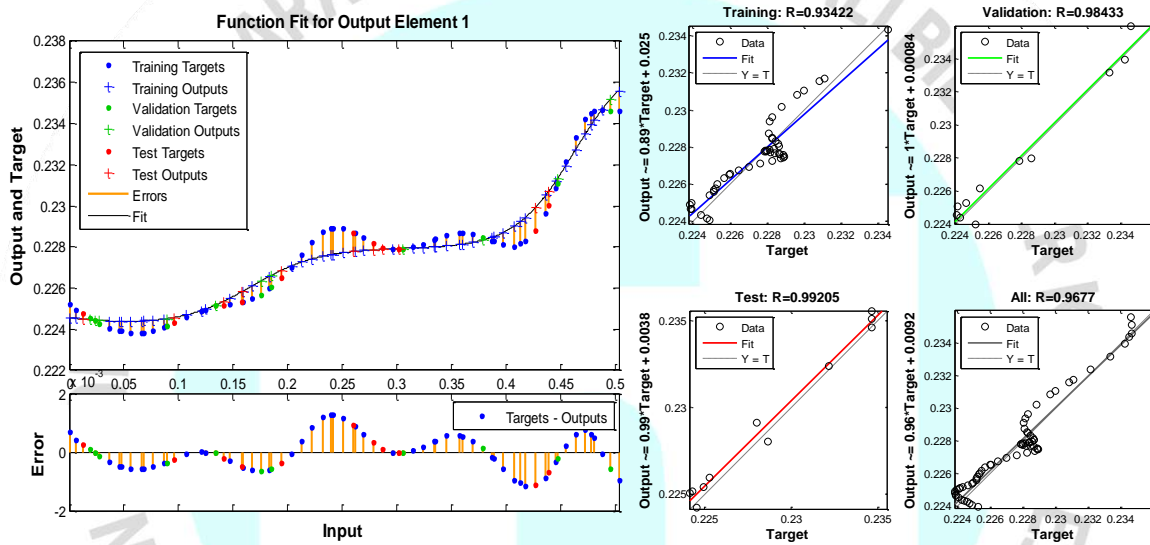
Labirent yan savak iki gözü nedeniyle eğride 3 noktadan dönüm olması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle polinom derecesinin en az 4. Derece olması gerektiği anlaşılmaktadır. 4. derece için elde edile regresyon katsayısı ( $R^2$ ) 0.96 oldukça iyi bir değerdir.



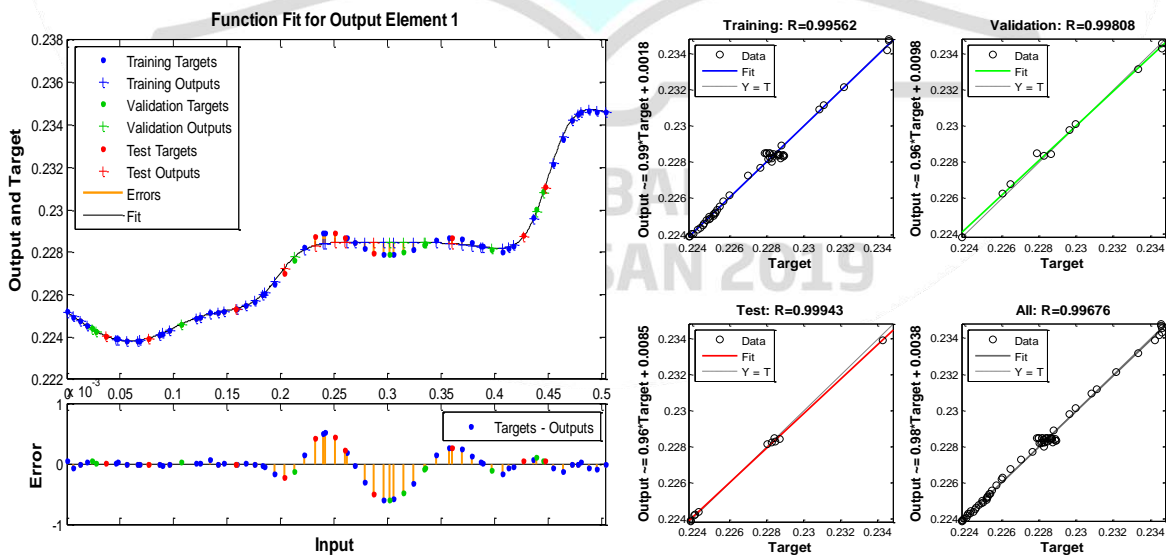
Şekil 3. Su yüzü profilleri için farklı derecelerden uydurulan polinom eğrileri

Toplamda 72 veri noktasına sahip aynı örnek kullanılarak yapay sinir ağı modelinde, verilerin %70'i (50 veri) öğrenme %15'i (11 veri) geçerlilik ve %15'i (11 veri) ise test için kullanılmıştır. İki farklı gizli katman sayısına göre elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve 5'te

verilmektedir. Şekil 4'teki modelde 3 gizli katman (Hidden Layer=HL) kullanırken, Şekil 5'te ise 5 gizli katman kullanılmıştır. Gizli katman sayısı 3 için öğrenme verilerine göre  $R^2=0.988$ , ortalama karesel hata (MSE)  $1.15 \times 10^{-7}$  iken HL=5'e çıkarıldığında  $R^2=0.996$  ve  $MSE=3.37 \times 10^{-8}$  olarak elde edilmiştir. Buna göre 5 gizli katmanlı model sonuçları daha iyi sonuç vermiştir. Bu modelin tüm verileri için  $R^2=0.996$  gibi çok yüksek bir regresyon katsayısı elde edilmiştir ki bu mükemmel bir uyum olduğunu göstermektedir. Şekil 4 ve 5'e bakıldığında hata oranları HL=3 için  $\pm\%2$  aralığında iken HL=5 için bu oran  $\pm\%1$ 'e düşürülmüştür.



Şekil 4. Yapay Sinir Ağları model sonuçları (HL=3)



Şekil 5. Yapay Sinir Ağları model sonuçları (HL=5)

#### 4. SONUÇ

Su yüzey profili sabit olmayan yan savakların savaklama kapasitelerinin tespiti için su yüzeyinin alacağı profil şeklinin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada yan savak üzerindeki örnek bir veri grubuna iki farklı metot uygulanarak su yüzü profilinin belirlenmesine çalışılmıştır. Eğri uydurma yöntemin için 6 farklı model, yapay sinir ağları için ise 2 farklı model kullanılmıştır. Uygulanan tüm bu modeller içerisinde en iyi sonucu 5 gizli katmanlı yapay sinir ağı vermiştir. Daha fazla değişkene göre su yüzü profillerinin alacağı şekiller bu yöntemlerden biriyle belirlendikten sonra, elde edilen bu su yüzü profillerinin, diferansiyel bir parçası için klasik dolusavak formülü uygulanarak yapılacak sayısal integrasyon sonucu savaklama kapasitesi doğru bir şekilde hesaplanabilir. Savaklanacak toplam debi Aydın (2016) tarafından, aşağıdaki iki formülasyonunun toplamı şeklinde tanımlanmıştır.

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{2}{3} \sqrt{2g} h_{s1}^{3/2} L + \frac{2}{3} \sqrt{2g} \int_{x=0}^L [f(x)]^{3/2} dx \quad (7)$$

Buradaki  $f(x)$  memba su kotundan itibaren yan savak üzerindeki su yüzü profilinin denklemi,  $h_{s1}$  ise yan savak memba kenarındaki nap yüküdür.

#### KAYNAKLAR

- Aydın M.C., Emirğlu, M.E. (2013). Determination of capacity of labyrinth side weir by CFD. Flow Measurement and Instrumentation 29 (2016) 1–8.
- Aydın M.C., Emirğlu, M.E. (2016). Numerical analysis of subcritical flow over two-cycle trapezoidal labyrinth side weir. Flow Measurement and Instrumentation 48 (2016) 20–28.
- Aydın, M.C. (2012). CFD simulation of free-surface flow over triangular labyrinth side weir. Advances in Engineering Software 45 (2012) 159–166.
- Aydın, M.C. (2016). New Approach for Estimation of Rectangular Side Weirs Discharge in Subcritical Flow. J. Irrig. Drain Eng. 142(5):1-6.
- Aydın, M.C., Kayışlı, K. (2016). Prediction of Discharge Capacity over Two-Cycle Labyrinth Side Weir Using ANFIS, J. Irrig. Drain Eng., 2016, 142(5): 1-5.



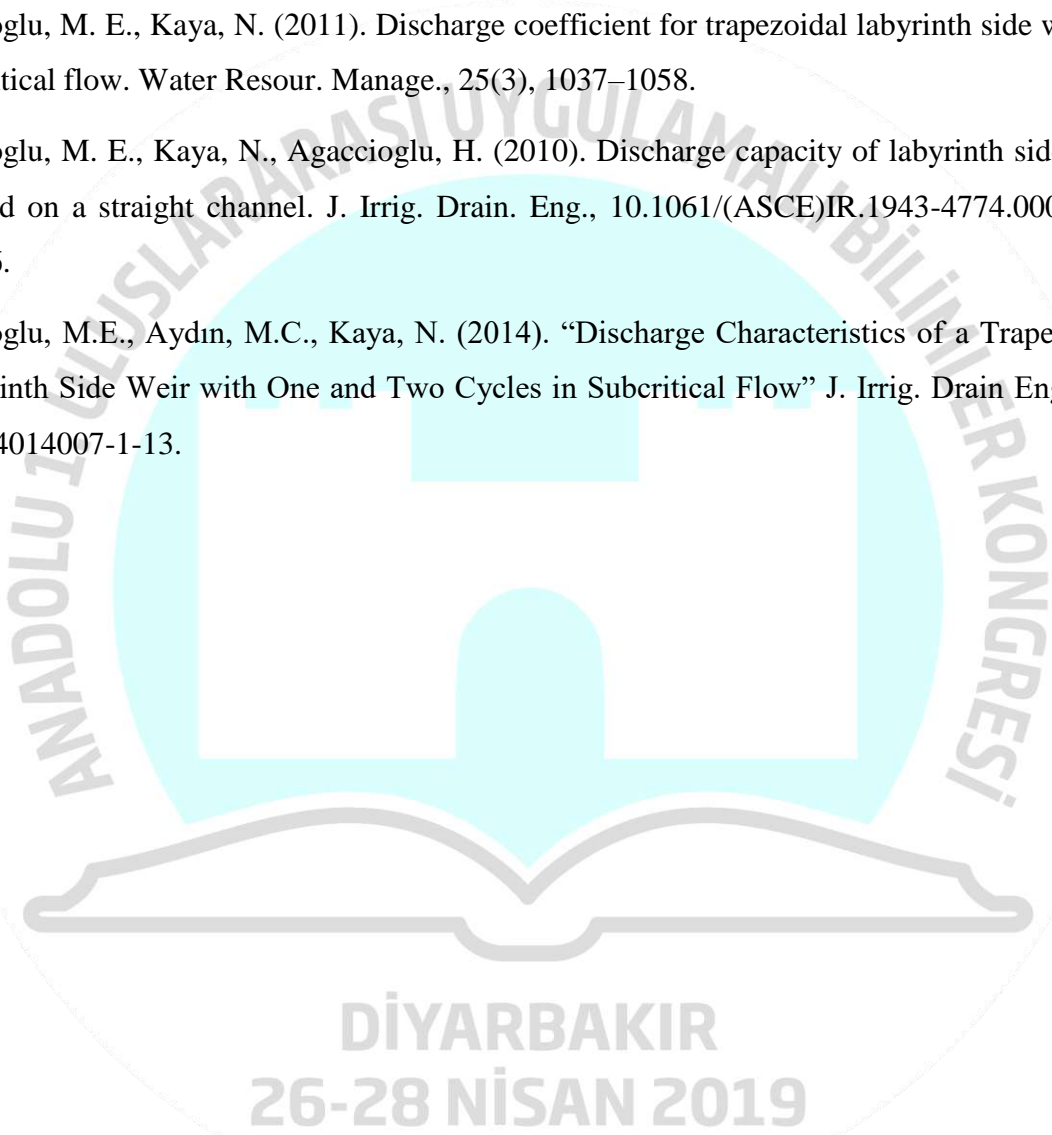
Borghei, S. M., Jalili, M. R., Ghodsian, M. (1999). Discharge coefficient for sharp-crested side weir in subcritical flow. *J. Hydraul. Eng.*, 10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:10(1051), 1051–1056.

De Marchi G (1934). Saggio di teoria de funzionamento degli stramazzi letarali. *L'Energia Elettrica*, Rome, Italy, 11(11): 849-860.

Emiroglu, M. E., Kaya, N. (2011). Discharge coefficient for trapezoidal labyrinth side weir in subcritical flow. *Water Resour. Manage.*, 25(3), 1037–1058.

Emiroglu, M. E., Kaya, N., Agaccioglu, H. (2010). Discharge capacity of labyrinth side weir located on a straight channel. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000112, 37–46.

Emiroglu, M.E., Aydın, M.C., Kaya, N. (2014). “Discharge Characteristics of a Trapezoidal Labyrinth Side Weir with One and Two Cycles in Subcritical Flow” *J. Irrig. Drain Eng.* 140 (5): 04014007-1-13.



## OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN KİNEMATİK MODELİ KINEMATIC MODEL OF AUTONOMOUS DIFFERENTIAL DRIVE MOBILE ROBOT

**Gürkan Gürgüze**

Fırat Üniversitesi

**Prof. Dr. İbrahim Türkoğlu**

Fırat Üniversitesi

### ÖZET

Sabit endüstriyel hatlarda kullanılmaya başlanmasından günümüze robotlar, mobil hareket özelliği kazanmasıyla birçok alanda geliştirilmeye ve görülmeye başlamıştır. Hareket kısıtları azaltıldııkça çalışma kabiliyetleri de her geçen gün artmakta. Uygulama sahalarının artması da geliştirilecek olan mobil robotların daha çok sorunla karşı karşıya kalması anlamına gelmektedir. Bu anlamda mobil robotlar üzerine yoğun çalışmalar başlamıştır. Özellikle robotların kendi kendilerine hareket edebilme, karar verme kabiliyetlerine sahip olması istenmektedir. Yürüme ve tekerlekli sürüşlü mobil robotlar çalışmalarda önemli yer tutmaktadır. Robotların tekerleklerle mekanik yapılarının kontrolünün yürüme olayına göre kolaylığı bu alandaki çalışmaları daha da arttırmıştır. Tekerlekli robotlarda ise yanal kaymanın olmadığı sürüş kolaylığı nedeniyle iki tekerlekli diferansiyel olarak adlandırılan robotlar yaygın olarak kullanılmıştır. Diferansiyel sürüşlü mobil robotların kullanıldığı alanlarda istenilen yörüngede, pozisyon kaymalarına neden olmadan en doğru hareket kabiliyetine sahip olması beklenmektedir. Robotların istenilen hareketleri yapabilmesi için konum bilgilerini bilmesi gerekmektedir. Robotlar hareketlerini kendi yerel koordinatlarında genel koordinat bilgisi dâhilinde gerçekleştirirler. Yani verilen yol bilgileri genel koordinat ile ifade edilir, ancak robot hareketini kendi yerel koordinatına göre gerçekleştirir. Kinematik analiz bu noktada robotun genel ve yerel koordinat bilgilerini elde etmemizde önemli bir yer tutar. Robotun sürekli hareket sırasında koordinat bilgisinin doğru alınması ve doğru hedef koordinatların kontrol edilmesi de gerekmektedir. Bu nedenle çeşitli yol planlama ve yörünge kontrol algoritmaları geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmaların doğru yapılandırılması için sistemin hareket ve mekanik davranışının anlaşılması ve modellenmesi gerekmektedir.

Kinematik modelleme olarak ifade edilen bu sistem ile robotun hareket mantığının, ortamının ve kendi yerel koordinatının, yöneliminin, hedef koordinatın, ilerleme hızının ve hedef uzaklığının bilinmesi sağlanmaktadır. Bu makalede diferansiyel sürürlü bir mobil robotun planlanan bir yol üzerinde hız kontrollü kinematik modelinin nasıl oluşturulacağı üzerinde durulmuş ve Matlab/Simulink ile gösterimi ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Diferansiyel robotlar, kinematik analiz, otonom mobil robotlar, PID kontrol.

### ABSTRACT

Since the beginning of being used in fixed industrial lines, robots have started to be developed and seen in many fields with the mobile movement feature. As their movement constraints are reduced, their ability to work increases day by day. The increase in the fields of application means that the mobile robots that will be developed face more problems. In this sense, intensive work on mobile robots has started. In particular, the robots have the ability to move and decide on their own. Mobile robots with walking and wheeled driving play an important role in the work. The ease of control of the mechanical structures of the robots with the wheels is further increased in this area. In the case of wheeled robots, two-wheel differential robots are widely used due to the ease of driving without lateral shift. It is expected that mobile robots with differential driving will have the most accurate movement capability in the desired orbit without causing position shifts. Robots need to know the location information to make the desired movements. The robots perform their movements in their local coordinates with their general coordinate knowledge. That is, the given path information is expressed by the general coordinate, but the robot performs its motion according to its local coordinate. Kinematic analysis has an important place in obtaining the general and local coordinate information of the robot at this point. Of course it is also necessary to get the coordinate information correct during the continuous movement of the robot and to check the correct target coordinates. Therefore, various path planning and trajectory control algorithms have been developed. The correct configuration of the developed algorithms requires understanding and modeling of the movement and mechanical behavior of the system.

With this system, which is expressed as kinematic modeling, it is ensured that the movement logic, environment and its local coordinate, orientation, target coordinate, feed speed and target distance are known. In this article, how to create a speed controlled kinematic model of

a mobile robot with differential driving on a planned route and its representation with Matlab / Simulink is shown.

**Keywords:** Differential robots, kinematic analysis, autonomous mobile robot, PID control.

## 1. GİRİŞ

20.yy'da elektronik ve makineleşmedeki gelişmelerin tarihte var olan insana yardımcı makineleri geliştirilme fikri ve çalışmaları sanayi devrimiyle birlikte hız kazanmış, daha sonra robot olarak adlandırılan sistemler olarak günümüze kadar yoğun bir yer tutmuştur. Gelişmeler öyle bir safhaya ulaşmıştır ki insan gibi düşünen ve karar verebilen, hareket kabiliyeti yüksek her alana taşınabilen, adapte edilebilen sistemler halini almıştır[1]. Özellikle robotların zamanla mobil hareket özelliği kazanması uygulama alanlarının genişlemesini sağlamıştır. Bu gelişme robotların gerçek dünyada insan ve çevre ile etkileşimine göre birçok sorunun gün yüzüne çıkmasına neden olmuş, hem yapısal anlamda hem de uygulama alanlarının gereksinimlerine yönelik yeniliklerin yapılmasını gerekli hale getirmiştir[2]. Kendi kendilerine karar verebilen, işlemler yürütebilen, kontrol birimlerine sahip otonom mobil robotların var olabilmesi, insanların zor ve tehlikeli işlerinde, askeri alanlarda, güvenlik ortamlarında, uzay çalışmalarında, kurtarma faaliyetlerinde çeşitli uygulama sahası bulmuştur. Aslında başlangıçta insana benzer yürüme faaliyeti gerçekleştiren yapılar üzerinde durulmuşsa da bu sistemlerin mobil özellik kazanmasının zorluğu her alanda kullanılamaması tekerlekli sistemlere yönelimi arttırmıştır [3].

Tekerlekli mobil robotlarda ise yapısal olarak tasarım, hareket planlama ve kontrol sorunu ortaya çıkmıştır. Mobil robotların hareketi gerçekleştirirken yanal kayma göstermesi, istenilen pozisyonu çevre faktörleriyle koruyamaması bu alanda iki tekerlekli diferansiyel robotların geliştirilmesini ve yaygın kullanımını getirmiştir[4].

Diferansiyel robotlar iki arka motor, önde denge unsuru oluşturacak serbest tekerlekten oluşan bir yapıya sahiptir. Bu yapı sayesinde yanal kayma olmadan yuvarlanma sorununu ortadan kaldırılmış hareket gerçekleştirilmektedir. İki motor bağımsız olarak kontrol edilerek sistem çalıştırılmaktadır. Mobil robotun nasıl sürüş gerçekleştirildiğinin yanı sıra istenilen hareket planının yapılabilmesi için bulunduğu ortamdaki konumunun ve yöneliminin de bilinmesi gerekmektedir. Otonom mobil robotlarda verilen yörüngeyi takip için hangi noktada olduğu bilinmezse nereye hareket edeceği, bir sonraki hareketi ve yönelimi, yönelim hızı elde edilemez. İşte kinematik model bu noktada yol planlamaya göre hareketin bu tüm unsurlarını



ortaya koymamızı sağlamaktadır. Bu noktada sistemin doğru hareketin yapılabilmesi için mekanik sisteminin yani sistemin kinematığının nasıl olduğunun iyi bilinmesi gerekmektedir.

Kinematik modelleme, mobil robotun sürüş mantığını, motorların kullanımını, ortamın ve kendi yerel koordinatını, ilerleme hızını, hedefe uzaklığını, yönelim açısını ortaya koymaktadır. Kinematığın hangi yapılarla adapte olarak nasıl bir hareket modeli oluşturduğunu, hız ve pozisyon kontrolünün nasıl yapıldığının anlaşılması istenilen pozda, en az hatayla hareketi sağlayacaktır[5].

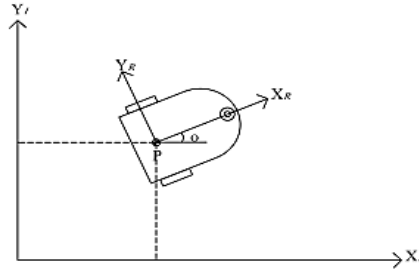
Bu makalede diferansiyel sürürlü bir mobil robotun hareket modeli, kinematik modeli, hız kontrolü ve mobil robot hareket sisteminin nasıl oluşturulacağı üzerinde durulmuş ve Matlab/Simulink ile gösterimi ortaya konulmuştur.

## 2. MOBİL ROBOTUN MEKANİK YAPISI VE HAREKET MODELİ

Daha öncede bahsettiğimiz gibi iki tekerlekli mobil robotlara diferansiyel mobil robotlar denilmektedir. Bu mobil robotlarda arkada tahrik için iki tane DC motor, önde ise sistemin dengesi için rastgele hareket ve yönelim sağlayan serbest tekerlek bulunmaktadır.

Mobil robotun tasarımı sırasında dikkat edilmesi gereken ağırlık merkezinin iki motorun dönme eksenin ortasında olmasını sağlamaktır. Eğer dönme eksenin dışında bir yerde olursa (kaçıklık) hareket için gerekli hesaplama ağırlık merkezinin doğrusal ve açısal hızı, ataleti gibi faktörleri de eklememiz gerekir ki bu da sistemin karmaşıklaşmasını sağlar. Ağırlık merkezi dönme ekseninden kaçık ise; kaçıklık yönüne göre ya ters tarafa ağırlık eklenir ya da aynı tarafta delik delinir. Böylece sistemin dengesi sağlanmış ve ağırlık merkezi dönme eksenine taşınmış olur[6]. Tekerleklerin dönme ekseninin ortasındaki ağırlık merkezine göre uzaklığı  $L$ , tekerleklerin yarıçapı  $r$ 'dir.

Mobil robot hareket pozisyonunu bulunduğu çevre ve kendi koordinat düzlemi üzerinde gerçekleştirir. Genelde çevre koordinatlara atalet (Inertia) koordinatları, kendi koordinatlarına ise robot koordinatları denilir. Robot pozisyonu  $P[x, y, \theta]$ , atalet koordinatı  $\{X_I, Y_I\}$ , robot koordinatı ise  $\{X_R, Y_R\}$  olarak ifade edilebilir. Yol planlamalarında güzergâhlar genelde atalet koordinatlarında verilir, ancak robotlar hareketlerini kendi koordinatlarına göre kısıtlarıyla gerçekleştirir.



Şekil 1. Mobil robot hareket eksenleri ve koordinatları[6].

Robot koordinatının atalet koordinata olan yönelim açısı  $\theta$ 'dır. Bu nedenle iki koordinat arasında dönüşümün yapılması gerekir. Aşağıda iki koordinat düzlemi arasındaki dönüşüm matrisi gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}\dot{X}_R &= R(\theta)\dot{X}_I \\ &= R(\theta)[\dot{x}_r \quad \dot{y}_r \quad \dot{\theta}_r]^T\end{aligned}$$

Ve

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robotun kayma gerçekleştirilmeden hareketi kısıtlarıyla gerçekleştirilir.

$$\dot{x} \sin \theta - \dot{y} \cos \theta = 0$$

Mobil robotun ileri, geri ilerlemesi ve dönüşleri motorlardaki doğrusal hızlara bağlı olarak gerçekleştirilir. Şekil1'de görüldüğü gibi sağ tekerlek için doğrusal hız  $V_R$ , sol teker için  $V_L$ 'dir.  $V_R$  ve  $V_L$  'ye göre hareket:

- $V_R = V_L$  ise hareket ileri veya geri yönde dönüş gerçekleşmeden gerçekleşir
- $V_R < V_L$  sol tekerlek daha hızlı olduğu için sola dönüşlü bir ilerleme hareketi oluşur. Eğer  $V_R = 0, V_L \neq 0$  ise sürekli sola dönüşlü dairesel bir hareket gerçekleşir
- $V_R > V_L$  sağ tekerlek daha hızlı olduğu için sağa dönüşlü bir ilerleme hareketi oluşur. Eğer  $V_L = 0, V_R \neq 0$  ise sürekli sağa dönüşlü dairesel bir hareket gerçekleşir.
- $V_R = -V_L$  durumunda ise ters yönlü eşit motor hızlarından dolayı mobil robotun durması gerçekleşir[7].

### 3. MOBİL ROBOTUN KİNEMATİK MODELİ

Mobil robotların kinematik modeli oluşturulurken sistemin parametreleri bağlı olan motorların bağımsız çalışmasına ve kontrolüne göre gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle motorların hız parametreleri dikkate alınarak mobil robotun hareketini sağlayacak doğrusal ( $V$ ) ve açısal hızı ( $w$ ) ile yönelim açısı ( $\theta$ ) hesaplanabilir.

Sağ motorun doğrusal hızı  $V_R$ , sol motorun doğrusal hızı  $V_L$ , sağ motorun açısal hızı  $w_R$ , sol motorun açısal hızı  $w_L$  dir. Sistemde  $r$  özdeş tekerleklerin yarıçapıdır. Burada;  $V_R=r \cdot w_R$  ve  $V_L=r \cdot w_L$  dir. Normalde mobil robotun hareketi için gerekli bileşke hız  $V = V_R + V_L$  şeklinde olmalı. Ancak ağırlık merkezi ve aynı zamanda mobil robotun koordinat merkezi tekerleklerin dönme eksenin tam ortasında olduğundan dolayı her motorun yarı hızları sistemin hareketi için yeterli olacaktır. Yani,  $V_L = 0$  iken  $V_R = (1/2) r \cdot w_R$  ile P noktası etrafında mobil robotun ilerlemesi sağlanacaktır. Hareket sırasında mobil robotun  $V$  hızı yanal hareketin olmaması nedeniyle  $y$  ekseninde bir hız oluşturmaz  $V_y = 0$  olur ve  $V = V_x$  olarak da ifade edilebilir.

Böylece  $V$  mobil robot ilerleme hızı aşağıdaki şekilde olur.

$$V = V_x = \frac{(V_R + V_L)}{2} = \frac{(r \cdot w_R + r \cdot w_L)}{2}, V_y = 0$$

Robotun açısal hızı  $w$  aynı zamanda robot eksenine atalet eksenini arasındaki açı  $w = \dot{\theta}$  demektir. Bu açısal hız  $w$  doğrusal hız gibi P noktasındaki bileşke açısal hızdır. Mobil robotun dönmesi tekerleklerin  $l$  uzaklıktaki P noktasındadır. Sadece bir motor hızlandırıldığı zaman P noktası merkezli yarım daire bir dönüş hareketi gerçekleştiği gözlenir. Bu yarım daireye göre her bir motorun P noktasına göre açısal hızı, motorların tahriki için kullanılan doğrusal hızların  $l$ 'ye oranıyla bulunur. Ancak eksenlerde dönme saat yönünün tersine olduğunda pozitif (+), aynı yönde olduğunda da negatif (-) olarak alınmaktadır. Böylece; sağ tekerin P noktasına göre dönmesi saat yönünün tersine olduğundan  $\frac{r \cdot w_R}{l}$ , sol tekerin ise saat yönünde olduğundan  $-\frac{r \cdot w_L}{l}$  olur.

$$w = \frac{(V_R - V_L)}{l} = \frac{(r \cdot w_R - r \cdot w_L)}{l}$$

Elde edilen bu doğrusal hız ve açısal hıza göre konum ve yönelim artık gerçekleştirilebilir. Mobil robot  $V$  doğrusal hızıyla ilerlerken atalet eksenine  $\theta$  kadar açı oluşturacak şekilde hareket eder. Bu nedenle  $x$  ve  $y$  eksenlerindeki ortak hareketleri için gerekli olan  $V$  hızı  $\theta$

açısına göre her eksen için tekrar elde edilmeli. Böylece atalet eksenindeki  $x$ ,  $y$  ve  $\theta$  değişimleri ile yeni koordinatlar elde edilebilir.

$$\dot{x} = v \cdot \cos \theta$$

$$\dot{y} = v \cdot \sin \theta$$

$$\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = w$$

Artık mobil robotun her hareketinde doğrusal hızı ve açısal hızına bağlı olarak zamana göre açısal farklar dikkate alınarak devamlı ilk konuma göre yeni koordinat hesabı yapılabilir. Zamana bağlı olarak hareketteki değişimleri dikkate alarak matris formunda atalet eksenindeki hareket:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{\theta}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta(t) & 0 \\ \sin \theta(t) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v(t) \\ w(t) \end{bmatrix}$$

İle ifade edilebilir.

Matris formundaki  $\cos \theta(t)$  şeklindeki ifade ile her hareket sırasındaki değişimler  $\theta$  kadar dönmenin bulunduğu noktadan sonra bir sonraki dönme  $\alpha$  kadar olursa yeni koordinat hesaplarında pozitif veya negatif dönmeye göre yeni dönme açısı miktarı  $\beta = \alpha - \theta$  şeklinde alınır ve  $\cos \theta(t) = \cos(\alpha - \theta) = \cos \beta$  olur.

İlk konum  $(x_1, y_1)$  ile ikinci konum  $(x_2, y_2)$  arasındaki mesafede geometrik analiz ile:

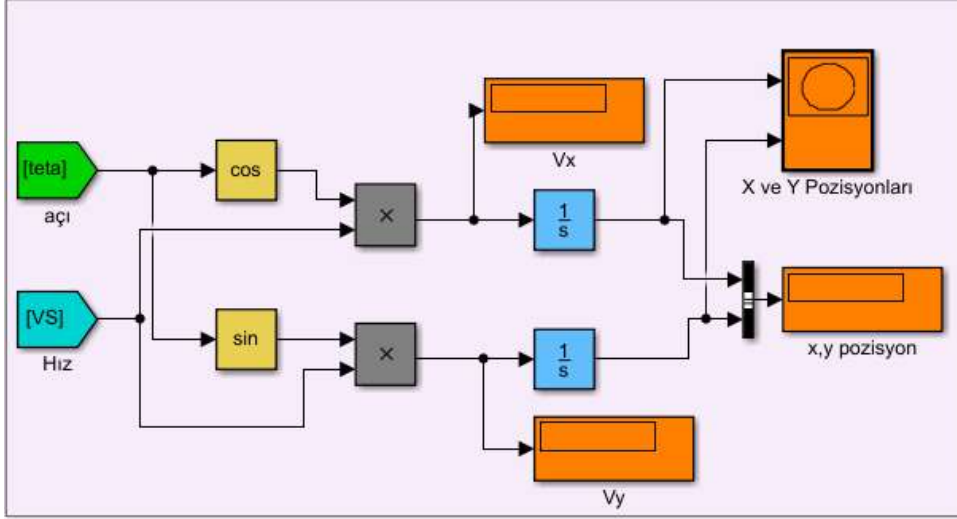
$$f = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \text{ ile elde edilebilir [7,8].}$$

Kinematik analizin genel matris formu:

$$\dot{q}^I \begin{bmatrix} \dot{x}^I \\ \dot{y}^I \\ \dot{\theta}^I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{r}{2} \cos \theta & \frac{r}{2} \cos \theta \\ \frac{r}{2} \sin \theta & \frac{r}{2} \sin \theta \\ \frac{r}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_r \\ \omega_l \end{bmatrix}$$

Kinematik analizin Matlab/Simulink şekli aşağıdaki gibidir.





Şekil 2. Robotun açı ve lineer hızına bağlı olarak pozisyon, hız kinematik analizi.

### PID KONTROL YAPISI

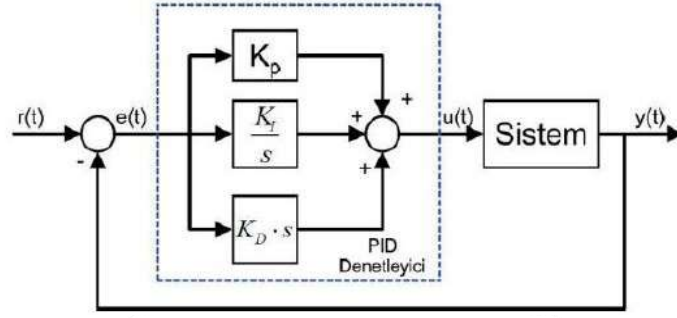
Mobil robotların yol planlamalarına göre hareketi kontrollü gerçekleştirilmelidir. Aksi durumda istenilen şekilde ve konumlarda hareket gerçekleştirilemez. Kontrol işi genellikle motorların hızlarının kontrol edilmesine bağlı olarak gerçekleştirilir. Kinematik analiz ile hıza bağlı olarak yeni koordinatlar elde edilir ve istenilen ile karşılaştırılarak doğru bir ilerleme olup olmadığı tespit edilir ki bu duruma literatürde pozisyon kontrolü denilir. Doğru ilerleme için iyi hız kontrolü gerekli olduğu görülmektedir. Bu anlamda genellikle PID, Fuzzy- PID, görüntü tabanlı vb. yöntemler mevcuttur. En yaygın kullanılanı, optimum kazanç parametreleri ayarlandığında kolaylığı ve etkinliğinin yüksek olması nedeniyle PID kontrolördür.

PID parametreleri genellikle manuel olarak ayarlanır. Ancak bu durum sistemin gerçek kararlılığını sağlayacak ölçüde olmayabilir. Bunun için çeşitli yöntemler mevcuttur.

PID kontrolör  $K_p$ ,  $K_d$  ve  $K_i$  kazanç değerlerinden oluşan bir kontrol cihazıdır.  $K_p$  var olan hataya,  $K_d$  sonraki hataların durumuna ve  $K_i$  ise geçmiş hataların birikimine bağlı olarak çalışır.

Formülü;

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t d(\tau) d(\tau) + K_d \frac{d(e)}{dt}$$



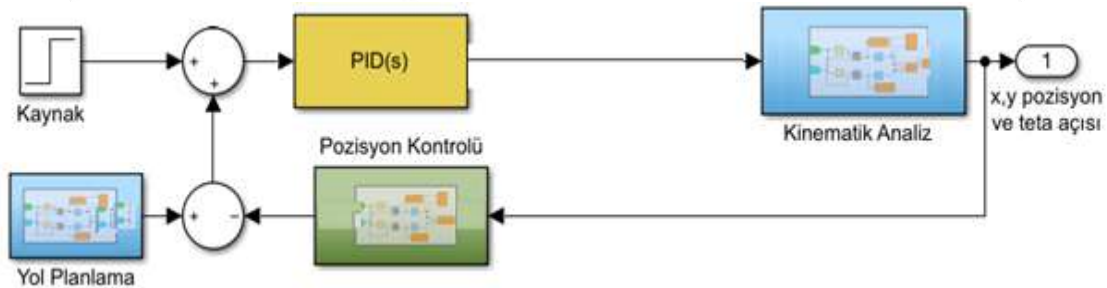
Şekil 3. PID kontrolör Simulink modeli [9].

Formülde de görüldüğü gibi  $K_p$  oransal,  $K_d$  türev ve  $K_i$  ise integral kazancıdır. Matlab/Simulink modeli aşağıdaki gibidir. Bu şekilde kinematik analiz ve dc motor modeline bağlanarak sistemin kararlı hız kontrollü çalışması sağlanır[9].

#### 4. KİNEMATİK MODEL TABANLI MOBİL ROBOT SİSTEM

Bir mobil robotun kinematik model tabanlı PID hız kontrollü istenilen yol planında gitmesi için nasıl bir Matlab/Simulink modeli oluşturulması gerektiği aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Eğer mobil robotunuzu gerçek ortamda oluşturup bilgisayar ile kontrol gerekli ise bilgisayarda mobil robotun temsili modeli oluşturulmadan şekil 4 de gösterildiği gibi doğrudan kinematik model tabanlı sistem kurulabilir.

Eğer mobil robotunuzu bilgisayar ortamında sanal ortamda birebir modelleyip onun üzerinde çalışmalar gerçekleştirecekseniz o zaman motorların ve mobil robotun dinamik modelini de oluşturmalısınız. Böylece gerçekte dünyadaki uygulamalardaki sistem için gereksiz, bozucu çevre faktörleri ortadan kaldırılmış olur.



Şekil 4. Diferansiyel mobil robot için kinematik model tabanlı robot sistemi

Kinematik model için şekil 4 de görüldüğü gibi sistemin giriş gerilimi ve sistemin istenilen cevap için ürettiği geri besleme gerilimi PID kontrolöre bağlanarak hata miktarı elde

edilir. PID kazançlarına bağlı olarak sistemin hata cevabına göre bir kararlılık göstermesi sağlanır.

PID ile istenilen hız miktarı sisteme giriş parametresi olarak verilerek ve açısal hızı hesaplanarak sistemin x,y koordinatları ve  $\theta$  dönme miktarı hesaplanır. Hıza bağlı olarak elde edilen koordinatlar odometri, kalman filtresi vb. gibi algoritmalarla hangi oranda hata gerçekleştirildiği yazılımsal ölçümlerle tahmin edilir. Buna göre daha sonra hata gerilimi geri besleme olarak sisteme tekrar gönderilir.

Bu döngü ile önceden verilmiş olan yol planı doğru pozisyonlarda kalınarak en az hatayla gerçekleştirilmeye çalışılır.

## 5. SONUÇ

Mobil robotlarda hareket planlama önemli bir problemdir. Özellikle hareketin kararlı istenildiği gibi yapılabilmesi zor bir çalışmadır. Mobil robotların hareketi nasıl gerçekleştirdiği kararlı hareket için geliştirilen yol planlama ve pozisyon algoritmalarında temel bir konudur. Robotun hareket sırasında nerede olduğunu, nereye gittiğini bilmesi gerekir. Kinematik analiz robotun hareket mekanizmasını, hareketine göre kendi konumunu, hedef konumunu ortaya koymaktadır. Alınan verilere göre artık sistemin hız veya pozisyon kontrolü yapılabilir. Kinematik analiz tüm çalışmalarda hareketi temsil eden temel bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] L. Rozo, S. Calinon, D. G. Caldwell, ve P. Jim, Learning Physical Collaborative Robot Behaviors From Human Demonstrations, c. 32, sayı 3, ss. 513–527, 2016.
- [2] Kara M.Oğul Robotlari Yön Bulma Problemi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2016
- [3] Çayırpunar Ö., Çoklu Robot Sistemlerinde Robotlar Arası Haberleşme ve İşbirliği Kullanılarak Arama Verimliliğinin Artırılması, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [4] Turanlı, M., & Koyuncu, E. Otonom mobil robotlar için çok amaçlı bir deneme ortamının tasarımı: ITUKAL robot test ortamı(2008)
- [5] Marchewka, D., Piątek, M. Wheeled mobile robot modeling aspects. AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland. (2006).
- [6]Söylemez E. Makine Teorisi-2: Makine Dinamiği. Birsen Yayınevi. Ankara. 2007

- [7] Malu, S. K., Majumdar, J. Kinematics, localization and control of differential drive mobile robot. Global Journal of Research In Engineering. (2014).
- [8] Hirpo B.D., Wang Z. Design and Control for Differential Drive Mobile Robot. IJERT, 10(6). 2017
- [9] Kurtlucan, N., & Güneş, M. Otonom Bir Mobil Robotun Kayan Kipli Kontrol Yöntemi İle Yörünge Ve Hız Kontrolü Ve PID Kontrol İle Kıyaslanması. Journal of Technical Sciences, 8(2), 40-45. (2018).





**OTONOM DİFERANSİYEL SÜRÜCÜ MOBİL ROBOTUN DİNAMİK MODELİ**

## DYNAMIC MODEL OF AUTONOMOUS DIFFERENTIAL DRIVE MOBILE ROBOT

**Gürkan Gürgüze**

Fırat Üniversitesi

**Prof. Dr. İbrahim Türkoğlu**

Fırat Üniversitesi

**ÖZET**

Diferansiyel mobil robotlarla ilgili çalışmalar fiziki tasarımların bazı uygulamalarda doğrudan kullanılması gerekli olan durumlar dışında genellikle simülasyonların gerçek zamanlı modellenmesiyle yapılmaktadır. Çünkü fiziki tasarımlarda istenilenlerin dışında beklenilmeyen yapısal ve çevresel faktörler olumsuz olarak etki edebilir, deneysel çalışmalar sırasındaki donanımsal sorunlardan dolayı maliyet artabilir ve deney ortamındaki aksamalar ile zaman kaybı gerçekleşebilir. Tüm bunlar çeşitli yazılım programlarında mobil robotun modelinin oluşturulması ile robotun davranışlarının, özelliklerinin ve testlerinin maliyet ve zaman kaybı olmadan geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda model veya simülasyon üzerindeki çalışmada, etkisini istemediğimiz bir çok faktörde ortadan kaldırılmış olur ve asıl istenilen çalışmaya odaklanılabilir. Ancak bu durumda da önemli olan fiziki yapının modellenmesinin istenilene en uygun şekilde yapılabilmesidir. Kabullerin neler olacağı, modelde temel hangi özelliklerin bulundurulacağı, modellemenin hangi çalışma prensibine göre yapılacağı, oluşum sırası, parametrelerin ilişkileri önemli bir yer tutmaktadır. Diferansiyel robotların modellenmesi sistemin dinamik analizi olarak ifade edilmektedir. Özellikle modellemede tahrik için kullanılan dc motor modeli sistemin omurgasını oluşturmaktadır. Hatta birçok çalışmada sadece dc motor modeli ihmaller dikkate alınarak yeterli dahi olmaktadır. Çalışmalarda genellikle hareket planlama üzerinde durulur sistemlerde tekerlek ile zemin arasındaki sürtünme ile mobil robot sisteminin taşıdığı yük ihmal veya kabuller arasına alınmaktadır. Ancak bu durum fiziki çalışmalara gelindiğinde gerçekte var olan ve hareketi etkileyen bu iki önemli faktörün etkilerinin görülmesine, beklenilenden daha farklı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Yükün ve

sürtünmenin enerji tüketimi, verimi gibi enerji hesaplı çalışmalarda önemli dinamik parametreleri oldukları birçok çalışmada görülmektedir.

Bu yazıda, sürtünme ve yük momentlerinin dikkate alınarak gerçekleştirildiği dinamik analiz üzerinde durulmuştur. Önce matematiksel modeli üzerinde durulup, daha sonra Matlab/Simulink modeli de oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Dinamik analiz, DC motor modeli, yük momenti, vizkoz sürtünme

## ABSTRACT

Studies on differential mobile robots are usually done by real-time simulation of simulations, except in cases where physical designs need to be used directly in some applications. Because physical and structural factors may be negatively affected due to unexpected physical design, the cost may increase due to the hardware problems during the experimental studies and the experimental environment may be lost with time. All this allows the development of the robot model in a variety of software programs, enabling the robot's behavior, features and tests to be developed without cost and time loss. At the same time, in the study on the model or simulation, the effect is eliminated in many factors that we do not want and can be focused on the desired work. However, in this case, it is important that the modeling of the physical structure can be done in the most appropriate way. What will be the assumptions, which features will be held in the model, which operating principle of modeling, the order of formation, the relations of the parameters have an important place. The modeling of differential robots is expressed as a dynamic analysis of the system. In particular, the dc motor model used for modeling in the modeling constitutes the backbone of the system. Even in many studies, only the dc motor model is sufficient by taking into account negligence. In the studies, the movement of the mobile robot system with friction between the wheel and the ground is generally considered as neglect or acceptance. However, this results in the physical effects of the effects of these two important factors, which are actually present and affect the movement, resulting in different results than expected. Many studies have shown that burden and friction are important dynamic parameters in energy-efficient studies such as energy consumption and efficiency.

In this paper, the dynamic analysis in which the friction and load moments are taken into account is emphasized. Firstly, mathematical model is emphasized and then Matlab / Simulink model is created.

**Keywords:** Dynamic analysis, DC motor model, load moment, viscous friction

## 1. GİRİŞ

Günümüzde robotların hareket mekanizmalarını geliştirmesi daha önceleri sadece sanayi tesislerinde sabit hatlarda işler yapan robotların günlük yaşantımızda birçok alana taşınmasını sağlamıştır. Mobil robotlar olarak adlandırılan bu sistemler artık evlerde temizleme robotları, uzayda keşif, askeri alanda veya afetlerde kurtarma, hizmet alanlarında danışman, insan için tehlikeli alanlarda işçi görevleri gibi uygulama sahası bulmuştur[1]. Tabii bu kadar işlevsellik kazandırılmak istenmesi beraberinde çözüm aranacak birçok sorunu getirmiştir. Özellikle mobil robotların kararlı hareket kontrolü en öne çıkan konulardan biri halini almıştır[2]. Geliştirilen mobil robotlar arasında iki tekerlekli diferansiyel mobil robotlar tasarım ve kontrol kolaylığı açısından öne çıkmaktadır. Diferansiyel robotlarda özellikle yanal kayma olmaması hareketin istenilene yakın oluşmasını ve doğru yazılımsal çözümlerle pozisyonda en az hatayla hareketi sağlamaktadır[3].

Hareket bağımsız çalışan iki DC motorun hız farklarına göre gerçekleştirilmektedir. Hangi motorun hızı daha fazlaysa ters yönde bir dönüş hareketine neden olacaktır. Dönüş açıları ise motorların açısal hızlarına göre elde edilir. Harekete başlayan robotun artık bilmesi gereken kendi yerel ve genel konumudur. Konumun bilinmesi verilen yolun koordinatlarını takip etmek demektir. Kinematik model bu noktada devreye girerek konum bilgisini çeşitli sensörlerden (enkoder, lazer, mesafe, görüntü vb.) gelen bilgilere göre elde eder. Kinematik model uygulamalarında konum kontrolü mobil robotlarda hız kontrolü şeklindedir[4].

Hız kontrolü için ise donanımsal ve yazılımsal kontrolörler mevcuttur. Genellikle bu uygulamalarda PID kontrolör kullanılmaktadır. Kullanılan bu kontrolör ile yolun durumuna göre motor hızları ayarlanarak en az hatayla hedefe ulaşma amaçlanır. PID kazançlarının en uygun seçilmesi burada önemlidir. Bu parametreler elle veya çeşitli PID parametre belirleme yöntemleri ile istenilene yakın olarak bulunabilir. Fiziki olarak tasarımı mevcut deneysel uygulamalarda yol planlama algoritmaları ile belirlenen yolun takibi sadece PID kontrolör ve kinematik model ile gerçekleştirilebilir[5]. Ek olarak konum hatalarını ölçen pozisyon kontrolörlerini de ekleyebiliriz. Ancak bu tür fiziki çalışmalarda istenilenlerin dışında beklenilmeyen yapısal ve çevresel faktörler olumsuz olarak etki edebilir, deneysel çalışmalar sırasındaki donanımsal sorunlardan dolayı maliyet artabilir ve deney ortamındaki aksamalar ile zaman kaybı gerçekleşebilir. Bu durumun önüne geçmek için uygulamalar genellikle simülasyonların gerçek zamanlı modellenmesiyle yapılmaktadır. Dinamik analiz işte tüm sistemin etki eden parametreleriyle, prensipleriyle, donanımsal yapılarıyla modellenmesi olarak karşımıza çıkar. Böylece dinamik modellemeyle birlikte kinematik analizdeki doğrusal

hız ve açısal hız gibi giriş parametreleri gerçek uygulamadaki gibi elde edilmiş olur. Diferansiyel mobil robotlarda modellemede tahrik için kullanılan dc motor modeli sistemin omurgasını oluşturmaktadır. Hatta birçok çalışmada sadece dc motor modeli ihmaller dikkate alınarak yeterli dahi olmaktadır. Modellemede sistemin transfer fonksiyonu elde edilir ve simulink böylece oluşturulur. Çalışmalarda genellikle hareket planlama üzerinde durulduğundan robotun motorlara uyguladığı yük, motor dışında malzemelerin ataletleri, tekerleğin yapısı, bataryalar, zemin sürtünmesi genellikle ihmal edilir. Fakat fiziki çalışmalara gelindiğinde gerçekte var olan ve hareketi etkileyen yük ve sürtünme faktörleri beklenilenden daha farklı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Yükün ve sürtünmenin enerji hesaplamalı çalışmalarda önemli parametreler oldukları da görülmektedir[6].

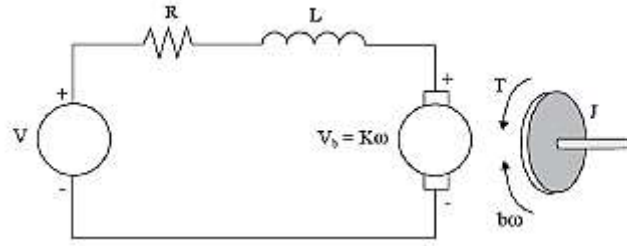
Bu yazıda, sürtünme ve yük momentlerinin dikkate alınarak gerçekleştirildiği dinamik analiz üzerinde durulmuştur. Önce matematiksel modeli üzerinde durulup, daha sonra Matlab/Simulink modeli oluşturulmuştur.

## 2. DC MOTOR MODELİ

Mobil robotlarda hareketi gerçekleştirmek ve kontrol etmek için tekerleklere bağlı DC motorlar kullanılır. Diferansiyel mobil robotlarda arkada iki tane bulunmaktadır. DC motorlar birbirinden bağımsız çalışır ve kontrol edilir. Hareket motorlara bağlı olan güç kaynağından alınan sabit V gerilimi ile başlar. Motorların kontrolü ise gerilimin kontrolüne göre gerçekleştirilir. Gerilim sistemdeki PID vb. kontrolörler tarafından yapılır. PID parametrelerinin ne oranda hata düzeltereği ise çıkıştan geri beslemeyle sensörlerden elde edilen konum veya ilerleme bilgisinin Encoder, Kalman, Monte Carlo ve Markov gibi modellerle ölçülerek hata miktarlarına göre gerçekleştirilir. Böyle bir sistemde hareket olayı için sadece bir DC motor modelinin oluşturulması sistemde gerçek zamanlı uygulamalar için yeterli olabilmektedir.

DC motorlar iki şekilde karşımıza çıkar. Birincisi alan akım kontrollü, diğer ise armatür akım kontrollüdür. Alan akım kontrolünde armatür akımı sabit tutulup alan akımı değiştirilirken, armatür akım kontrolünde de alan akımı sabit tutulup armatür akımı değiştirilir. Sistemlerde ise genellikle armatür akım kontrollü DC motorlar kullanılmaktadır[7].





Şekil 1. DC motor yapısı[8].

Şekil 1 de görüldüğü gibi DC motorlar stator ve rotor olmak üzere iki kısımdan oluşur. Stator elektriksel gerilimin uygulandığı  $R_a$  direnç,  $L$  indüktör ve EMF elektromotor kuvvet kaynağı veya gerilimin, akımın bulunduğu kısım olarak modellenir. Rotor ise dönme mekanizması (motor ataleti- $J$ ) ve iç sürtünmeden (viskoz sürtünme-  $b_m$ ) oluşan hareketin gerçekleştiği mekanik kısımdır. Güç kaynağından gelen gerilime göre armatürde oluşan armatür gerilimi ve akımı ile rotorda tork ( $T$ ) üretilir ve sistem harekete geçer. Hareket ile motorda bir  $\omega$  açısal hız oluşur. Sistemin ataleti için ( $J_m$ ) sadece motorun ataletinin alınması yeterlidir. Diğer kısımlar ihmal edilebilir. Oluşturulan mobil robotun tekerlekleri sistemi etkileyecek yapıdaysa tekerleklerinde ataleti yük momenti ( $T_L$ ) ile eklenebilir. Yük momenti ise, sistemin yükünden dolayı etkilenecek bir çalışma mevcut ise eklenmelidir. Sürtünme ( $T_z$ ) ise hareket sisteminin zemin ile temasında var olan sürtünme katsayısına göre ( $b_z$ ) elde edilir[6].

Motor torku ( $T_m$ ), armatür akımı ( $I_a$ ) ve tork sabiti ( $K_t$ ) ile aşağıdaki şekilde bulunur.

$$T_m = I_a \cdot K_t$$

Tork ile şaft dönmeye başlar ve  $w$  açısal hızı elde edilir.

$$\omega \text{ açısal hız; } \omega = \frac{d\theta}{dt} \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Sistemin dinamik modeli için bir transfer fonksiyonu ( $G_s(s)$ ) elde edilmelidir. Transfer fonksiyonu elde edilirken elektrik ve mekanik bölümlerdeki denklıklar ele alınır. Elektriksel stator kısmında Kirchoff yasaları, mekanik rotor kısmında ise Newton yasaları çıkarılır. Kirchoff yasalarına göre devredeki gerilimlerin toplamı sıfır olmalı;

$$\sum V = V_{in} - V_R - V_L - EMF = 0$$

$$V_{in} = e(t) + R_a \cdot I_a + L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

$$e(t) = K_e \cdot \frac{d\theta(t)}{dt}$$

Newton yasalarına göre etki eden kuvvetlerin toplamı sıfıra eşit olmalı;

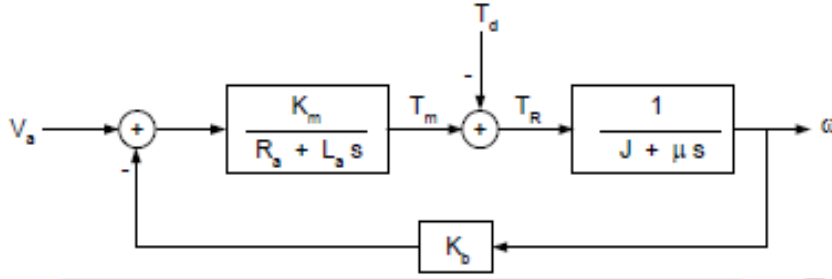
$$T_m = T_L + T_s + T_a$$

$$T_m = I_a \cdot K_t = T_L + b_m \cdot \omega(t) + J_m \cdot \frac{d\omega(t)}{dt} \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Çalışmalarda  $K_t = K_e = K$  şeklinde ele alınır.

DC motor transfer fonksiyonu aşağıdaki şekilde elde edilir[7,9,10,11].

$$G_s(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K}{(L \cdot s + R_a)(J_m \cdot s + b_m) + K^2}$$



Şekil 2. DC Motor Matlab/Simulink modeli [7].

Sistemin diğer dinamiklerinden yük torku ( $T_L$ ) ve sürtünme şekil 2’de gösterildiği gibi eklenebilir.  $T_L$  ve sürtünme toplam kuvvet dengesinde sönümleyici etkiye sahip oldukları için  $T_m$  yükünün bulunduğu yere negatif olarak girdi olmalıdır.

Modelde yük miktarı her motor için 1/2 oranında olmalıdır. Çünkü motorun fiziksel yapısı oluşturulurken sistemin ağırlık merkezi hareket eksenin ortasında alınmalıdır. Aksi durumda sistemde kaymalar olur. Bu defa bu kaymaların hesaplanması gereklidir. Ağırlık merkezi hareket ekseninde değil ise merkezin kaçıklık yönüne ve durumuna göre ters yönde ya ağırlık eklenir, ya da delik delinerek hareket eksenine taşınır.

Sistemin yükü  $m$  (kg),  $L$  armatür endüktansı,  $b_L$  yükün sürtünmesi,  $mg$  yerçekimi,  $u$  ise dişli kutusunun oranı olmak üzere yük torku(momenti);

$$T_L = \left(\frac{1}{u}\right)^2 \left(\frac{1}{2} mL^2\right) \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(\frac{1}{u}\right)^2 B_L \frac{d\theta}{dt} + \left(\frac{1}{u}\right) mgL \cos \theta$$

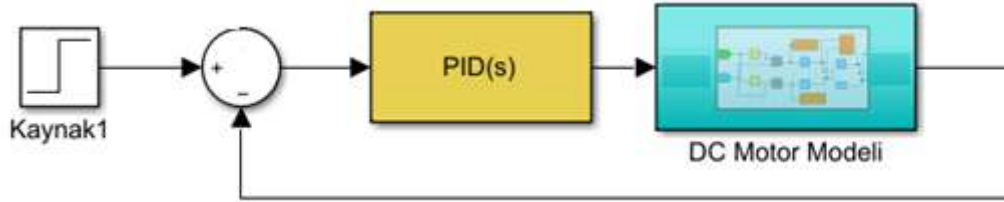
$$u = \frac{w_m}{w_L} \text{ ve } w_m = \frac{d\theta}{dt}$$

Zemin sürtünmesi ise;  $b_z$  nin motorun açılma hızı ile çarpımı olarak aşağıdaki şekilde elde edilir[12,13].

$$T_z = b_z \cdot \omega$$

## DC MOTORLU MOBİL ROBOT SİSTEM MODELİ

Sistemin DC Motor modeli oluşturulduktan sonraki yapısı şekil 3 te gösterildiği gibidir. Sistemde tüm parametreler gerçek zamanlı yapısından alınarak kontrol gerçekleştirilir.

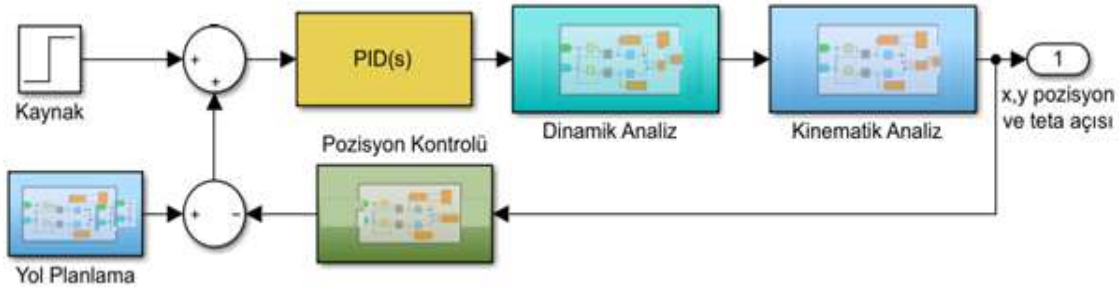


Şekil 3. DC Motor model sistem modeli

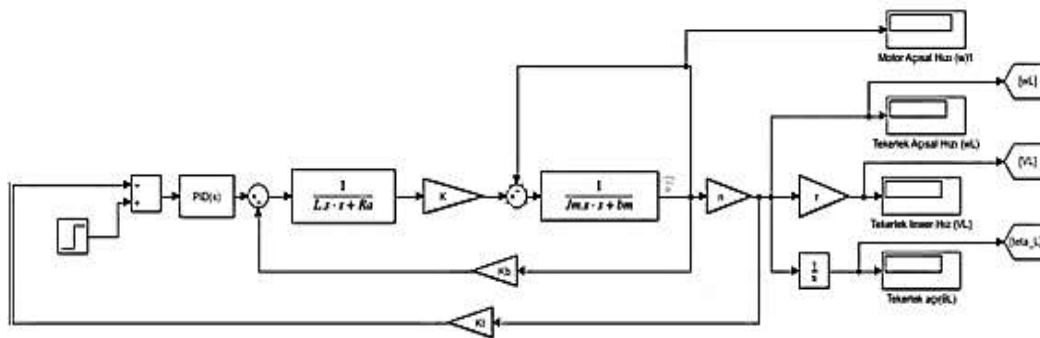
Bu model sonucunda sistemin hareket sırasında yapısına veya dinamiklerine bağlı olarak gerçek olarak ürettiği lineer hız, açısal hız ve açı değerleri elde edilir. Bu sayede gerçekçi bir sistem için tüm sistemin parametreleri gerçek zamanlı olarak alınabilir.

DC Motor modelini aşağıdaki transfer fonksiyona göre oluşturursak

$$G_s(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K}{(L \cdot s + R_a)(J_m \cdot s + b_m) + K^2}$$



Şekil 4. Dinamik analiz ile oluşturulan mobil robot yapısı



Şekil 5. Transfer fonksiyonu ile oluşturulan DC motor modeli

### 3. SONUÇ

Makalede diferansiyel mobil robotların dc motor modeli ve sistem çalışma prensipleri ile modellenmesi üzerinde durulmuştur. Dinamik model sistemin tüm parametreleriyle ortaya konulmasıdır ki gerçek zamanlı uygulamaların temelini oluşturmaktadır. Para ve zamanda tasarruf ve kolay test edilebilirlik çalışmaların simülasyon ortamlarında yapıyor olmasını sağlamıştır. Ancak doğru bir çalışma için en doğru DC motor modelinin ve buna bağlı olarak sistemin kurulmasını gereklidir. Bu sayede doğru uygulamalar ve testler gerçekleştirilebilir. Aksi durumda gerçek zamanlı uygulamada farklı sonuçlar ve etkiler gözlenebilir. Bu makalede aynı zamanda sistem dinamiklerinden zemin sürtünme ve yük torkunun sisteme eklenmesi üzerinde durulmuştur. Genellikle yol planlamalarda ihmal edilen sistem dinamiklerinin gerekli olduğunda nasıl ve ne şekilde ekleneceği de modellemede gösterilmiştir.

#### 4. KAYNAKLAR

- [1] D. Rozo, Leonel; Silverio,Joao;Caldwell, Learning Controllers for Reactive and Proactive Behaviors in Human – Robot, c. 3, sayı June, ss. 1–11, 2016.
- [2] P. Bloesch, Michael; Fankhauser, Collaborative Navigation for Flying and Walking Robots, sayı August, 2016.
- [3]Hirpo B.D., Wang Z. Design and Control for Differential Drive Mobile Robot. IJERT, 10(6). 2017
- [4] Malu, S. K., & Majumdar, J. Kinematics, localization and control of differential drive mobile robot. Global Journal of Research In Engineering. 2014.
- [5] Mahfouz, A. A., Aly, A. A., & Salem, F. A Mechatronics design of a mobile robot system. International Journal of Intelligent Systems and Applications, 5(3), 23. 2013
- [6] Marchewka, D., Piątek, M. Wheeled mobile robot modeling aspects. AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland. 2006
- [7] Nouri, B. M. Modelling and control of mobile robots. In Proceedings of the First international Conference on Modeling, Simulation & Applied Optimization, ICMSAO/05, American University of Sharjah, UAE, February (Vol. 1). 2005
- [8] Hirpo B.D., Wang Z. Design and Control for Differential Drive Mobile Robot. IJERT, 10(6). 2017



- [9] Dušek, F., Honc, D., & Rozsival, P. (2011, June). Mathematical model of differentially steered mobile robot. In 18th International Conference on Process Control, Tatranská Lomnica, Slovakia.
- [10] Ivanjko, E., Petrinic, T., & Petrovic, I. Modelling of mobile robot dynamics. In 7th Eurosim Congress on Modelling and Simulation (Vol. 2). 2010.
- [11] Neal, A. J. (2012). Tips for selecting DC motors for your mobile robot.
- [12] Lian, C., Xiao, F., Gao, S., & Liu, J. (2018). Load Torque and Moment of Inertia Identification for Permanent Magnet Synchronous Motor Drives Based on Sliding Mode Observer. IEEE Transactions on Power Electronics.
- [13] Celikel, R., & Aydogmus, O. NARMA-L2 Controller for Single Link Manipulator. In 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)(pp. 1-6). IEEE. (2018, September)



## FARKLI KRİSTAL SUYU İÇEREN ÇİNKO BORATLARIN PVC’NİN YANMA DAYANIMININA KATKISI

THE CONTRIBUTION OF ZINC BORATES, CONTAINING DIFFERENT AMOUNTS OF CRYSTAL WATER, TO COMBUSTION RESISTANCE OF PVC

Dr. Öğr. Üyesi, Yeliz İpek

Munzur Üniversitesi

### ÖZET

Çinko borat katkısız poli(vinil klorid) (PVC) numuneleri ve enjeksiyonla üretilen PVC-nano çinko borat kompozitleri taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmiştir. Katkısız PVC, ağırlıkça %5 oranında  $2ZnO.3B_2O_3.3.5H_2O$  katkılı PVC kompoziti ve yine ağırlıkça %5 oranında  $4ZnO.B_2O_3.H_2O$  katkılı PVC kompozitinin yanma dayanımları incelenerek kompozitler detaylı bir şekilde karakterize edilmiştir. Yanma dayanımlarını incelemek üzere kompozitlere Limit Oksijen İndeksi (LOI) ve Oksijen İndükleme Süresi (OIT) testleri uygulanmıştır. Malzemenin yanma özellikleri hakkında LOI (Limiting Oxygen Index) ölçümü oldukça önemli bilgiler vermektedir. LOI, bir malzemenin yanması için ortamda bulunması gereken hava karışımındaki oksijen yüzdesi olarak düşünülebilir. Yani LOI değeri, oksijen/(azot+oksijen) oranıdır. Bu değer yükseldikçe malzemenin yanıcılığı da doğal olarak düşer. Katkısız PVC'nin LOI değeri %41 iken, ağırlıkça %5, 3.5 mol kristal suyu içeren nano çinko borat ( $2ZnO.3B_2O_3.3.5H_2O$ ) katkılı PVC kompozitin LOI değeri %58, ağırlıkça %5, bir mol kristal suyu içeren nano çinko borat ( $4ZnO.B_2O_3.H_2O$ ) katkılı PVC kompozitin LOI değeri ise %54 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar, nano boyutlu çinko borat ilavesinin yanma dayanımını efektif bir şekilde geliştirdiğini göstermektedir.  $2ZnO.3B_2O_3.3.5H_2O$  ilavesinde yanma dayanımının,  $4ZnO.B_2O_3.H_2O$ -PVC kompozitine göre daha iyi olduğu görülmüştür. Oksijen indükleme süresi (OIT) testi plastik ve lastik gibi hidrokarbon içerikli malzemelerin uzun dönemli stabilitesini ölçmek için kullanılan hızlandırılmış yaşlandırma testidir. Diğer bir ifadeyle malzemenin yüksek sıcaklıklarda oksijene karşı stabilitesini göstermektedir. Ağırlıkça %5 çinko borat katkısında, 1 ve 3.5 mol kristal suyu içeren nano boyutlu çinko borat için yanma süresi sırasıyla 12.5dk ve 15 dk olup, yanma sonucu açığa çıkan yanma ısısı da (75-80 J/mg) oldukça yüksektir. Ancak, çinko borat katkısız PVC'nin yanmasıyla ortaya çıkan yanma ısısına (149 J/mg) göre daha düşük olmakla birlikte katkısız PVC'nin yanma

süresi 7.5 dk'dır. Sonuç olarak ağırlıkça %5 nano çinko borat ilavesinin PVC'nin yanmasını zorlaştırdığı ve kristal suyu fazla olduğunda yanma dayanımının da daha iyi olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çinko borat, alev geciktiriciler, PVC, yanma dayanımı, OIT, LOI.

## ABSTRACT

Pure PVC and PVC-nano sized zinc borate composites prepared with injection were investigated in scanning electron microscope (SEM). Pure PVC, 5% by weight nano zinc borate ( $2\text{ZnO}.3\text{B}_2\text{O}_3.3.5\text{H}_2\text{O}$ ) containing PVC and 5% by weight nano zinc borate with the formula of  $4\text{ZnO}. \text{B}_2\text{O}_3. \text{H}_2\text{O}$  containing PVC composites were characterized in detail for their combustion resistance. Limiting Oxygen Index (LOI) and Oxygen Induction Time (OIT) tests were applied to the composites to investigate their combustion resistances. LOI measurement gives quiet important information about combustion properties of materials. LOI may be described as the percentage of oxygen in the air mixture that should be present in the environment for the combustion of a material. LOI is the proportion of oxygen to air mixture (oxygen/(oxygen+nitrogen)). The combustibility of materials decreases with increasing LOI. It is detected that, when the LOI value of pure PVC is 41%, 5% by weight of nano zinc borate ( $2\text{ZnO}.3\text{B}_2\text{O}_3.3.5\text{H}_2\text{O}$ ) containing PVC composite has a LOI value of 58% and 5% by weight nano zinc borate with the formula of  $4\text{ZnO}. \text{B}_2\text{O}_3. \text{H}_2\text{O}$  containing PVC composites has a LOI value of 54%. These results exhibits that nano sized zinc borate addition develops the combustion resistance effectively. It is observed that combustion resistance of PVC-nano  $2\text{ZnO}.3\text{B}_2\text{O}_3.3.5\text{H}_2\text{O}$  composite is higher than PVC-nano  $4\text{ZnO}. \text{B}_2\text{O}_3. \text{H}_2\text{O}$  composite. The oxygen induction time (OIT) test is an accelerated aging test to measure the long-term stability of hydrocarbon-containing materials such as plastic and rubber. In other words, it shows the stability of the material against oxygen at high temperatures. Induction time for PVC-nano  $2\text{ZnO}.3\text{B}_2\text{O}_3.3.5\text{H}_2\text{O}$  composite and PVC-nano  $4\text{ZnO}. \text{B}_2\text{O}_3. \text{H}_2\text{O}$  composite were 12.5 minutes and 15 minutes, respectively. Combustion heat were about 75-80 J/mg which is rather high. However, it is lower than the combustion heat of pure PVC (149 J/mg) and its OIT value is 7.5 min. As a result, it was determined that addition of 5% of nano-zinc borate complicates the burning of PVC and the combustion resistance is better when the crystal water is high.

**Keywords:** Zinc borate, flame retardants, PVC, combustion resistance, OIT, LOI.

## INTRODUCTION

During the fires, the standards and laws on fire safety are tightened in order to reduce the loss of life and to improve the quality of life. This situation requires many products to be burnt-resistant especially in recent years. This causes the consumption of flame retardant chemicals to increase day by day. However, many of flame retardants release toxic gasses. Zinc borate is a kind of flame retardant that does not release toxic gasses and it plays a smoke suppressant role during the fire and cause a reduction in the death rate due to fire.

Poly(vinyl chloride) (PVC) has been widely used in many areas of our daily lives electrical housing, electrical insulation, cables, and in domestic uses such as in gutters, window frames, doors, and house sidings [1]. PVC has good flame retardancy because of its high chloride content but it releases high levels of smoke and toxic gases (i.e., hydrogen chloride, benzene, and other aromatic compounds) during burning [1, 2, 3]. Zinc borate reduces smoke emission and increases combustion resistance.

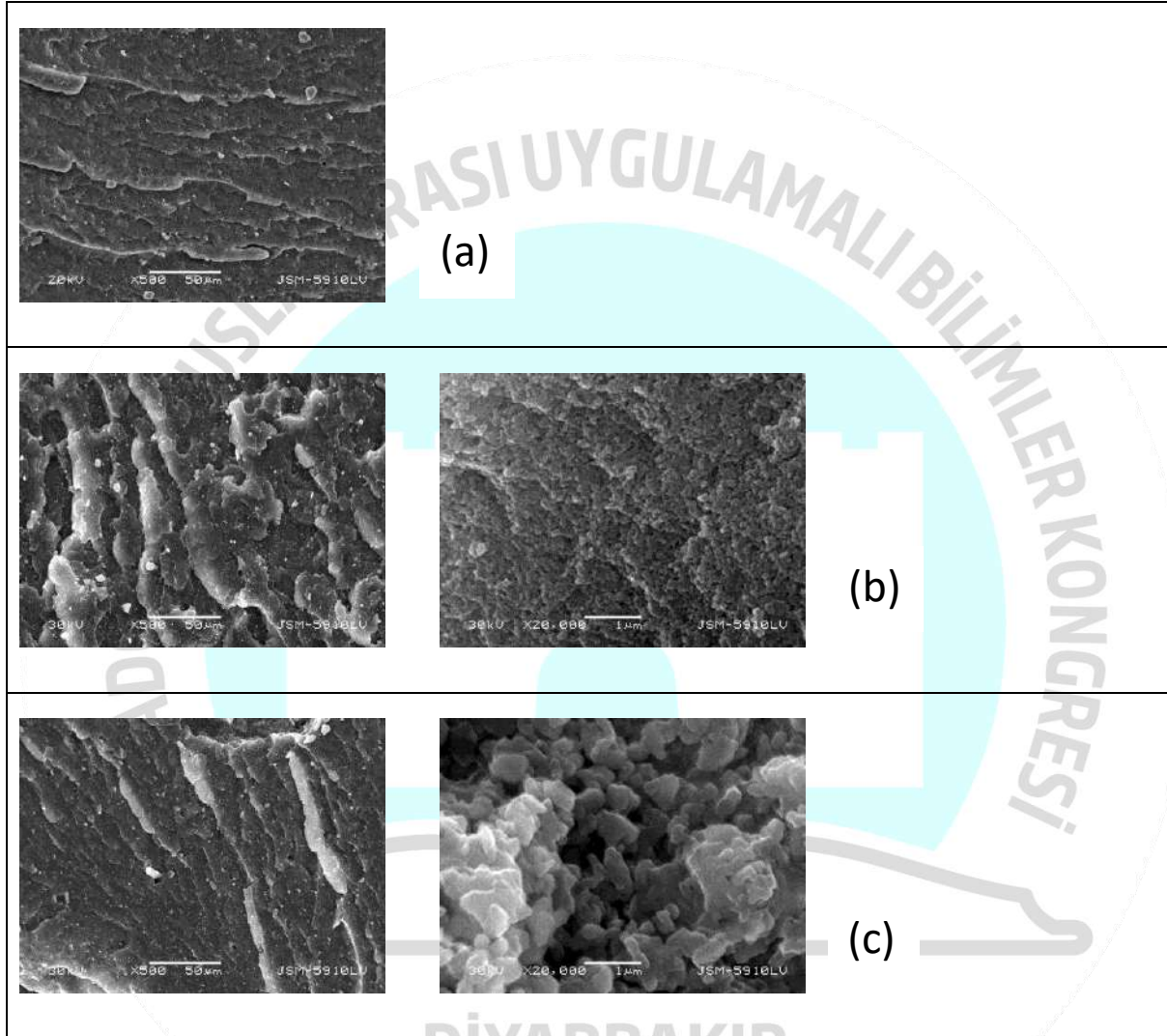
## EXPERIMENTAL

50 g of  $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3-3.5H_2O$  and  $4ZnO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$  powders were added to 1 kg of PVC-zinc borate composite powder (5% by weight). For injection molding process starting PVC powder should contain stabilizers and plasticizers. The mixtures were first subjected to a very good mixing process and the resulting mixture was then molded into the molds by plastic injection method. Injection temperature was  $180^\circ C$  and pressure was 10MPa. The composite was injected to a mold and cooled under pressure until solidified. Morphological analysis were applied with scanning electron microscope (SEM, JEOL JSM-5910 LV) and for combustion resistance analysis LOI and OIT tests of PVC-nano zinc borate composites were determined with thermal gravimetry-differential thermal analysis device (TG-DTA, Perkin Elmer, 6300). In addition, in order to determine the effect of nano zinc borate admixture, the sample without any additives was subjected to the same tests and analyzes.



## RESULTS AND DISCUSSION

SEM investigation of pure PVC, PVC-nano  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$  composite and PVC-nano  $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  composite were exhibited in Figure 1 below, shows homogenous particle distribution.



**Figure 1.** SEM images of (a) pure PVC, (b) PVC-nano  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$  composite and (c) PVC-nano  $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  composite.

The LOI (Limiting Oxygen Index) measurement gives very important information about the combustion properties of the material. LOI consider a percentage of oxygen in the air mixture that should be present in the environment for the combustion of a material. The LOI value is the oxygen / (nitrogen + oxygen) ratio. As this value increases, the flammability of the material naturally decreases. Table 1 shows the LOI values of non-additive and nano sized zinc borate doped PVC composites. While the LOI value of pure PVC was 41%, this value

increased to 58% by the addition of  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$  with nano dimensions and 5% by weight. The addition of single moles of crystal water containing nano-zinc borate ( $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) results in improved fire resistance. Single moles of 5% doped nano-zinc borate increases the LOI value to 54%.

**Table 1.** LOI measurement results of pure PVC and zinc borate doped PVC composites.

Sample	% LOI
Pure PVC	41
PVC- 5% of nano $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ doped PVC composite	58
PVC- 5% of nano $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ doped PVC composite	54

OIT test is performed in order to obtain meaningful and comparable results in shorter times due to oxygen-demand at high temperatures. The OIT test is performed using a differential thermal analysis (DTA). Under a nitrogen atmosphere, the sample heated to  $200^\circ\text{C}$  is suddenly given at a high rate of oxygen and the burning time and the combustion temperature are measured. The measurement results are given in Table 2.

**Table 2.** OIT and combustion heat of pure PVC and zinc borate doped PVC composites.

Sample	OIT (dk)	Combustion heat (J/mg)
Pure PVC	7,5	149
PVC- 5% of nano $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ doped PVC composite	15	75,4
PVC- 5% of nano $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ doped PVC composite	12,5	76,2

The combustion temperature resulting from the combustion process is high. When the oxygen reduction times and combustion temperatures of samples with and without zinc borate are examined, it is seen that the burning time of the pure PVC sample is 7.5 minutes with a high heat release (149 J / mg). In case of zinc borate addition of 5% by weight, the burning time reached 12.5-15 minutes and combustion heat releases were about 75 – 80 J / mg. This shows that the combustion continues for a long time and the PVC composite is burning and that the addition of 5% zinc borate makes PVC difficult to burn.

## CONCLUSIONS

Nano sized zinc borate addition develops the combustion resistance effectively. Combustion resistance of PVC-nano  $2ZnO.3B_2O_3.3.5H_2O$  composite is higher than PVC-nano  $4ZnO.B_2O_3.H_2O$  composite. As a result, it was determined that addition of 5% of nano-zinc borate complicates the burning of PVC and the combustion resistance is better when the crystal water is high.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by research fund of BOREN (Project Number: 2008 - Ç0154 )

## REFERENCES

- [1] Y. Ning, S. Guo, Flame-Retardant and Smoke-Suppressant Properties of Zinc Borate and Aluminum Trihydrate-Filled Rigid PVC, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 77, 3119–3127 (2000).
- [2] Y. Fanga, Q. Wang, C. Guo, Y. Song, P. A. Cooper, Effect of zinc borate and wood flour on thermal degradation and fire retardancy of Polyvinyl chloride (PVC) composites, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 100, 230–236 (2013).
- [3] H. Pi, S. Guo, Y. Ning, Mechanochemical Improvement of the Flame-Retardant and Mechanical Properties of Zinc Borate and Zinc Borate–Aluminum Trihydrate-Filled Poly(vinyl chloride), *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 89, 753–762 (2003).

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## GÜBRE ÜRETİM FAALİYETİNİN HAVA KALİTESİNE ETKİSİNİN HAVA KALİTE MODELLEME PROGRAMI YOLUYLA BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Doç. Dr. Edip Avşar**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Müh. Ezgi Erdoğan**

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Kadir Alp**

İstanbul Teknik Üniversitesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, gübre üretim faaliyeti sırasında atmosfere verilen hava kirletici parametrelerin, tesisin etki alanındaki hava kalitesine katkısını belirlemektir. Bu amaçla tesisten kaynaklanan etkinin belirlenmesi için hava kalite modelleme çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma 2 aşamalı olarak kurgulanmış olup; ilk senaryoda tesisteki prill kulesi bacaları dahil tüm bacaların atmosfere dik açılması hali modellenmiştir. İkinci senaryoda ise mevcut durumda olduğu üzere prill kulesi bacalarının yatay çıkışlı diğer tüm bacaların ise atmosfere dikey çıkışlı olduğu durum modellenmiştir. Daha sonra her iki durumda değerlendirilmiştir. Tesisin emisyonlarına ait modelleme çalışması kirleticileri atmosfere veren bacaların mevcut durumda ve dikey durumda olması hallerini incelemektedir. Dikey çıkış sadece Prill kulesini ilgilendirmekte diğer bacalar bakımından bir değişiklik söz konusu olmamaktadır. Bu iki durum  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  ve  $\text{PM}_{10}$  parametreleri için ayrı ayrı çalışılmıştır. Model sonuçlarından Hava Kirleticisine Katkı Değeri (HKKD) hesaplanmıştır.  $\text{NO}_2$  parametresi bakımından Prill kulesinin  $\text{NO}_2$  emisyonu olmadığı için bu kuleye ait bacaların atmosfere yatay çıkışlı ya da dikey çıkışlı olmasının dağılım üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.  $\text{NO}_2$  kirleticisi için tesisin HKKD değeri 24 saatlik ortalama için  $5,893 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , aylık ortalama (en yüksek değere sahip olan Ocak ayı) için  $0,965 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve yıllık ortalama için de  $0,823 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenmiştir.  $\text{NO}_2$  parametresi için SKHKKY EK-2'deki Tablo 2.2'de belirtilen  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  UVD sınır değeri ile mukayese edildiğinde bu değer ancak %1,2'sine karşılık geldiği görülmektedir. Toz parametresi yönünden bacaların yatay olması durumunda HKKD değeri 24 saatlik ortalama için  $1,056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , aylık ortalama (en



yüksek değere sahip olan Ocak ayı) için  $0,125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve yıllık ortalama için de  $0,111 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenmiştir. Bacaların dikey olması durumunda ise HKKD değerleri 24 saatlik ortalama için  $1,019 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , aylık ortalama (en yüksek değere sahip olan ocak ayı) için  $0,123 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve yıllık ortalama için de  $0,107 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenmiştir. Yatay baca durumu dikey baca durumuna göre konsantrasyon bazında 24 saatlik ortalamalarda %3,5, aylık ortalamalarda %1,6 ve yıllık ortalamalarda ise %3,6 oranında bir artışa neden olmaktadır. İki farklı baca durumu için hesaplanan bu değerlerden yıllık ortalama karşılık gelen değer SKHKKY EK-2'deki Tablo 2.2'de verilen UVD değeri olan  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değeri ile mukayese edildiğinde bu değer ancak % 0,14'üne karşılık geldiği görülmektedir. Amonyak parametresi bakımından durum farklıdır. Tesis emisyonları içinde  $\text{NO}_2$ 'ye göre (28,78 g/s)  $\text{NH}_3$  emisyonu  $0,00877 \text{ g/s}$  değerinde olup pratik olarak  $\text{NO}_2$  emisyonunun % 0,03'üne karşılık gelmektedir. Dolayısı ile bacaların dikey ya da yatay olmasının bu kirleticinin dağılımına bağlı olarak çevre hava kalitesi üzerinde neden olacağı kirlenmenin ihmal edilebilir olduğunu göstermektedir. Modelleme çalışmaları da bunu teyit etmektedir. Ayrıca SKHKKY'nde  $\text{NH}_3$  parametresine ilişkin UVS veya KVS olarak herhangi bir çevre hava kalitesi standardı verilmemektedir. Sonuç olarak modelleme verilerine göre Prill bacasının dikey yada yatay durumda olması tesisinin, bulunduğu bölgedeki çevre hava kalitesi üzerinde en önemli kirletici olan  $\text{NO}_2$  parametresine göre bile HKKD'inin, SKHKKY'ndeki UVS değerinin %1,2'den daha büyük bir etkiye yol açmadığını ortaya koymaktadır. Tesis etki alanında modellemeye konu olan parametreler her iki senaryo dahilinde UVS ve KVS parametreleri yönünden limit değerlerin oldukça altında olup standartları sağlamaktadır

**Anahtar Kelimeler :** Gübre üretimi, Hava kalite, Aermod,

## 1. GİRİŞ

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) Ek-4'de bir tesiste mevcut bacaların atmosfere dikey çıkışlı olması gerektiği belirtilmektedir (SKHKKY, 2009) Ancak bazı tesislerde proses şartları gereği bacalar yatay çıkışlı olabilmekte olup bunların dikey hale getirilmesi proses şartlarını ve dolayısıyla ürün kalitesini etkileyebilmektedir. Bu tarz probleme sahip tesislerden bir tanesi de gübre üretim tesisleridir. Bu durumun hava kalitesine etkisi olup olmadığının tespit edilmesi için örnek bir tesis seçilmiş ve modelleme çalışması yapılmıştır. Örnek alınan tesiste kimyasal gübreler ve gübre üretiminde hammadde olarak kullanılan %99,9'luk amonyak ve %55'lik nitrik asit üretmektedir. Tesis başlıca 3

üniteden oluşmaktadır. Bunlar 1000 ton/gün kapasiteli amonyak fabrikası, gübre fabrikası ve enerji üretim tesisidir.

İncelemeye konu olan tesiste hava kirletici parametreler  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  ve tozdur. Çalışma kapsamı; gübre üretim faaliyetinden kaynaklanan hava kirletici parametrelerin, tesisin etki alanındaki hava kalitesine etkisinin hava kalite modeli yoluyla belirlenmesi ve proste mevcut olan ve proses şartları gereği dik hale getirilemeyen bacaların hava kalitesi üzerine olumsuz etkisi olup olmadığının değerlendirilmesidir. Yapılan çalışma 2 aşamalı olarak kurgulanmış olup; ilk senaryoda testteki prill kulesi bacaları dahil tüm bacaların atmosfere dik açılması hali modellenmiştir. İkinci senaryoda ise mevcut durumda olduğu üzere prill kulesi bacalarının yatay çıkışlı diğer tüm bacaların ise atmosfere dikey çıkışlı olduğu durum modellenmiştir. Daha sonra her iki durumda değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Kullanılan Model Programı

Örnek uygulama için Amerikan Çevre Ajansı (USEPA) tarafından 1991 yılında geliştirilmiş ve 2005 yılından itibaren resmi olarak kullanılan AERMOD Dispersiyon Modeli kullanılmıştır. AERMOD model programı endüstriyel tesislerden kaynaklanan hava kirletici emisyonların kısa mesafe için (maksimum 50 km) atmosferde dağılımını inceleyen, izin ve planlama için kullanılan bir kararlı hal dağılım modelidir. Program yer seviyesi ve üst atmosfer sondaj verilerini kullanmakta, rüzgar hızı sıcaklık ve türbülans için dikey profil oluşturmaktadır. Havanın kararlı ya da kararsız olmasına göre sırasıyla Gaussian dağılımı ya da non-Gaussian olasılık yoğunlu fonksiyonunu kullanarak emisyon dağılımını modellemektedir. Programda nüfus yoğunluğu ile bilgi girilebildiği için kentsel/kırsal gibi farklı koşullar çalışılabilir. Programda incelenen alanın yüzey özellikleri dikkate alınmaktadır AERMOD dispersiyon modeliyle yapılacak uygulamada 2 farklı meteorolojik veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri setleri yer seviyesi ve üst atmosfer başlıkları altında toplanmakta olup Tablo 1'de verilmiştir (EPA, 2019; Breeze Software, 2019; Erdoğan E, 2012).

**Tablo 1.** AERMOD için gerekli meteorolojik veriler (EPA, 2019; Breeze Software, 2019)

Yer seviyesi veri grubu	Üst atmosfer veri grubu
Rüzgar hızı ( saatlik)	Basınç (GMT 00 ve 12)
Rüzgar yönü (saatlik)	Yükseklik (GMT 00 ve 12)

Sıcaklık (saatlik)	Sıcaklık (GMT 00 ve 12)
Bulut kapallığı (saatlik)	Nispi nem (GMT 00 ve 12)
Bulut taban yüksekliği (saatlik)	Rüzgar hızı ve yönü (GMT 00 ve 12)

## 2.2. Modelleme Çalışmasında Kullanılan Veriler

### 2.2.1. Emisyon Kaynaklarına Ait Bilgiler ve Çalışma Alanının Tespiti

Örnek olarak incelenen tesiste mevcut üretim ünitelerindeki emisyon ve proses bacaları ve bu bacalarla ilgili modelleme çalışmasına esas teşkil eden veriler Tablo 2’de, nokta kaynaklardan atmosfere salınan NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> ve toz emisyonlarının kütsel debileri Tablo 3’de verilmiştir. Tesiste bulunan 14 adet bacanın etki alanları çizildiğinde Prill-P302a kaynak kodlu bacanın etki alanının diğer bacaların etki alanlarını kapsadığı görülmektedir. Bu sebeple, Asit1 Bacası tesis etki alanı belirlemede esas alınmıştır. Prill-P302a kodlu bacanın yüksekliği 53.65 metredir. Tesis etki alanı SKHKKY uyarınca  $53,65(m) \times 50 = 2683$  m olarak belirlenmesine rağmen, tesisten kaynaklanacak kirliliğin atmosferdeki dağılımını daha detaylı inceleyip yorumlamak adına tesis etki alanı bu mesafenin iki katı artırılarak 5000 m yarıçaplı alan olarak kabul edilmiştir.

Dolayısıyla, 10 km x 10 km çalışma alanında 250 metre aralıklarla gridleme yapılmış olup toplam 1681 reseptör için model programı çalıştırılmıştır.

**Tablo 2.** Modelleme çalışmalarında kullanılan nokta kaynak verileri

Baca Kodu	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik	Baca Yüksekliği	Baca Gazı Sıcaklığı	Gaz Hızı	Baca Çapı
	X(m)	Y(m)	Z(m)	(m)	(K)	(m/s)	(m)
Buhar kazanı-H702	679240	4476044	15,5	25	399,65	6,1	1,7
Buhar kazanı-H703	679215	4476039	16,78	25	375,65	5,4	1
Asit1	679260	4475993	11,82	50	450,95	25,27	1,1
Asit2	679252	4475940	10,16	50	470,25	24,63	1,1
Prill-P302a	679286	4476078	12,9	53,65	307,15	10,2	2,4
Prill-P302b	679283	4476074	13,16	53,65	309,15	10,7	2,4
Prill-P302c	679277	4476067	13,66	53,65	305,82	10,2	2,4
Prill-P302d	679274	4476081	14,64	53,65	309,15	8,1	2,4
S603-Filtre A	679235	4476120	16,88	45	333,25	5,6	0,6
S603-Filtre B	679242	4476077	17,23	45	313,35	6,5	0,6
S606-Filtre	679280	4476070	13,4	75	300,35	5,6	0,4
2001b Buhar kazanı	679561	4475899	35,62	31	564,35	10,03	2,4
104b Fırını	679585	4476066	12,37	47	415,55	13,6	3,5
103b Fırını	679592	4476078	10,58	15,7	770,25	11,87	0,96

**Tablo 3.** Tesisteki nokta kaynaklara ait kirletici kütleli debi değerleri

Baca Kodu	Parametreler (g/sn)		
	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Toz
Buhar kazanı-H702	1,2449	0	0,00025
Buhar kazanı-H703	0,4308	0	0,00083
Asit1	0,9394	0	0
Asit2	0,34	0	0
Prill-P302a	0	0,002528	0,6915
Prill-P302b	0	0,002139	0,8081
Prill-P302c	0	0,002056	0,5711
Prill-P302d	0	0,002056	0,6669
S603-Filtre A	0	0	0,0263
S603-Filtre B	0	0	0,0229
S606-Filtre	0	0	0,0144
2001b Buhar kazanı	4,8691	0	0,0041
104b Fırını	20,4384	0	0,032
103b Fırını	0,5258	0	0,0009

### 2.2.2. Meteorolojik Veriler

Model programında kullanılan meteorolojik veriler işletmenin bulunduğu bölgeye en yakın meteoroloji istasyonu olan 17658 kodlu Çınarcık İstasyonu'ndan alınmış ve AERMET programına işlenmiştir. Alınan meteorolojik veri seti saatlik bazda; sıcaklık, basınç, nem, rüzgar hızı ve rüzgar yönü, bulutluluk değeri, bulut taban yükseklikleri, yağış miktarı, güneş radyasyonu bilgilerini içermektedir. Rüzgar gülleri; hakim rüzgar yönünü (rüzgarın geliş yönü) ve rüzgar hızını göstermektedir. 2008 yılına ait, bölgeyi temsil eden yıllık ve aylık rüzgâr gülleri ABD Lakes Environmental'ın geliştirdiği WRPLOT View Programı ile oluşturulmuş olup, Şekil 1'de verilmiştir. Rüzgâr hızı dağılımında, belli rüzgâr hız aralıkları göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmış ve her sınıftaki rüzgârın esme frekansları % olarak ifade edilmiştir. Aynı şekilde kararlılık sınıfları da % olarak ifade edilmiştir. Çınarcık İstasyonundan alınan 2008 yılı verilerine göre hazırlanan rüzgâr hızı sınıfları ve rüzgâr yönüne göre belirlenmiş esme sayıları Tablo 4'de verilmiştir.

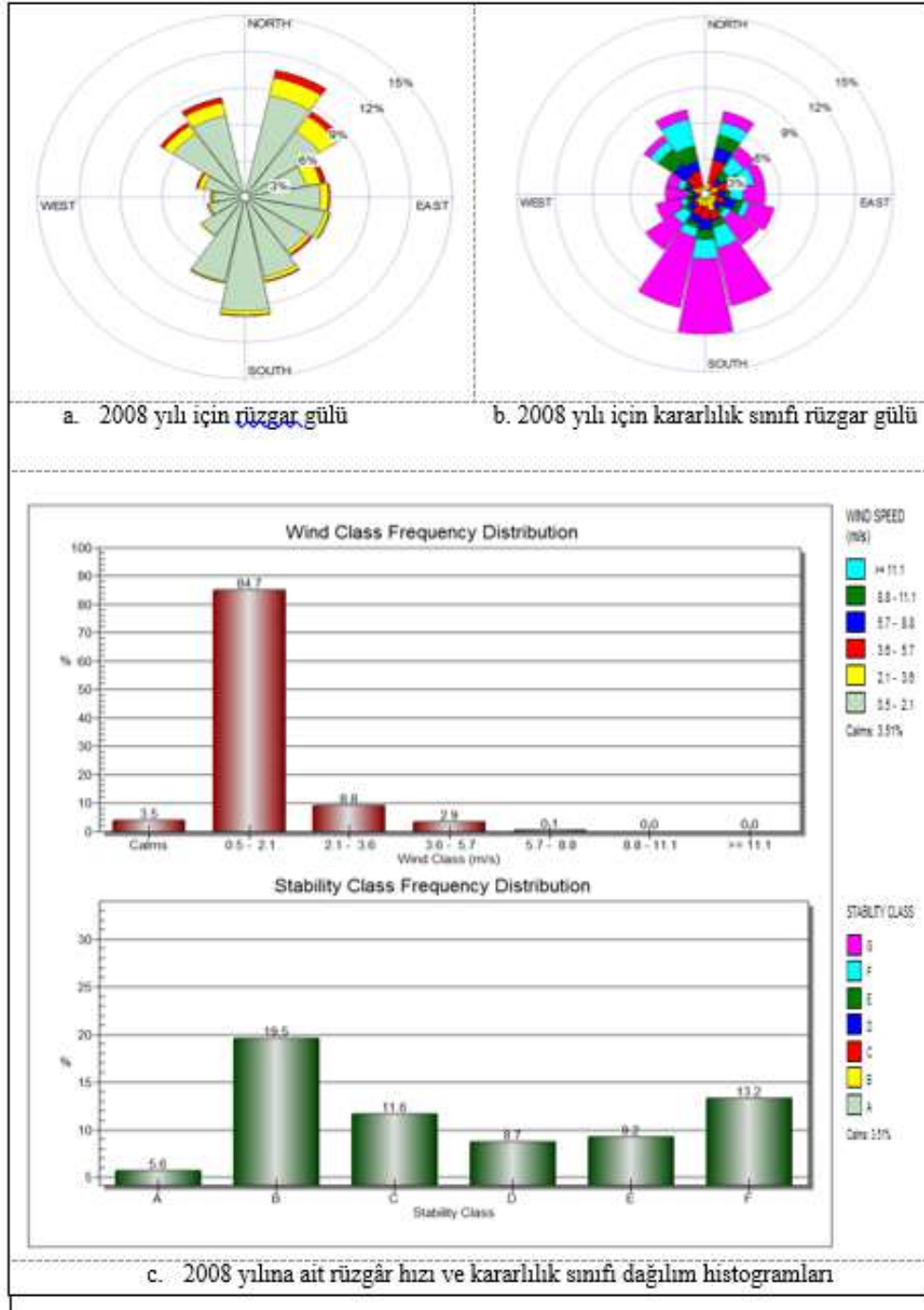


**Tablo 4.** Rüzgar hızı sınıfları ve rüzgar yönüne göre belirlenmiş esme sayıları

YÖN	Rüzgâr Hızı Sınıfları (m/sn)						Toplam
	0.5-2.1	2.1-3.6	3.6-5.7	5.7-8.8	8.8-11.1	>=11.1	
Esmeye Sayıları							
N	0	0	0	0	0	0	0
NNE	750	131	54	2	0	0	937
NE	575	132	41	1	0	0	749
ENE	399	93	30	1	0	0	523
E	480	53	9	0	0	0	542
ESE	520	29	5	1	0	0	555
SE	478	27	13	0	0	0	518
SSE	594	29	9	0	0	0	632
S	828	30	5	1	0	0	864
SSW	624	11	5	0	0	0	640
SW	333	12	1	0	0	0	346
WSW	233	10	3	0	0	0	246
W	197	16	7	0	0	0	220
WNW	269	37	12	0	0	0	318
NW	555	68	26	2	0	0	651
NNW	602	94	35	3	0	0	734
						Sakin	308
						Eksik	1
						<b>Toplam</b>	<b>8784</b>
						<b>Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)</b>	<b>1,47</b>

ANADOLU 1. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



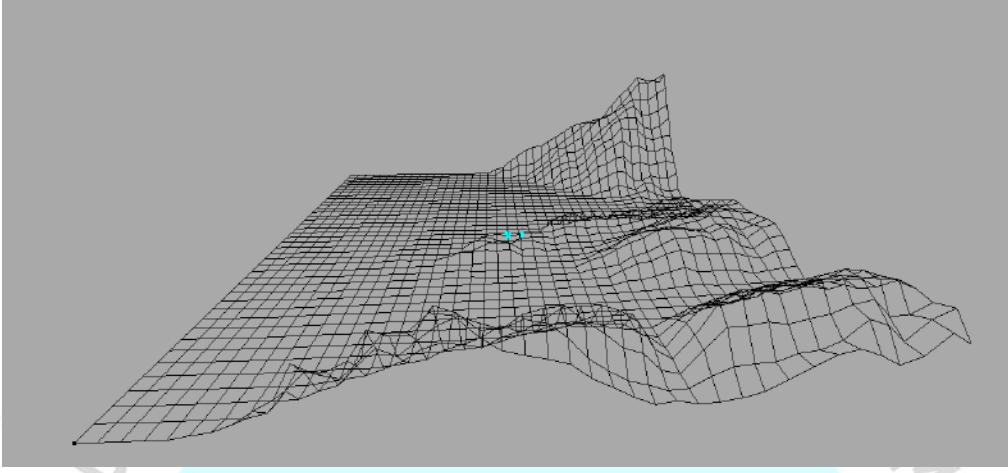
Şekil 1. Yıllık verilere göre meteorolojik durum

### 2.2.3. Topografik Veriler

Çalışma bölgesine ait yükselti verileri “Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 90m Digital Elevation Data” dosyasından Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) web sayfasından alınmıştır (CGIAR-CSI, 2019).

Veriler AERMAP programına işlenmiş ve model programının istediği taban format elde edilmiştir. AERMAP, AERMOD programında girdi olarak kullanılmıştır. Şekil 2’de

topografik haritanın AERMOD programına işlenmesi sonucu elde edilen 3 boyutlu çalışma alanı yer almaktadır.



**Şekil 2.** Topografik haritanın AERMOD programına işlenmesi sonucu elde edilen 3 boyutlu çalışma alanı

### 3. MODELLEME ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Çalışma da 3 farklı kirletici ve 2 farklı senaryo kapsamında modelleme çalışması yapılmıştır. Tesisten çıkan hava kirletici emisyonları  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  ve toz parametreleri oluşturmaktadır. Tesisteki emisyon kaynaklarından prill kulesi bacaları hariç diğer tüm bacalar SKHKKY hükümlerine uygun şekilde konumlanmıştır. Ancak prill kulesi bacaları bu prosesi geliştiren ve kuran yüklenici firma tarafından bu formda kurulmuş olup fiziki imkânsızlıkların yanı sıra ürün kalitesi ile ilgili olabilecek problemlerden dolayı SKHKKY hükümleri ile uyumlaştırılmamaktadır. Bu kapsamda prill kulesinden kaynaklanan  $\text{NH}_3$  ve toz parametreleri için;

- İdeal durum olan tüm bacaların atmosfere dik açılması hali,
- Prill kulesi bacalarının hali hazırda yatay; diğer bacaların dik açılması hali

ayrı ayrı modellenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Prill kulelerinin bir diğer kirletici olan  $\text{NO}_2$  emisyonuna ise herhangi bir katkısı olmadığı için bu parametre tek senaryo üzerinden çalışılmış ve değerlendirilmiştir.

### 3.1. Bütün Bacaların Dikey Çıkışı Olması Durumu

1 yıllık modelleme periyodunda NO<sub>2</sub> parametresi için elde edilen günlük aylık ve yıllık ortalama değerler ve çalışmanın yapıldığı yıla ait SKHKKY’de verilen sınır değerlerle karşılaştırılması Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5’e göre günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri sınır değerlerin oldukça altında olup tesisin NO<sub>2</sub> parametresi açısından hava kirlenmesine katkısı aylık ve yıllık bazda %1’in altındadır. Günlük bazda ise yaklaşık %6 civarına kadar çıkabilmektedir.

Amonyak parametresine ait model sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 5.** NO<sub>2</sub> parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

AYLAR	UVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	%Katkı Değeri	KVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
OCAK	0,656	68	0,965	2,143	300
ŞUBAT	0,608		0,894	2,409	
MART	0,564		0,829	2,141	
NİSAN	0,514		0,756	1,997	
MAYIS	0,507		0,746	2,313	
HAZİRAN	0,477		0,701	1,915	
TEMMUZ	0,430		0,632	1,506	
AĞUSTOS	0,432		0,635	1,544	
EYLÜL	0,503		0,740	1,800	
EKİM	0,485		0,713	1,524	
KASIM	0,550		0,809	1,804	
ARALIK	0,588		0,865	1,596	
<b>YILLIK</b>	<b>0,563</b>			<b>0,828</b>	
<b>YILLIK*(24 SAAT)</b>	<b>4,007</b>		<b>5,893</b>	<b>15,442</b>	

**Tablo 6.** NH<sub>3</sub> parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar

AYLAR	UVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	%Katkı Değeri	KVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
OCAK	0,00029	-	-	0,00111	-
ŞUBAT	0,00028		-	0,00114	
MART	0,00025		-	0,00115	
NİSAN	0,00023		-	0,00111	
MAYIS	0,00022		-	0,00106	
HAZİRAN	0,00023		-	0,00114	
TEMMUZ	0,00019		-	0,00089	
AĞUSTOS	0,00019		-	0,00088	



EYLÜL	0,00022	-	0,00099
EKİM	0,00023	-	0,00083
KASIM	0,00025	-	0,00094
ARALIK	0,00027	-	0,00094
<b>YILLIK</b>	<b>0,00026</b>	-	<b>0,00106</b>
<b>YILLIK* (24 SAAT)</b>	<b>0,0024</b>	-	<b>0,011</b>

Tablo 6'ya göre günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri oldukça düşük mertebelindedir. SKHKKY Ek-2 Tablo 2.1'de NH<sub>3</sub> parametresi için sınır olmadığından dolayı elde edilen değerler sınır değerlerle mukayese edilememiştir. Tesis kaynaklı toz emisyonlarına bağlı olarak modellenen elde edilen değerler ise Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Toz parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

AYLAR	UVD (µg /m <sup>3</sup> )	UVS (µg /m <sup>3</sup> )	%Katkı Değeri	KVD (µg /m <sup>3</sup> )	KVS (µg /m <sup>3</sup> )
OCAK	0,096	78	0,123077	0,359	140
ŞUBAT	0,094		0,120513	0,367	
MART	0,081		0,103846	0,382	
NİSAN	0,076		0,097436	0,364	
MAYIS	0,074		0,094872	0,348	
HAZİRAN	0,076		0,097436	0,367	
TEMMUZ	0,064		0,082051	0,291	
AĞUSTOS	0,064		0,082051	0,283	
EYLÜL	0,073		0,09359	0,320	
EKİM	0,076		0,097436	0,268	
KASIM	0,082		0,105128	0,315	
ARALIK	0,090		0,115385	0,300	
<b>YILLIK</b>	<b>0,084</b>		0,107692	<b>0,356</b>	
<b>YILLIK*(24 SAAT)</b>	<b>0,795</b>		1,019231	<b>3,510</b>	

Tablo 7'den görüldüğü üzere günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri sınır değerlerin oldukça altında olup tesisin toz parametresi açısından hava kirlenmesine katkısı aylık ve yıllık bazda %1'in altındadır. Günlük bazda ise yaklaşık %1 civarındadır.

Tüm bacaların dikey çıkışlı olması durumu için tüm kirletici parametreler bazında saatlik, günlük, aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyon değerleri ve bunların tespit edildiği noktalar Tablo 8-9 ve 10'da mevcuttur.

**Tablo 8.** NO<sub>2</sub> Kirleticisi için Maksimum saatlik, günlük, aylık ve yıllık konsantrasyon sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	232.25230	08.04.22/02	683010.00	4475993.00	156.30
Günlük	1.	62.50726	08.01.13/24	681010.00	4480243.00	157.10
Aylık	1.	13.19700	08.01.31/24	681010.00	4480243.00	157.10
Yıllık	1.	8.67805		681010.00	4480243.00	157.10

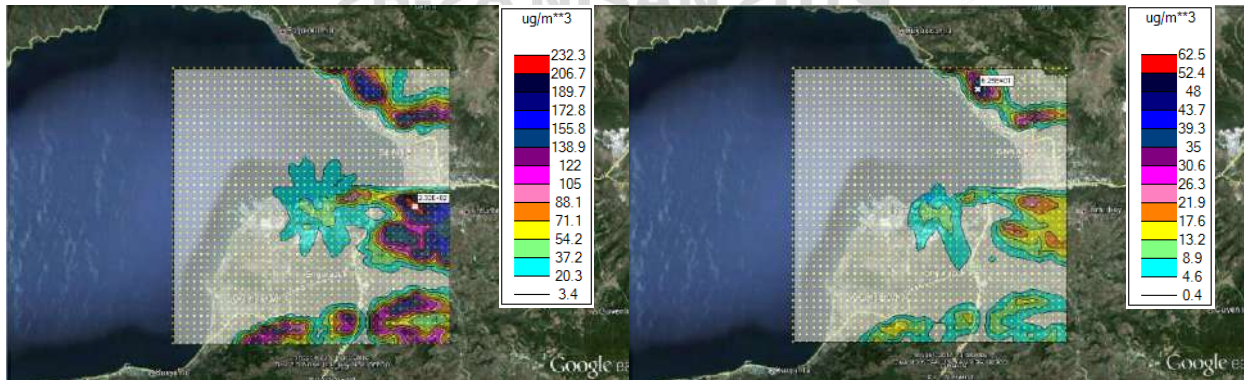
**Tablo 9.** NH<sub>3</sub> Kirleticisi için maksimum saatlik, günlük, aylık ve yıllık konsantrasyon sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	0.44323	08.07.02/03	680760.00	4476243.00	105.30
Günlük	1.	0.04999	08.01.13/24	680760.00	4480243.00	113.00
Aylık	1.	0.01052	08.01.31/24	680760.00	4480243.00	113.00
Yıllık		0.00735	-	680760.00	4480243.00	113.00

**Tablo 10.** PM<sub>10</sub> Kirleticisi için Maksimum Saatlik, Günlük, Aylık Konsantrasyon Sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	138.66110	08.07.02/03	680760.00	4476243.00	105.30
Günlük	1.	15.62980	08.01.13/24	680760.00	4480243.00	113.00
Aylık	1.	3.28736	08.01.31/24	680760.00	4480243.00	113.00
Yıllık	1.	2.29830	-	680760.00	4480243.00	113.00

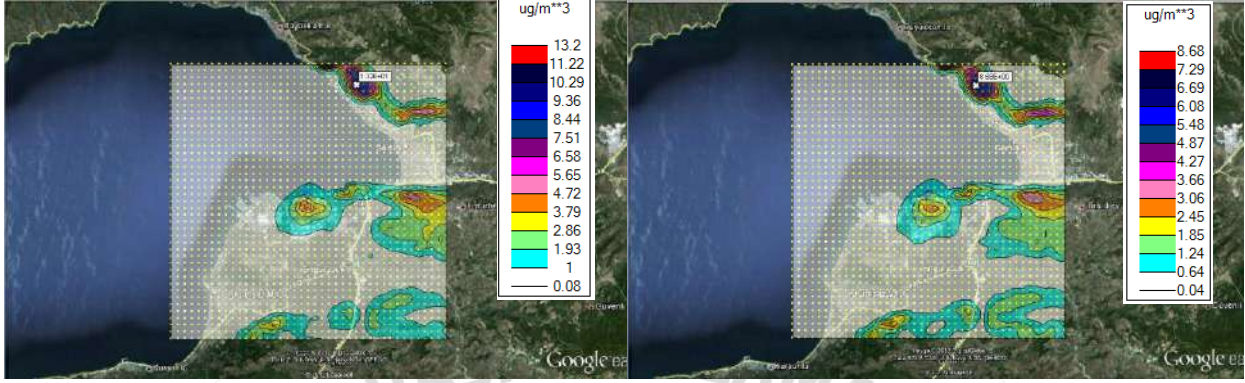
Genel olarak her 3 kirletici için maksimum konsantrasyonların görüldüğü koordinatlar tesis sahası dışındadır. Saatlik günlük aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktalar ve bu zaman dilimlerine ait konsantrasyon dağılımlarının simülasyonları ise 3 kirletici içinde Şekil 3-4-5’de verilmiştir.





a. 1 saatlik

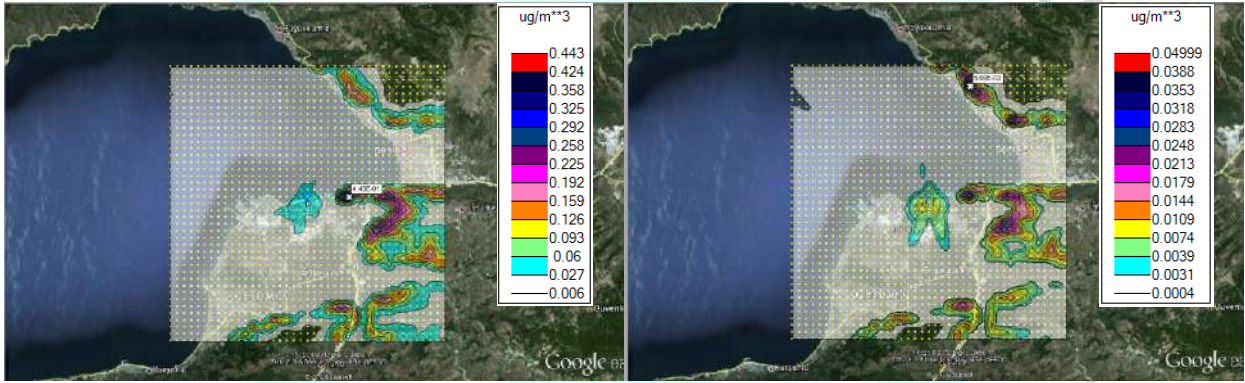
b. 24 saatlik



c. aylık

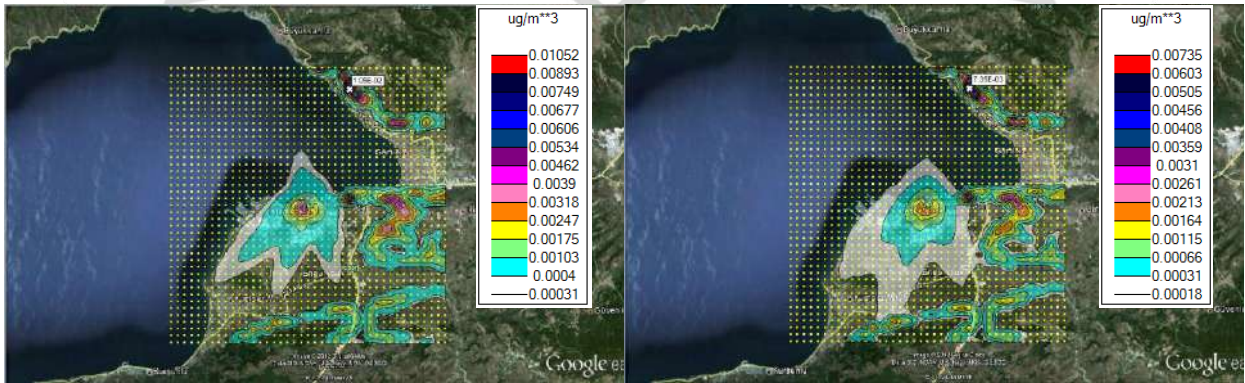
d. yıllık

Şekil 3. NO<sub>2</sub> için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı



a. 1 saatlik

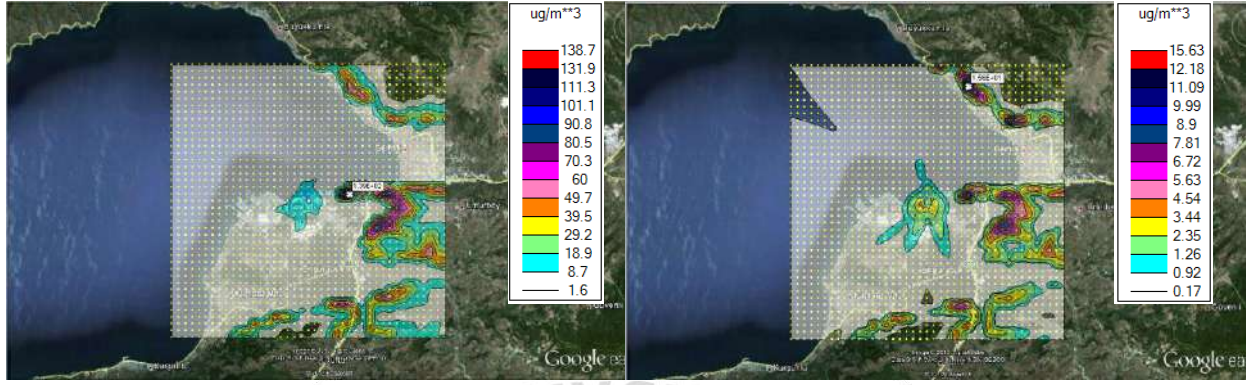
b. 24 saatlik



c. aylık

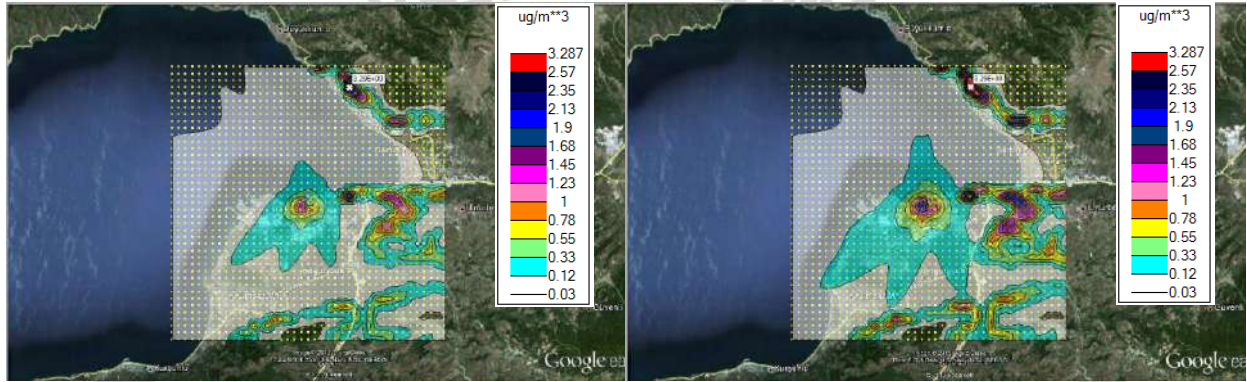
d. yıllık

Şekil 4. NH<sub>3</sub> için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı



a. 1 saatlik

b. 24 saatlik



c. aylık

d. yıllık

**Şekil 5.** Toz için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı

### 3.2. Prill Bacalarının Yatay Çıkışlı Diğer Bacaların Dikey Olması Durumu

İkinci senaryoda prill bacalarının yatay çıkışlı olması durumu dikkate alındığında  $\text{NH}_3$  ve toz parametrelerinin dağılımında ve konsantrasyonlarında değişiklik olup olmadığı incelenmiştir. Prill bacasında  $\text{NO}_2$  emisyonu olmadığından bu senaryoda  $\text{NO}_2$  dikkate alınmamıştır. Bu kapsamda 1 yıllık modelleme periyodunda  $\text{NH}_3$  parametresi için elde edilen günlük aylık ve yıllık ortalama değerler Tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 11.**  $\text{NH}_3$  parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar

AYLAR	UVD ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )	%Katki Değeri	KVD ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )
OCAK	0.000297	-	-	0.00112	-
ŞUBAT	0.000293		-	0.00116	
MART	0.000255		-	0.00118	
NİSAN	0.000239		-	0.00113	
MAYIS	0.000231		-	0.00107	
HAZİRAN	0.000243		-	0.00115	
TEMMUZ	0.000204		-	0.00092	



AĞUSTOS	0.000206	-	0.00089
EYLÜL	0.000233	-	0.00100
EKİM	0.000237	-	0.00083
KASIM	0.000253	-	0.00094
ARALIK	0.000280	-	0.00095
<b>YILLIK</b>	<b>0.000265</b>	-	<b>0.00110</b>
<b>YILLIK* (24 SAAT)</b>	<b>0.002588</b>	-	<b>0.01129</b>

Tablodan görüldüğü üzere günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri oldukça düşük mertebelere sahiptir. SKHKKY Ek-2 Tablo 2.1’de NH<sub>3</sub> parametresi için sınır olmadığından dolayı elde edilen değerler sınır değerlerle mukayese edilememiştir.

Prill Bacalarının yatay ya da dikey olması durumunun Amonyak parametresinin dağılımı üzerindeki etkisi incelendiğinde, günlük, aylık ve yıllık konsantrasyon dağılımlarında değişiklik olmamıştır. 1 saatlik değerler ise % 14 artış göstermiştir. Ancak bu artışın konsantrasyon karşılığı yaklaşık 0.06 µg/m<sup>3</sup>’e tekabül etmektedir.

Toz parametresi için elde edilen değerleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri sınır değerlerin oldukça altında olup tesisin toz parametresi açısından hava kirlenmesine katkısı aylık ve yıllık bazda %1’in altındadır. Günlük bazda ise yaklaşık %1 civarındadır. Toz değerlerinde de ilk duruma göre yıllık ve 24 saatlik değerlerde artmış olmakla birlikte artış ihmal edilebilir boyuttadır.

**Tablo 12.** Toz parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

AYLAR	UVD (µg /m <sup>3</sup> )	UVS (µg /m <sup>3</sup> )	%Katki Değeri	KVD (µg /m <sup>3</sup> )	KVS (µg /m <sup>3</sup> )
OCAK	0.09716	78	0.125	0.3656	140
ŞUBAT	0.09568		0.123	0.3714	
MART	0.08339		0.107	0.3875	
NİSAN	0.07816		0.100	0.3644	
MAYIS	0.07552		0.097	0.3525	
HAZİRAN	0.07885		0.101	0.3670	
TEMMUZ	0.06637		0.085	0.2916	
AĞUSTOS	0.06691		0.086	0.3005	
EYLÜL	0.07592		0.097	0.3256	
EKİM	0.07732		0.099	0.2687	
KASIM	0.08297		0.106	0.3158	
ARALIK	0.09153		0.117	0.3025	
<b>YILLIK</b>	<b>0.08636</b>		<b>0.111</b>	<b>0.3583</b>	
<b>YILLIK*(24 SAAT)</b>	<b>0.8233</b>		<b>1.056</b>	<b>3.510</b>	

Prill bacasının yatay diğer bacaların dikey çıkışlı olması durumu için tüm kirletici parametreler bazında saatlik, günlük, aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyon değerleri ve bunların tespit edildiği noktalar Tablo 13-14’de mevcuttur.

**Tablo 13.** NH<sub>3</sub> Kirleticisi için Maksimum Saatlik, Günlük, Aylık Konsantrasyon Sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	0.50712	08.08.25/19	680510.00	4476243.00	92.40
Günlük	1.	0.04999	08.01.13/24	680760.00	4480243.00	113.00
Aylık	1.	0.01052	08.01.31/24	680760.00	4480243.00	113.00
Yıllık	1.	0.00729	-	680760.00	4480243.00	113.00

**Tablo 14.** PM<sub>10</sub> Kirleticisi için Maksimum Saatlik, Günlük, Aylık Konsantrasyon Sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	156.94799	08.08.25/19	680510.00	4476243.00	92.40
Günlük	1.	15.62980	08.01.13/24	680760.00	4480243.00	113.00
Aylık	1.	3.28669	08.01.31/24	680760.00	4480243.00	113.00
Yıllık	1.	2.27807	-	680760.00	4480243.00	113.00

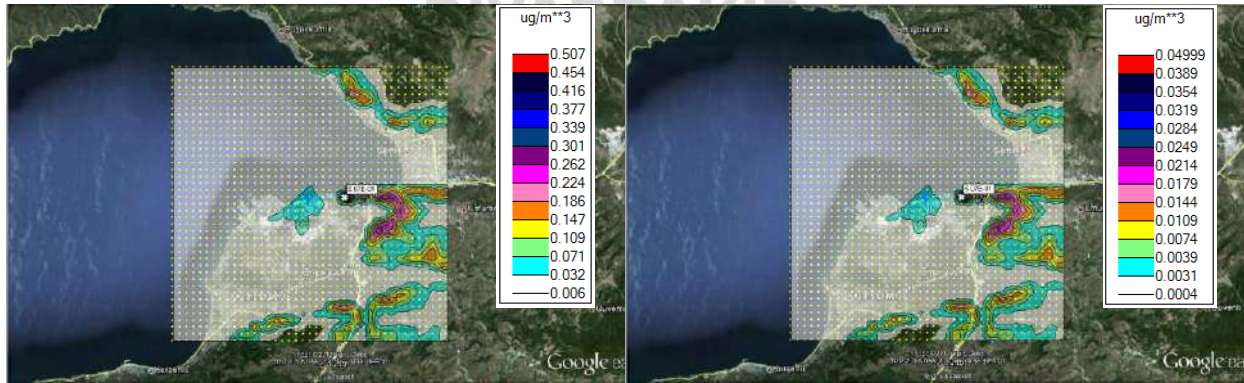
Sonuçlar incelendiğinde saatlik bazda konsantrasyonların tesis alanına yaklaştığı görülmektedir. Prill Bacalarının yatay ya da dikey olması durumunun toz parametresinin dağılımı üzerindeki etkisi incelendiğinde, günlük, aylık konsantrasyon dağılımlarında değişiklik olmamıştır. 1 saatlik değerler ise % 11.6 artış; yıllık değerlerde yaklaşık % 0.9 düşüş gözlenmiştir. Bacanın yatay ve dikey olması durumunda Toz parametresi için 1 saatlik maksimum ilk 30 konsantrasyon karşılaştırmalı olarak aşağıda Tablo 15’de verilmiştir.

**Tablo 15.** Toz parametresi için Prill bacalarının yatay ve dikey olması durumunda 1 saatlik maksimum ilk 30 konsantrasyon değerlerinin karşılaştırılması

PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )						
Bütün Bacaların Dikey Olması Durumu				Prill Bacalarının Yatay Diğer Bacaların Dikey Olması Durumu		
#	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	X	Y	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	X	Y
1	138,6611	680760	4476243	156,948	680510	4476243
2	134,1991	680510	4476243	138,6611	680760	4476243
3	99,57613	681760	4474993	105,1209	681260	4476243
4	94,97976	682260	4476243	101,6526	681760	4476243
5	92,92924	682010	4476243	99,57613	681760	4474993
6	88,66782	681010	4476493	94,97976	682260	4476243

7	87,97387	682510	4475743	93,7458	681010	4476493
8	86,01866	682010	4475243	92,92924	682010	4476243
9	83,00621	681260	4476493	87,93682	682510	4475743
10	78,62735	682260	4475243	86,01866	682010	4475243
11	77,54999	682510	4475993	85,32997	681260	4476493
12	73,9544	681760	4476243	78,62735	682260	4475243
13	73,75625	682510	4475493	77,54999	682510	4475993
14	73,45148	680510	4472243	76,41017	681760	4475243
15	73,39949	682260	4475493	74,11527	680760	4479993
16	70,89262	681760	4475243	73,75625	682510	4475493
17	70,5148	681510	4474743	73,45622	680510	4472243
18	70,31514	682010	4474993	73,39949	682260	4475493
19	69,23308	682010	4472493	70,5148	681510	4474743
20	69,06454	680260	4472243	70,31514	682010	4474993
21	69,00067	680760	4472243	69,32992	680760	4472243
22	68,31417	682760	4475743	69,23308	682010	4472493
23	68,24013	678010	4471743	69,06454	680260	4472243
24	68,16634	681260	4476243	68,31417	682760	4475743
25	67,40057	682260	4478993	68,24013	678010	4471743
26	66,03521	682260	4474993	67,40057	682260	4478993
27	64,05951	681010	4479993	66,03521	682260	4474993
28	63,63714	682510	4476243	64,77327	681510	4474993
29	63,22154	681010	4471993	64,46175	681010	4471993
30	62,94333	683260	4476493	64,05951	681010	4479993

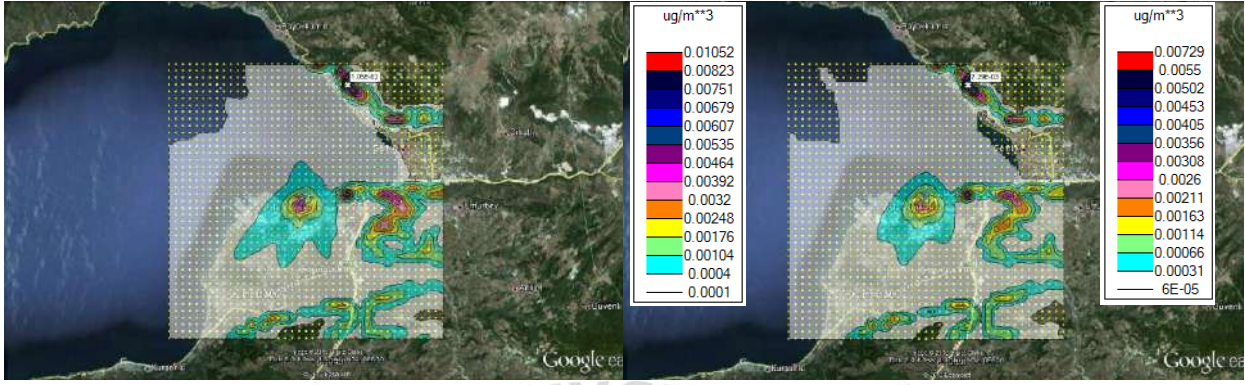
Prill bacasının yatay, diğer bacaların dik olması durumunda  $\text{NH}_3$  ve ton kirleticileri için saatlik günlük, aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktalar ve bu zaman dilimlerine ait konsantrasyon dağılımlarının simülasyonları ise Şekil 6 ve 7'de verilmiştir.



a. 1 saatlik

b. 24 saatlik

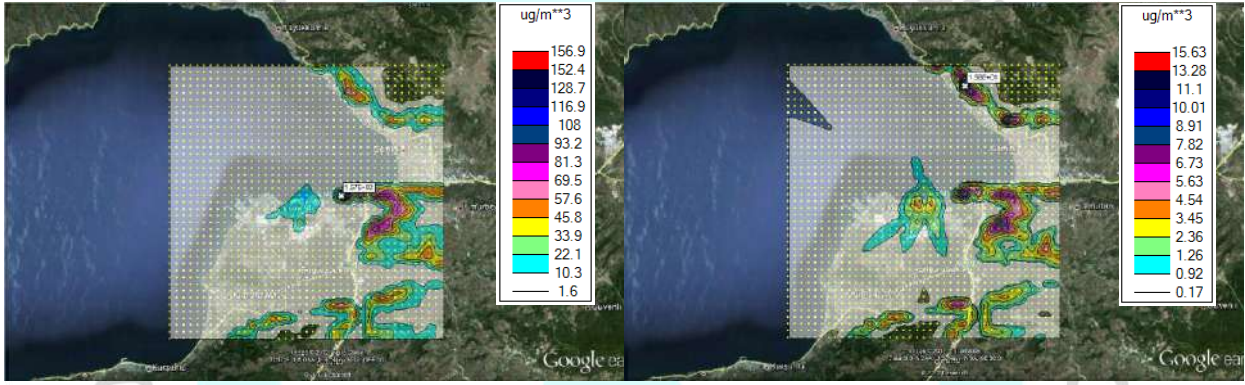




c. aylık

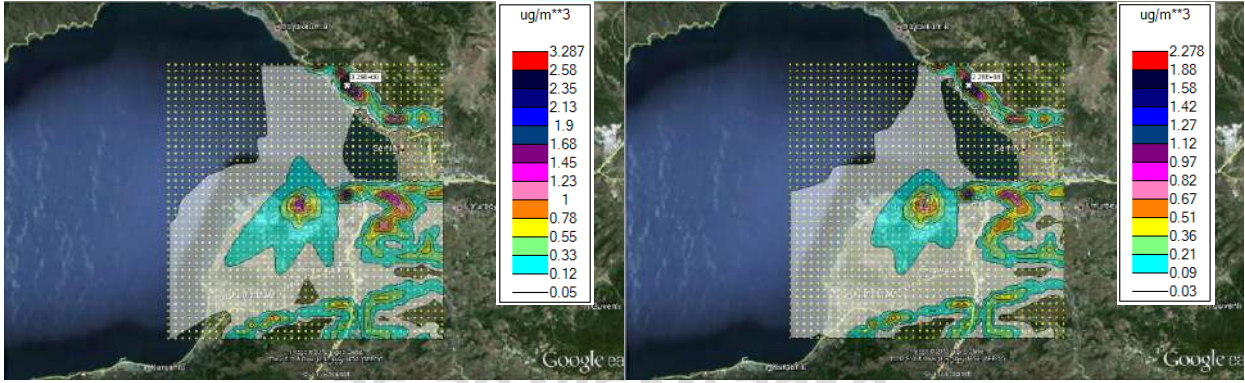
d. yıllık

Şekil 6. Prill bacası yatay diğer bacalar dikey durumdayken NH<sub>3</sub> için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı



a. 1 saatlik

b. 24 saatlik



c. aylık

d. yıllık

Şekil 7. Prill bacası yatay diğer bacalar dikey durumdayken toz için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı

## SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda yapılan tespitler aşağıda verilmiştir:

- Tesisten kaynaklanan kirleticiler içerisinde kütleli debi yönünden en önemli kirletici parametre NO<sub>2</sub> parametresidir.



- Prill kulesinin yatay çıkışlı ya da atmosfere dik çıkışlı olmasının  $\text{NO}_2$  parametresinin dağılımı üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.  $\text{NH}_3$  ve toz parametreleri yönünden ise bacaların yatay olması ile atmosfere dik açılması durumlarında tespit edilen UVD ve KVD değerleri arasında anlamlı bir merteye farklılığı görülmemektedir.
- $\text{NH}_3$  ve toz parametrelerinin maksimum konsantrasyonları yönünden bakıldığında prill kulesi bacalarının yatay yada dikey olması durumunun 24 saatlik, aylık ve yıllık maksimum değerler üzerinde de kayda değer bir farklılık yaratmadığı görülmektedir. 1 saatlik maksimum değerlerde ise bacanın yatay olması maksimum konsantrasyonların artmasına ( $\text{NH}_3$  için 1 saatlik maksimum değer  $0,44323 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'den  $0,50712 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e toz için ise  $138,66110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'den  $156,94799 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e çıkmaktadır) ve en yüksek konsantrasyonun görüldüğü noktanın koordinatlarının az miktar değişmesine ve tesis arazisine doğru yaklaşmasına (x ekseninde 250 m) neden olmaktadır.
- Tesis etki alanında modellemeye konu olan parametreler her iki senaryo dahilinde UVS ve KVS parametreleri yönünden limit değerlerin oldukça altında olup standartları sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Breeze Software 2019. Aermod. <https://www.breeze-software.com/software/AERMOD/>, Erişim tarihi: 22.04.2019.
- CGIAR-CSI, 2019. SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. <http://srtm.csi.cgiar.org/>, Erişim tarihi: 22.04.2019.
- EPA, 2019. Amerikan Çevre Ajansı Web Sayfası. <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod>, Erişim tarihi: 22.04.2019.
- Ezgi ERDOĞAN,2012; Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinde Modellerin Kullanımının Karar Verme Sürecindeki Rolü, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 03.07.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27277, Çevre ve Orman Bakanlığı.

## BİR ENDÜSTRİYEL TESİS'TE MEVCUT BACALARIN ATMOSFERE YATAY VE DİKEY AÇILMASININ HAVA KALİTESİNE ETKİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Doç. Dr. Edip Avşar**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Müh. Ezgi Erdoğan**

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Kadir Alp**

İstanbul Teknik Üniversitesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı hava kirletici emisyonların atmosfere verilmesini sağlayan bacaların bazılarının yatay çıkışlı olmalarının, bir tesisin emisyon izni alımında mahzur oluşturup oluşturmayacağını belirlemesidir. Bu konuda karar vermede en etkin yöntemlerden birisi bacaların mevcut durumunun tesisin etki alanındaki bölgede hava kalitesine katkısını belirlemektir. Bu amaçla örnek bir tesis seçilmiş ve tesisten kaynaklanan etkinin belirlenmesi için hava kalite modelleme çalışması yapılmıştır. Çalışma 2 aşamalı olarak kurgulanmıştır. İlk senaryoda mevcut durumda olduğu üzere; tesiste mevcut buhar kazanı bacasının dikey çıkışlı diğer tüm bacaların ise atmosfere yatay çıkışlı olduğu durum ile tesisteki tüm bacaların atmosfere dik açılması hali karşılaştırılmıştır. Daha sonra her iki duruma ait model sonuçları değerlendirilmiştir.

Mevcut durumda tesisten kaynaklanan  $PM_{10}$  parametresi kütleli debisi SKHKKY EK-2 Tablo 2.1'de verilen kütleli debi sınır değerlerinin altında kalmaktadır. Yapılan çalışma ile bacaların atmosfere dikey olarak açılması durumunda yatay olarak açılması durumuna göre HKKD ve % katkı değerlerinde bir miktar azalma olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hava kalite, Aermod, Emisyon izni

### GİRİŞ

Çalışmanın amacı bir tesiste mevcut proses ve yakma bacaların bazılarının yatay çıkışlı olmalarının, bu tesisin emisyon izni alımında mahzur oluşturup oluşturmayacağını

belirlenmesidir. Bu konuda karar vermede en etkin yöntemlerden birisi bacaların mevcut durumunun tesisin etki alanındaki bölgede hava kalitesine katkısını belirlemektir. Bu amaçla tesisten kaynaklanan etkinin belirlenmesi için hava kalite modelleme çalışması yapılmıştır. Çalışma 2 aşamalı olarak kurgulanmıştır. Bu amaçla örnek bir kağıt üretim tesisi seçilmiş ve mevcut ve ideal durumu gösteren 2 modelleme senaryosu çalışılmış ve sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. İlk senaryoda örnek tesisteki buhar kazanı bacasının dikey çıkışlı diğer tüm bacaların ise atmosfere yatay çıkışlı olduğu durum ile ikinci senaryoda tesisteki tüm bacaların atmosfere dik açılması hali karşılaştırılmıştır. Daha sonra her iki duruma ait model sonuçları değerlendirilmiştir.

### 1.1 Tesiste Üretim ve Bacalara ait Bilgiler

Örnek alınan tesisin ana faaliyet konusu temizlik kağıtları üretimidir. Tesisteki gerçekleştirilen temizlik kağıdı üretim prosesi; saf selülozdan yarı ürün bobinlerinin üretildiği ilk aşama (kağıt üretimi) ile başlamaktadır. Bu aşamayı takiben bobinlerden rulolu ya da katlamalı bitmiş ürünlerin üretildiği son aşamadan (konverting) oluşmaktadır. Tesisin günlük kapasitesi 205000 kg olup % 90 verimle yıllık üretim kapasitesi 64575 ton'dur. Tesiste yakma ve proses kaynaklı toplam 7 baca bulunmaktadır. Yakma kaynaklı bacalardan biri 8 MW gücünde kurutma brülörü bacası olup bu üniteye yılda 612945 m<sup>3</sup> doğal gaz tüketilmektedir. Diğeri ise 8 MW gücünde buhar kazanı bacası olup burada 10 ton/saat buhar üretimi için 672000 m<sup>3</sup>/yıl doğal gaz tüketilmektedir. Tesisteki bacaların görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



a. Dry end ve Wet end duct burner bacası



b. Buhar kazanı bacası



c. Dust removal bacası



d. Advantage run exhaust ve vacuum blower bacası

e. Mist removal bacası

**Şekil 1.** Tesisteki bacaların görünümü

Tesisteki bacalar incelendiğinde bazılarının atmosfere dikey çıkışlı bazılarının ise yatay çıkışlı olduğu, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) Ek-4’de ise emisyon ve prosten kaynaklanan atık gazların atmosfere dikey çıkışla verilmesi gerektiği belirtilmektedir (SKHKKY, 2009). Tesiste proses şartları gereği halihazırda bu şart sağlanamadığı için mevcut durumda, bacaların yatay ya da dikey çıkışlı olmasının tesis etki alanında hava kalitesine etkiyi nasıl değiştirdiğini belirlemek amacıyla tüm bacalardan atmosfere verilen ortak kirlenici olan toz parametresi üzerinden modelleme çalışması yapılmıştır.

Tesiste mevcut kaynaklar, bunların  $PM_{10}$  kütleli debileri ve toplam kütleli debinin SKHKKY Ek-2 Tablo 2.1’de verilen sınır değerlerle karşılaştırılması ise Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Tesisteki mevcut emisyon kaynakları

No	Baca Kodu	$PM_{10}$	Sınır değer (kg/saat)
1	Buhar Kazanı	0,087	
2	Wet End Duct Burner	0,254	
3	Dry End Duct Burner	0,350	
4	Vacuum Blower	0,242	
5	Mist Removal	3,124	
6	Dust Removal	0,283	
7	Advantage Run Exhaust	0,025	
	<b>Toplam</b>	<b>4.365</b>	<b>10</b>



Tablo 1’den görüldüğü üzere toz parametresi yönünden kütleli debi SKHKKY’deki sınır değeri sağlanmaktadır. Bu kapsamda yasal olarak gerekmemekle birlikte bacaların yatay ya da dikey olması durumunun tesis etki alanında toz parametresinin dağılımını etkileyip etkilemediğini görmek amacıyla dağılım modellemesi yapılmış ve her iki durum içinde elde edilen değerler SKHKKY Yönetmelik Ek-2 Tablo 2.2 de yer alan hava kalitesi sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Tesisin etki alanında sağlanması gereken sınır değerler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Tesis Etki Alanında Uzun Vadeli, Kısa Vadeli Sınır Değerler ve Kademeli Azaltım Tablosu (SKHKKY Ek 2 – Tablo 2.2) (Çalışma 2013 yılında yapıldığı için anılan yıla ait sınır değerlerle karşılaştırılmıştır)

Parametre	Süre	Sınır değer [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	YIL		
			2011	2012	2013
Havada Asılı Partikül Madde	KVS	300*	180	140	100
	UVS	150*	96	78	60

Bu değerler 01.01.2014 tarihine kadar geçerlidir. 01.01.2014 tarihinden sonra ilgili mevzuata göre tekrar düzenlenecektir. \*Sınır değer 2014 yılı hedeflerine ulaşılan kadar yıllık eşit olarak azaltılacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Kullanılan Modelleme Programı

Çalışma kapsamında yapılacak modelleme çalışması için AERMOD Dispersiyon Modeli kullanılmıştır. Model programı 1991 yılında geliştirilmiş olup hava kalitesi modellemesinde 2005 yılından itibaren Amerikan Çevre Ajansı (USEPA) tarafından resmi olarak kullanılmaya başlanmıştır. AERMOD modeli endüstriyel tesislerden kaynaklanan emisyonların kısa mesafe için (maksimum 50 km) dağılımını inceleyen bir kararlı hal dağılım modelidir. Programın özellikleri Tablo 3’de verilmiştir (EPA, 2019; Erdoğan E, 2012; Breeze Software, 2019).

**Tablo 3:** AERMOD programının özellikleri (EPA, 2019; Erdoğan E, 2012; Breeze Software, 2019)

Özellik	AERMOD
Meteorolojik veri seti	Yer seviyesi verileri ve atmosferik sondaj verileri
Meteorolojik veri profili	Rüzgar hızı, sıcaklık ve türbülans için dikey profil oluşturmada
Emisyon dağılımı	Havanın kararlı olduğu durumlarda gaussian dağılımı, kararsız olduğu durumlarda ise non-Gaussian olasılık yoğunluk fonksiyonu
Kırsal/Kentsel seçimi	Bölge nüfusu ile ilgili bilgi girilebildiği için farklı kentsel koşullar modellenebilir
İnceleme alanının yüzey özellikleri	İnceleme alanı çevresindeki yüzey özellikleri (yüzey pürüzlülük uzunluğu, albedo, bowen oranı) tanımlanabilir

AERMOD modelini çalıştırmak için meteorolojik veri seti gerekli olup bu veriler yer seviyesi ve üst atmosfer verileri olmak üzere 2 gruptur. Her iki gruba ait veri içerikleri Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4.** AERMOD için gerekli yer seviyesi verileri ve üst atmosfer verileri (EPA, 2019; Erdoğan E, 2012 Breeze Software, 2019)

AERMOD için yer seviyesi verileri	AERMOD için yüksek atmosfer verileri
Rüzgar hızı ( saatlik)	Basınç (GMT 00 ve 12)
Rüzgar yönü(saatlik)	Yükseklik (GMT 00 ve 12)
Sıcaklık(saatlik)	Sıcaklık (GMT 00 ve 12)
Bulut kapalılığı(saatlik)	Nispi nem (GMT 00 ve 12)
Bulut taban yüksekliği(saatlik)	Rüzgar hızı ve yönü (GMT 00 ve 12)

AERMOD modelinde çalışma için seçilen etki alanının arazi yapısı da modele girdi olarak işlenmektedir. Bu kapsamda model kirleticinin arazi yapısına göre hareket ettiğini kabul etmektedir. Model de kirleticilerin korunumu esas olup kirleticilerin kendi aralarında ve atmosferdeki davranışları ve reaksiyonları modelde dikkate alınmamaktadır. AERMOD modeli kararlı atmosferik durumlarda hem yatay hem dikey dağılımlar için gauss dispersiyon denklemini, kararsız atmosferik durumlarda dikey dağılım için “non-gaussian olasılık yoğunluk” denklemini kullanır (EPA, 2019; Breeze Software, 2019; Erdoğan E, 2012)

## 2.2. Emisyon Kaynaklarına Ait Bilgiler ve Çalışma Alanının Tespiti

Tesiste bulunan ve modelleme çalışmalarına esas teşkil eden mevcut emisyon kaynakları ile ilgili veriler Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5:** Modelleme çalışmalarında kullanılan nokta kaynak verileri

No	Baca Adı	Baca Türü	Koordinatlar		Topografik Yükseklik Z(m)	Baca Yüksekliği (m)	Baca Gazı Sıcaklığı (K)	Gaz Hızı (m/s)	Baca Çapı (m)
			X(m)	Y(m)					
1	Buhar Kazanı	Dikey	265436	4487724	84.09	20	489.15	5.7	1.29
2	Wet End Duct Burner	Yatay	265438	4487745	84.96	19.3	512.15	4.8	2.2
3	Dry End Duct Burner	Yatay	265435	4487751	85.27	19.3	428.15	4.6	2.2
4	Vacuum	Yatay	265438	4487759	85.57	19.3	291.75	23.3	0.6

Blower									
5	Mist Removal	Yatay	265447	4487730	84.04	19.3	303.05	18.7	1.6
6	Dust Removal	Yatay	265413	4487794	87.01	19.3	291.05	13.7	1.38
7	Advantage Run Exhaust	Yatay	265440	4487784	86.32	19.3	300.05	11.5	0.44

Tesiste bulunan mevcut 7 adet bacanın etki alanları çizildiğinde Buhar Kazanı kaynak kodlu bacanın etki alanının diğer bacaların etki alanlarını kapsadığı görülmektedir. Bu sebeple, Buhar kazanı bacası tesis etki alanı belirlemede esas alınmıştır. Bacanın yüksekliği 20 metredir. Tesis etki alanı  $20(m) \times 50 = 1000$  m olarak belirlenmesine rağmen, tesisten kaynaklanacak kirliliğin atmosferdeki dağılımını daha detaylı inceleyip yorumlamak adına tesis etki alanı bu mesafenin 1.5 katı artırılarak 1500 m yarıçaplı alan olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla, 3km x 3km çalışma alanında 250 metre aralıklarla gridleme yapılmış olup toplam 169 reseptör için model programı çalıştırılmıştır. Çalışma alanının görüntüsü Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı

### 2.3. Meteorolojik Veriler

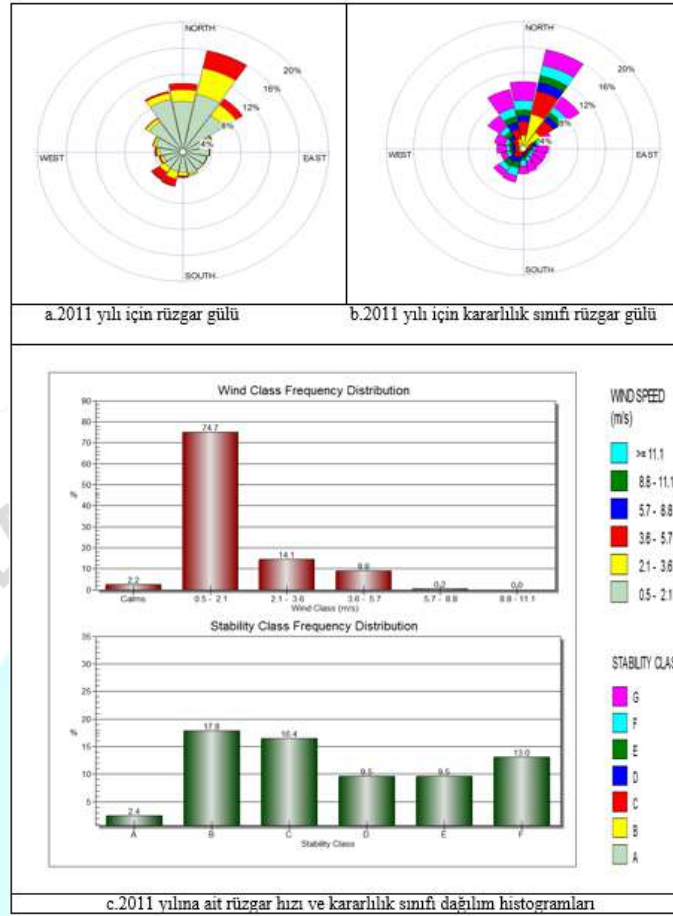
Model programında kullanılan meteorolojik veriler işletmenin bulunduğu bölgeye en yakın meteoroloji istasyonu olan 17069 kodlu Sakarya Merkez İstasyonu’ndan alınmış ve AERMET programına işlenmiştir. Alınan meteorolojik veri seti saatlik bazda; sıcaklık, basınç, nem, rüzgar hızı ve rüzgar yönü, bulutluluk değeri, bulut taban yükseklikleri, yağış miktarı, güneş radyasyonu bilgilerini içermektedir. Rüzgar gülleri; hakim rüzgar yönünü (rüzgarın geliş yönü) ve rüzgar hızını göstermektedir. 2011 yılına ait, bölgeyi temsil eden yıllık ve aylık

rüzgar gülleri ABD Lakes Environmental'ın geliştirdiği WRPLOT View Programı ile oluşturulmuş olup, takip eden şekillerde verilmiştir. Yine WRPLOT View Programı kullanılarak rüzgar hızı dağılımı, atmosferik kararlılık sınıflarının dağılımı grafiksel olarak oluşturulmuş Şekil 3'de gösterilmiştir. Rüzgar hızı dağılımında, belli rüzgar hız aralıkları göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmış ve her sınıftaki rüzgarın esme frekansları % olarak ifade edilmiştir. Aynı şekilde kararlılık sınıfları da % olarak ifade edilmiştir. Sakarya Merkez İstasyonu'ndan alınan 2011 yılı verilerine göre hazırlanan rüzgar hızı sınıfları ve rüzgar yönüne göre belirlenmiş esme sayıları Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'ya göre esme yönü olarak kuzeyli ve kuzey doğulu rüzgarlar bölgede hakim konumundadır.

**Tablo 6:** Rüzgâr hızı sınıfları ve rüzgâr yönüne göre belirlenmiş esme sayıları

YÖN	Rüzgâr Hızı Sınıfları (m/sn)						Toplam	Esme Yüzdeleri
	0.5-2.1	2.1-3.6	3.6-5.7	5.7-8.8	8.8-11.1	>=11.1		
N	683	158	84	0	0	0	925	10.6
NNE	794	360	239	1	0	0	1394	15.9
NE	597	176	96	1	0	0	870	9.9
ENE	335	41	14	1	0	0	391	4.5
E	319	6	5	0	0	0	330	3.8
ESE	298	5	5	0	0	0	308	3.5
SE	292	13	2	0	0	0	307	3.5
SSE	309	22	3	0	0	0	334	3.8
S	283	47	25	1	0	0	356	4.1
SSW	277	102	98	5	0	0	482	5.5
SW	270	74	115	6	0	0	465	5.3
WSW	246	34	18	1	0	0	299	3.4
W	286	31	21	1	0	0	339	3.9
WNW	337	33	7	1	0	0	378	4.3
NW	494	47	10	1	0	0	552	6.3
NNW	722	87	26	0	0	0	835	9.5
						Sakin	195	2.2
						Eksik	0	
						<b>Toplam</b>	<b>8760</b>	<b>100</b>
						<b>Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)</b>	<b>1.76</b>	



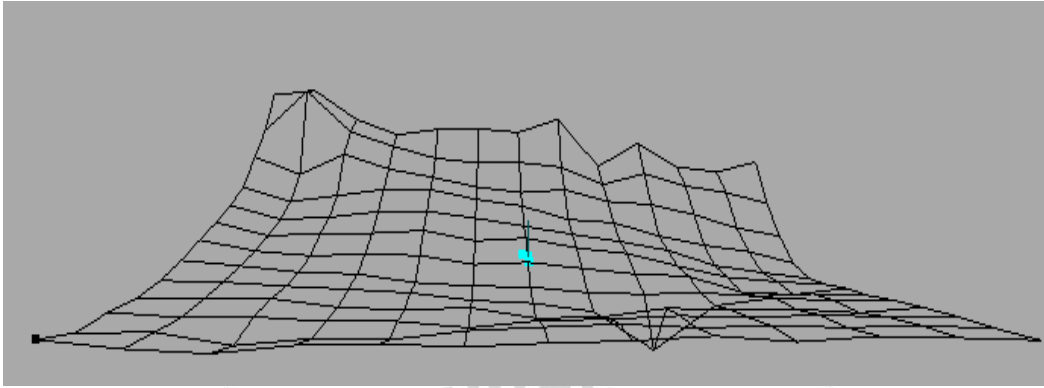


Şekil 3. Yıllık verilere göre meteorolojik durum

#### 2.4. Topografik Veriler

Çalışma bölgesine ait yükselti verileri “Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 90m Digital Elevation Data” dosyasından Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) web sayfasından alınmıştır (CGIAR-CSI, 2019).

Veriler AERMAP programına işlenmiş ve model programının istediği taban format elde edilmiştir. AERMAP, AERMOD programında girdi olarak kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 4’de topografik haritanın AERMOD programına işlenmesi sonucu elde edilen 3 boyutlu çalışma alanı yer almaktadır.



Şekil 4. Topografik haritanın AERMOD programına işlenmesi sonucu elde edilen 3 boyutlu çalışma alanı

### 3. MODELLEME ÇALIŞMASI SONUÇLARI

#### 3.1. Mevcut Durum

Çalışma dahilinde 1 yıllık modelleme periyodunda PM<sub>10</sub> parametresi için elde edilen günlük aylık ve yıllık ortalama değerler ve sınır değerlerle karşılaştırılması Tablo7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** PM<sub>10</sub> parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

AYLAR	HKKD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	%Katkı Değeri	KVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
OCAK	0.244	100	0.244	0.901	60
ŞUBAT	0.194		0.194	0.553	
MART	0.257		0.257	0.807	
NİSAN	0.213		0.213	0.531	
MAYIS	0.306		0.306	0.961	
HAZİRAN	0.422		0.422	1.094	
TEMMUZ	0.570		0.570	1.845	
AĞUSTOS	0.476		0.476	1.234	
EYLÜL	0.428		0.428	1.033	
EKİM	0.331		0.331	0.933	
KASIM	0.226		0.226	0.871	
ARALIK	0.292		0.292	0.932	
<b>YILLIK</b>	<b>0.331</b>		<b>0.331</b>	<b>0.803</b>	
<b>YILLIK*(24 SAAT)</b>	<b>3.523</b>		<b>3.523</b>	<b>9.435</b>	

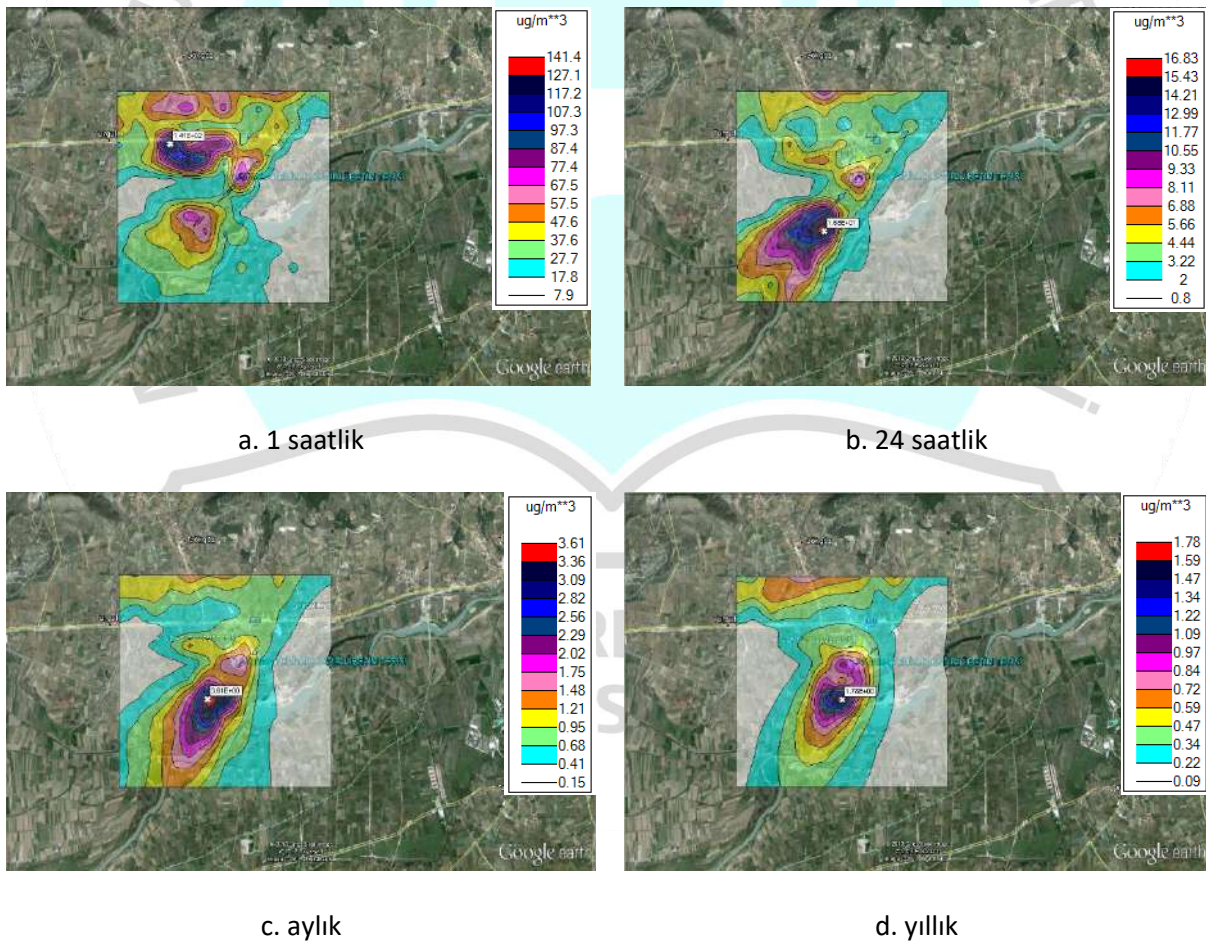
Tablo7’den görüldüğü üzere günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan hava kalitesine katkı (HKKD) ve KVD (kısa vadeli değer) değerleri sınır değerlerin oldukça altında olup tesisin toz parametresi açısından hava kirlenmesine katkısı aylık ve yıllık bazda %1’in altındadır. Günlük bazda ise yaklaşık %4 civarındadır.

Buhar kazanı bacasının dik çıkışlı, diğer bacaların yatay çıkışlı olması durumu için saatlik, günlük, aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonlar ve bu konsantrasyonların görüldüğü koordinatlar Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** PM<sub>10</sub> Kirleticisi için Maksimum Saatlik, Günlük, Aylık Yıllık Konsantrasyon Sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	141.36974	110725/20	264686.00	4488474.00	118.40
Günlük	1.	16.82547	110716/24	265186.00	4487224.00	72.40
Aylık	1.	3.60917	110731/24	265186.00	4487474.00	75.60
Yıllık	1.	1.77855	-	265436.00	4487474.00	75.10

Saatlik günlük aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktalar ve bu zaman dilimlerine ait konsantrasyon dağılımlarının simülasyonları ise Şekil 5’de verilmiştir.



**Şekil 5.** PM<sub>10</sub> için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı

### 3.2. Bütün Bacaların Dikey Çıkışı Olması Durumu

İkinci senaryoda tüm bacaların dikey çıkışı olması durumu dikkate alındığında toz parametresinin dağılımında ve konsantrasyonlarında değişiklik olup olmadığı incelenmiştir. Bu kapsamda 1 yıllık modelleme periyodunda toz parametresi için elde edilen günlük aylık ve yıllık ortalama değerler Tablo a ise yaklaşık %3 civarındadır

**Tablo9'**da verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere günlük, aylık ve yıllık bazda hesaplanan UVD ve KVD değerleri sınır değerlerin oldukça altında olup tesisin toz parametresi açısından hava kirlenmesine katkısı aylık ve yıllık bazda %1'in altındadır. Günlük bazda ise yaklaşık %3 civarındadır

**Tablo 9.** Tüm bacaların dik olması durumunda toz parametresi için hava kalitesi modellemesi ile elde edilen sonuçlar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

AYLAR	HKKD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	%Katkı Değeri	KVD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
OCAK	0.224	100	0.224	0.925	60
ŞUBAT	0.172		0.172	0.509	
MART	0.227		0.227	0.761	
NİSAN	0.186		0.186	0.537	
MAYIS	0.256		0.256	0.710	
HAZİRAN	0.373		0.373	0.906	
TEMMUZ	0.480		0.480	1.289	
AĞUSTOS	0.418		0.418	1.050	
EYLÜL	0.369		0.369	0.895	
EKİM	0.286		0.286	0.893	
KASIM	0.208		0.208	0.865	
ARALIK	0.258		0.258	0.903	
<b>YILLIK</b>	<b>0.288</b>		<b>0.288</b>	<b>0.729</b>	
<b>YILLIK*(24 SAAT)</b>	<b>2.687</b>		<b>2.687</b>	<b>6.064</b>	

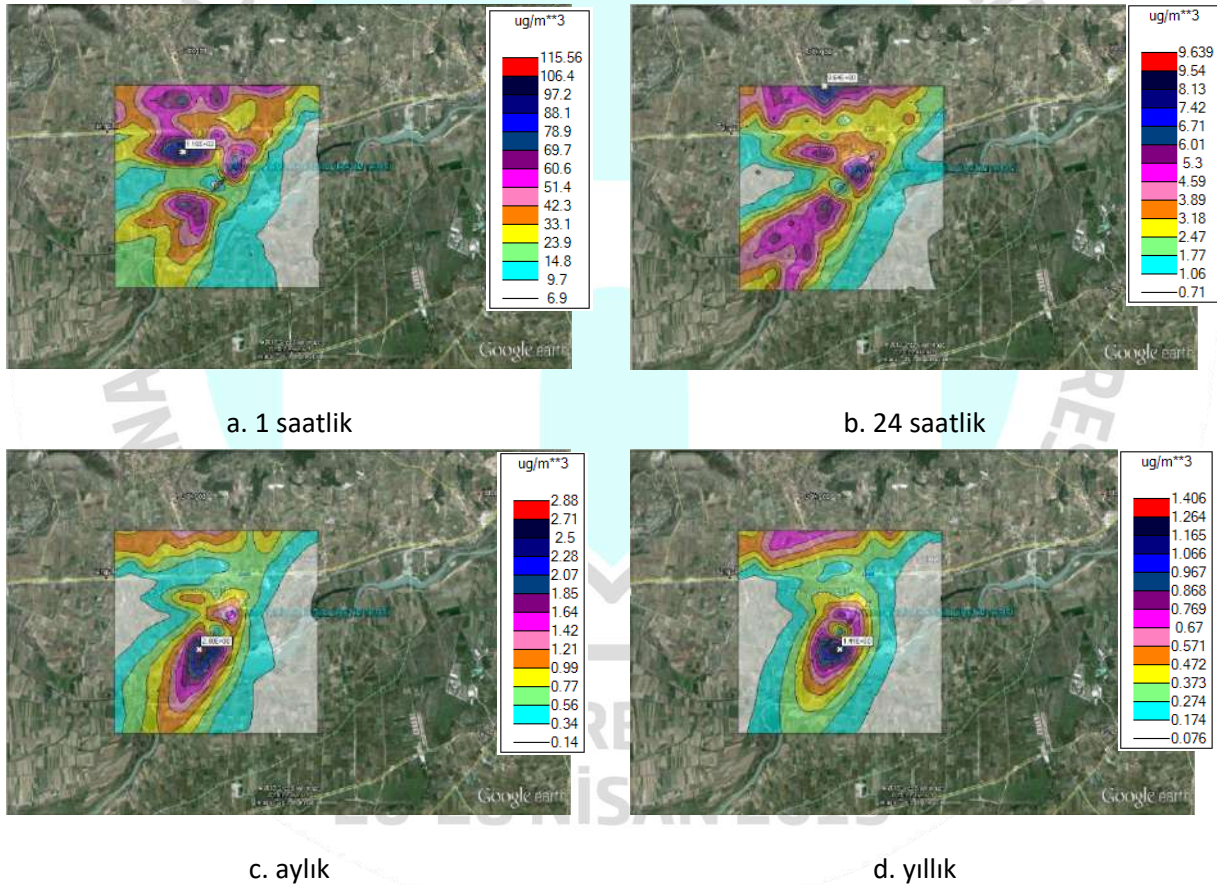
Tüm bacaların dik çıkışı olması durumu için saatlik, günlük, aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonlar ve bu konsantrasyonların görüldüğü koordinatlar Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Tüm bacaların dik olması durumunda  $\text{PM}_{10}$  Kirleticisi için maksimum saatlik, günlük, aylık yıllık konsantrasyon sonuçları

Zaman	Derece Sıralama	Konsantrasyon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tarih	Koordinatlar (UTM)		Topografik Yükseklik
			Yıl/Ay/Gün/Saat	X(m)	Y(m)	Z(m)
1 Saatlik	1.	115.55709	110619/01	264936.00	4488224.00	107.00
Günlük	1.	9.63854	111011/24	265186.00	4489224.00	157.00
Aylık	1.	2.87770	110731/24	265186.00	4487474.00	75.60
Yıllık	1	1.40644	-	265436.00	4487474.00	75.10



Saatlik günlük aylık ve yıllık bazda maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktalar ve bu zaman dilimlerine ait konsantrasyon dağılımlarının simülasyonları ise Şekil 6'da verilmiştir. Mevcut durumla, tüm bacaların dikey çıkışlı olması durumları karşılaştırıldığında, tüm bacaların dik hale gelmesi durumunda günlük bazda HKKD değerinin yaklaşık %24, aylık bazda ortalama %12, yıllık bazda ise %13 civarında düşeceği görülmektedir. Tablo 11'de verilen her iki durumda görülen 1 saatlik maksimum 30 konsantrasyonun karşılaştırmasına bakıldığında ise bacaların dik duruma gelmesi ile genel olarak saatlik maksimum konsantrasyonların 0.22 ile 34.88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında düşüş gösterebileceği görülmektedir. Maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktaların koordinatlarının ise bacaların dikey olması durumunda genel olarak kaynağa doğru yaklaştığı anlaşılmaktadır. Bu durum kirliliğin tesis alanında kalması açısından önemlidir.



**Şekil 6.** Bacaların dikey çıkışlı olması durumunda  $\text{PM}_{10}$  için maksimum konsantrasyon değerlerinin elde edildiği noktalar ve etki alanında konsantrasyon dağılımı

Her iki durum için elde edilen aylık ve yıllık HKKD ve % Katkı değerlerinin kıyaslanması Tablo 12'de verilmiştir. Tablo 12 incelendiğinde ocak ayında elde edilen HKKD değerinde değişiklik olmadığı ama bunun yanında diğer aylar ve yıllık bazda HKKD değerlerinde ise düşüş olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 11.** Toz parametresi için bir tek buhar kazanı bacasının dikey olması durumuyla bütün bacaların dikey olması durumunda 1 saatlik maksimum ilk 30 konsantrasyon değerlerinin karşılaştırılması

PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )						
Buhar Kazanı Bacasının Dikey, Diğer Bacaların Yatay Olması Durumu				Bütün Bacaların Dikey Olması Durumu		
#	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	X	Y	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	X	Y
1	141.3697	264686	4488474	115.5571	264936	4488224
2	126.9369	264936	4488224	92.0615	265686	4487974
3	92.0615	265686	4487974	91.84362	265186	4488224
4	91.8983	265186	4488224	83.69865	264686	4488224
5	90.26358	265436	4488474	78.98436	264936	4487474
6	84.2783	264686	4488224	78.11964	264936	4488974
7	83.1113	265186	4488474	73.56081	265436	4488974
8	78.98436	264936	4487474	71.20816	265186	4487224
9	78.11963	264936	4488974	67.12899	265686	4488224
10	73.56081	265436	4488974	66.73473	265436	4488474
11	71.20816	265186	4487224	63.9875	264686	4488974
12	67.12899	265686	4488224	63.79778	266186	4489224
13	63.98751	264686	4488974	62.62202	265186	4487474
14	63.79778	266186	4489224	61.68681	265936	4489224
15	62.62202	265186	4487474	60.97566	264436	4488974
16	61.68953	265936	4489224	59.70233	265936	4488224
17	60.97566	264436	4488974	59.44968	265186	4489224
18	59.70233	265936	4488224	59.3713	265436	4489224
19	59.44968	265186	4489224	58.15488	264686	4488474
20	59.3713	265436	4489224	57.96447	264686	4489224
21	57.96447	264686	4489224	57.70684	264936	4488474
22	55.49009	263936	4488724	56.57969	264686	4488724
23	53.95621	266436	4489224	55.49009	263936	4488724
24	53.34538	264936	4488474	53.94746	266436	4489224
25	52.17846	264936	4489224	52.17846	264936	4489224
26	51.00956	265186	4486974	51.00956	265186	4486974
27	50.83423	264936	4487224	49.8809	264436	4488224
28	50.46447	264436	4488224	49.14898	264936	4486974
29	50.05493	266186	4488724	48.71712	264686	4487474
30	49.14898	264936	4486974	48.43112	265686	4489224

**Tablo 12.** Her iki durum için elde edilen aylık ve yıllık HKKD ve % Katkı değerlerinin kıyaslanması.

AYLAR	SENARYO			
	Buhar Kazanı Bacasının Dikey Çıkışı Diğer Bacaların Yatay Çıkışı Olması Durumu		Bütün Bacaların Dikey Çıkışı Olması Durumu	
	HKKD $\mu\text{g}/\text{m}^3$	%Katkı Değeri	HKKD $\mu\text{g}/\text{m}^3$	%Katkı Değeri
Ocak	0.244	0.244	0.224	0.224
Şubat	0.194	0.194	0.172	0.172
Mart	0.257	0.257	0.227	0.227
Nisan	0.213	0.213	0.186	0.186
Mayıs	0.306	0.306	0.256	0.256
Haziran	0.422	0.422	0.373	0.373
Temmuz	0.570	0.570	0.480	0.480
Ağustos	0.476	0.476	0.418	0.418
Eylül	0.428	0.428	0.369	0.369
Ekim	0.331	0.331	0.286	0.286
Kasım	0.226	0.226	0.208	0.208
Aralık	0.292	0.292	0.258	0.258
Yıllık	0.331	0.331	0.288	0.288

## SONUÇ

Mevcut durumda ve tüm bacaların atmosfere dik açılması durumunda da tesisten kaynaklanan  $\text{PM}_{10}$  parametresi kütleli debisi SKHKKY EK-2 Tablo 2.1'de verilen kütleli debi sınır değerlerinin altında kalmaktadır.

Bacaların atmosfere dikey olarak açılması durumunda yatay olarak açılması durumuna göre HKKD ve % katkı değerlerinde bir miktar azalma olduğu görülmektedir.

Maksimum konsantrasyonların görüldüğü noktaların koordinatlarının ise bacaların dikey olması durumunda genel olarak kaynağa doğru yaklaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum kirliliğin tesis alanında kalması açısından önemlidir.

## KAYNAKLAR

Breeze Software 2019. Aermom. <https://www.breeze-software.com/software/AERMOD>, Erişim tarihi: 22.04.2019.

CGIAR-CSI, 2019. SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. <http://srtm.csi.cgiar.org/>, Erişim tarihi: 22.04.2019.

EPA, 2019. Amerikan Çevre Ajansı Web Sayfası. <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod>, Erişim tarihi: 22.04.2019.

Ezgi ERDOĞAN,2012; Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinde Modellerin Kullanımının Karar Verme Sürecindeki Rolü, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 03.07.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27277, Çevre ve Orman Bakanlığı.

## KÖMÜRÜN HAYVAN DİŞKISI VE ATIK ODUN İLE PELETLERENEREK MİKRODALGA AUGERFİRINDA YAKILMASI

**Dr. Yıldırım İsmail Tosun**

Şırnak Üniversitesi

### ÖZET

Ortalama katı konsantrasyonunun 0,1 - 0,2 ton / m<sup>3</sup> olduğu, modifiye auger reaktöründe kömür peletleri yakılabilmektedir. Reaktörde kalma süresi koşullarının biyokütle atıklarının ve kömürün ısıl yanmasına bağlıdır ve% 60-70 fazla miktarda hava ile karıştırılması için yeterince uzun temasını geliştirildiği ideal mikrodalga yanma kazanı tasarlanmıştır. Taşınan kömür ve atık olmadan modifiye auger kazanda iç sirkülasyon koşulları oluşturmak gereklidir. Bu çalışmada yanma sonunda% 90-95 yanma verimi gözlenmiştir. Biyolojik atıkların toplam ısı değerleri, hayvan dışkısı için yaklaşık 14.8 kJ / kg ve pelet de bu değer 17 kJ/kg a çıkartılmıştır. Mikrodalga ile modifiye auger yanması için orman odun atıkları için 16.2 kJ/kg tutuşmayı kolaylaştırmıştır. Yörede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını özellikle biyokütle ve güneş enerjisi kullanımını artırmak için gerekli düzenlemeler yapılmaktadır ve devlet teşviki için çeşitli hedefler vardır. Güneydoğu Anadolu'daki potansiyel yüksek ormanlık alanların bilinen biyokütle alanı göz önüne alındığında atığın orta-düşük ısı kaynaklarına sahip olduğu görülmektedir. Ülkemizde yatırımı açısından biyokütle kaynaklarının önemli bir yeri vardır. Düşük ısı atığı, atık ısı için mükemmel bir kaynak olacaktır ve kıyaslandığında, atıkların mikrodalga yanması tasarruf sağladığı gibi % 60-70 termal performanslara ulaşabilmektedir.

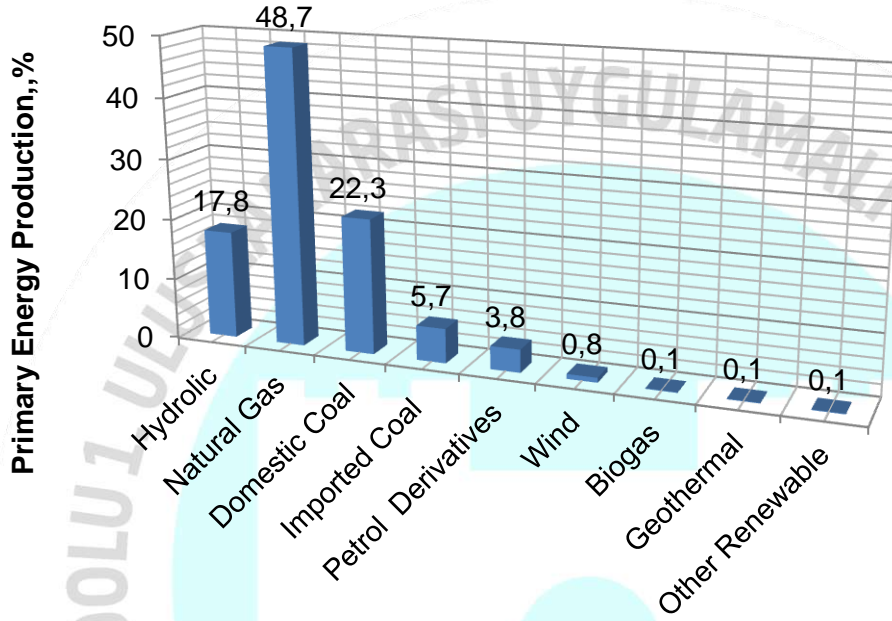
**Anahtar Kelimeler :** mikrodalga auger, biyokütle, mikrodalga yanma, ko-yanma.

### 1.GİRİŞ

2011 yılında neredeyse 211TWh olan toplam elektrik, öncelikle ithal doğal gaz ve yerli kömürden üretilmiştir [1,2] (Şekil 1). Şırnak'ta rezerv ve üretimdeki toplam asfaltit kaynağı miktarı sırasıyla 82 milyon ton mevcut asfaltit rezervi ve yılda 400 bin tondur. Günümüzün modern teknolojilerinde temiz kömür ürünleri için en etkili ve uygun maliyetli teknolojilere ihtiyaç vardır [3-7]. Türkiye kömür endüstrisi, yüksek kapasiteli selülozik atık biyokütle



araştırmaları ile ilgili çeşitli yerel kaynaklarla asil yanma ve gazlaştırma teknolojilerine ve düşük maliyette yüksek performansa ihtiyaç duymaktadır. Biyokütle kullanarak işleme teknolojileri yakıt tarafına katkısı olmalı [8-10]. Baz linyit üzerindeki yakıt kaynaklarının niteliği ve özellikleri proses kullanımını belirgin şekilde etkiler. Değerli temizlenmiş ürünler üreten görünümde, bu amaç için piroliz ve linyitin gazlaştırılması yönetilmektedir [11,12].



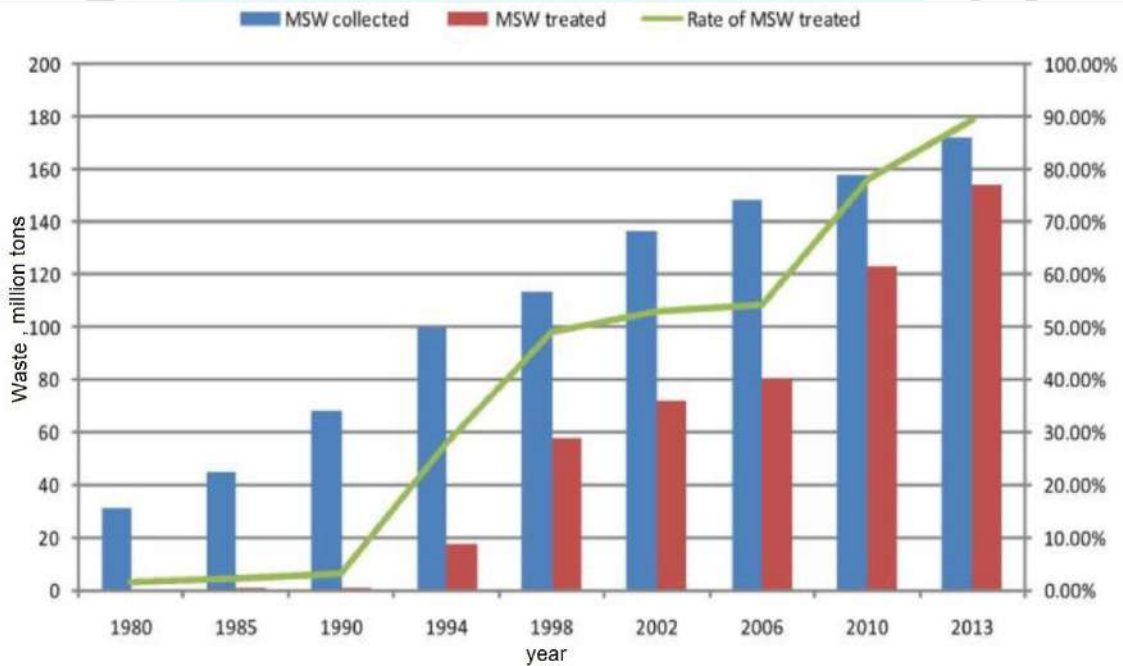
Şekil 1. Türkiye'de Birincil Enerji Üretimi: Doğal Gaz, Kömür, Biyokütle [1,2].

Enerji üretiminde ileri düzeyde kaynak kullanımına bağlı olarak, düşük kaliteli kömürler en ekonomik teknolojiye ihtiyaç duyuyor ve kömür kaynaklı ürünler üretmeyi mümkün kılıyordu [11-13]. Günümüzün modern teknolojisinde çevresel kömür pirolizi veya çeşitli kömür türlerinin gazlaştırılması, uygulanabilir yanma sistemleri ve enerji üretim tesislerine uyulması gerekmektedir. Ayrıca, sıvı ve gaz kömür yakıtlarının üretimini de mümkün kılar [14]. Bununla birlikte, ham maddeler ve bunların kimyasal yapısı çeşitli adaptasyon yöntemleri gerektirir. Bu amaçla, pilot ölçekte gerekli temel bilgileri sağlamak için birlikte çalışmak isteyen üniversiteler ve endüstri. Böylece, belirli bir katı yakıt katkı maddesi karışımı karışımıyla daha yüksek performans elde edilebilir. Pirolizde tercih edilen ileri bir tasarım, ülkenin yerel bölgesinde temiz kömür yakıtları üretebileceğinden öylesine önemli ki, en yüksek kalitede kömür yakıtları elde edilmesi gerekebilir.

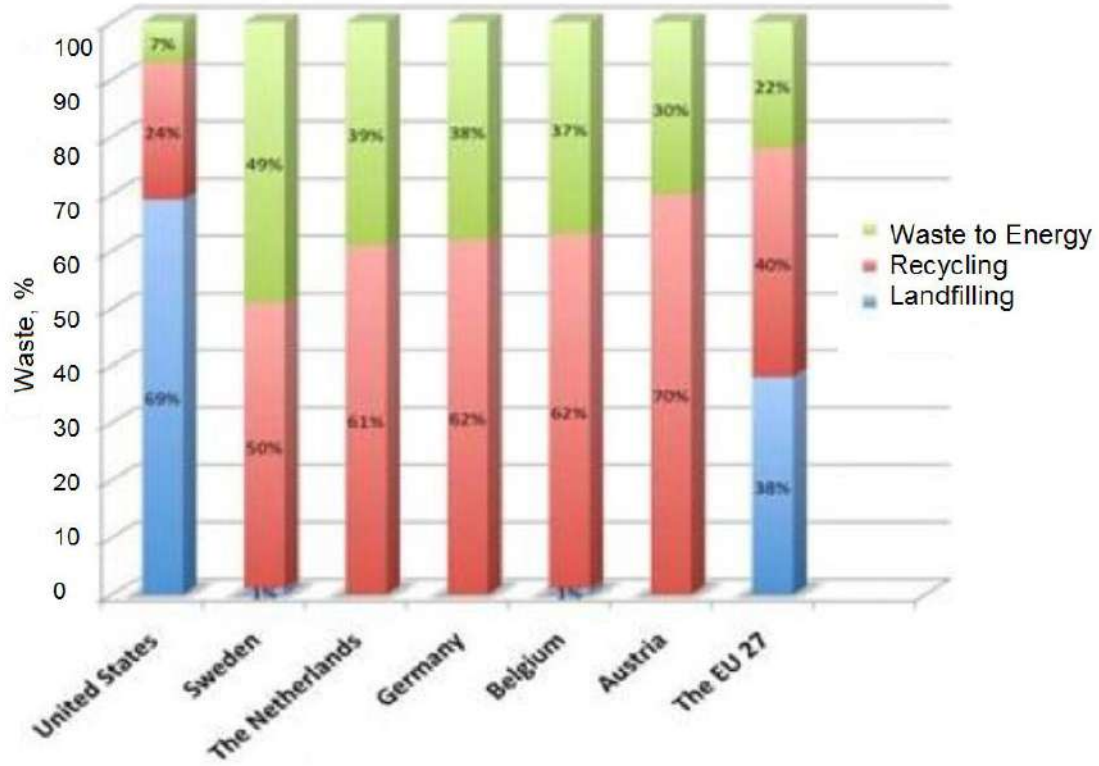
Endüstride birçok alanda, düzenli olarak yüksek kapasiteli belediye atıkları ve selülozik biyokütle atıkları kullanılsa bile, biyo-kütle ve linyit üretimi için birçok işaret vardır (Şekil 2) [14]. Çin'de 2013 yılında toplanan ve geri dönüşüm veya dolgu maddesi olarak değerlendirilen toplam 176 milyon ton belediye atığı% 87'nin üzerinde bir artış göstermiştir. Yanıcı atık miktarı enerji ihtiyacında da değerlendirilebilir. Hayvan gübresi ve yanıcı belediye atığı kullanan işleme teknolojileri, European ülkelerinde enerji üretimi için yakıt tarafına katkıda bulunmalıdır (Şekil 3) [15] (AÇA, 2016). İsveç'teki toplam belediye atığının% 49'u 2014 yılında enerjiye dönüştü ve bu oran sırasıyla Hollanda, ABD ve AB27 için% 39,% 7 ve% 22 idi.

Enerji üretiminde ileri teknolojik gelişmelere dayanarak, düşük kaliteli belediye atıkları en ekonomik teknolojilere ihtiyaç duydu ve hatta ABD'de Şekil 4'te gösterildiği gibi çeşitlendirilmiş kaynak olarak atıklardan elde edilen yakıt ürünlerinin üretilmesini mümkün kılmak için (ABD Çevre Koruma Ajansı 2015) ) [16]. 2015 yılında ABD'de toplanan toplam atığın uygun bir şekilde ayrılmasının ardından, yanıcı belediye atık oranı, kağıt ve kartonlar olarak% 27,0'a, ek olarak kurutulmuş gıda atıkları% 14,6 ve bahçe atıkları% 13,5'e ulaşmıştır.

Doğası gereği, çevre olarak kabul edilen linyitin [17,18] yıkama ve işleme özellikleri kullanım ve sınıflandırmada belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Yüksek değerli temizlenmiş ürünler üretmek için linyitin pirolizi ve gazlaştırılması bu amaçla yönetilir.

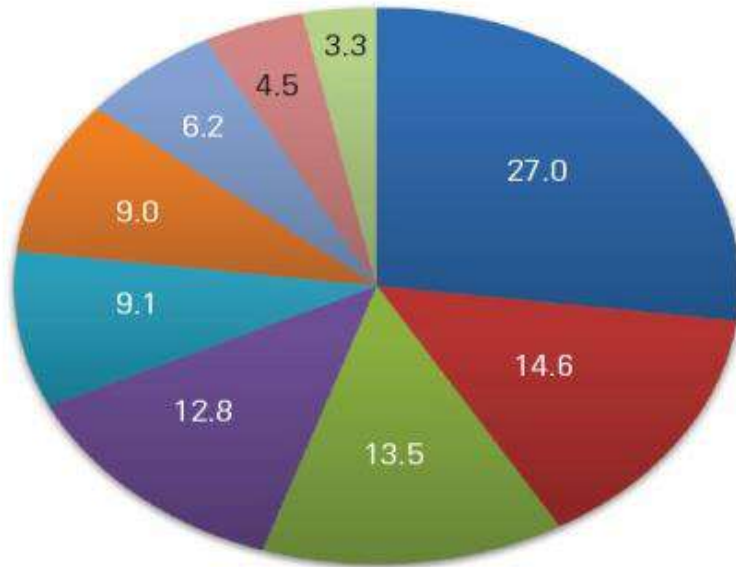


Şekil 2. Çin'de 1980'den 2013'e kadar belediye katı atık (MSW) yönetimi [14]



Şekil 3. Enerji Üretimi ve Ülkelerin Avrupa Atıklarına Göre Dağılımı [15]

■ Paper ■ Food ■ Yard waste ■ Plastics ■ Metal  
 ■ Rubber, leather, textiles ■ Wood ■ Glass ■ Other



Şekil 4. Çeşitli atık yakıtların dağıtılması, bir enerji kaynağını, yakıt ayrıştırmasını ve başarılı bir şekilde işlem yapmak üzere ayırmayı temsil eder. [16] (ABD Çevre Koruma Ajansı 2015)

Günümüzün modern teknolojisinde çevresel kömür pirolizi veya çeşitli kömür türlerinin gazlaştırılması, uygulanabilir yanma sistemleri ve enerji üretim tesislerine uyulması gerekmektedir, ayrıca sıvı ve gaz kömür yakıtlarının üretimini mümkün kılar [19]. Ancak, tarımsal atık maddeler ve bunların kimyasal yapısı çeşitli adaptasyon yöntemleri gerektirir. Bu amaçla, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarının, laboratuvarında ve pilot ölçekte gerekli temel bilgileri sağlamak için onları işleme gerekir. Gazlaştırma ve metanasyonda uygulanabilir işlem kullanan yöntemler, yerel alanda temiz türev gaz yakıtları üretebilir. Bu yüzden, önemli tasarım çalışmalarının türevleri atıklardan ve mevcut yenilenebilir kaynaklardan elde etmesi gerekir.

### TÜRKİYE'NİN TARIM BİYOMASS ATIK POTANSİYELİ

Türkiye'de, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, yerel makamlardan alınan yıllık ve çok yıllık mahsullerden elde edilen atık miktarının; Her bir ürünün üretim miktarı ve yüzölçümü verileri kullanılarak hesaplanır.

veya 2002-2003. Ülkemizde tarımsal üretim atıkları genellikle alanda kalmaktadır. Tahıl samanı çeşitli amaçlar için kullanılır, örneğin hayvan yemi, hayvan kumu olarak kullanılır [10]. Tarımsal ürün üretiminden kaynaklanan asıl atık, endüstriyel ekim alanlarının dinlenmesine izin verilmektedir. Bu tür atık pamuk sapsarı, mısır sapsarı, ayçiçeği sapsarı, saman ve tütün sapsarı atık vs.'dir. Toplam atık miktarı Tablo 1'de verilen teorik ve gerçek değerlere ayrılmıştır [8,9] (TSI, 2013, TAM) , 2014). Türkiye'de tarla bitkilerinin yıllık toplam üretimi ve atık miktarları Çizelge 2'de verilmektedir.

**Çizelge 1.** Şırnak'ta Biyo atıkların yıllık toplam üretimi ; atık türü ve atık miktarları.

Atık Türü	Atık İstatistikleri		
	Isı Değeri,kJ/kg	Teorik milyon ton/yıl	Reel, milyon ton/yıl
<b>Plastikler</b>	18200	0.6	0.3
<b>Karton</b>	17600	2.4	1.6
<b>Hayvan Dışkı</b>	13500	22	9
<b>Toplam</b>	18000	25	10.9

Mısır silajının toplam ısı değeri, mısır atığı yaklaşık 16,8 kJ / kg ve yer fıstığı kabuğu atığı için 20,2 kJ / kg idi. Toplam termal değerlere göre, temel ürünler mısır, buğday ve pamuk idi



ve termal oran değerleri sırasıyla% 33.4,% 27.6 idi. Tablo 1'de verildiği gibi, Türkiye'deki bahçe bitkileri atıklarının toplam üretimi daha düşüktü. Bununla birlikte, tohumların toplam termal değeri sırasıyla 17,2 ve 17,5 kJ / kg olan plastik ve karton atıklarıyla karşılaştırıldığında yaklaşık 21,5 kJ / kg idi. Özellikle, tohum atıklarının toplam kalorifik değeri, en yüksek% 56.3 oranına sahip fındık kabuğu ve ardından gelen atıklar ise zeytin tohumu ve% 25.2 oranındadır. Şırnak'ta üreyen hayvan sayısına göre, teorik hayvan atığı miktarı Tablo 2'de verilmiş olup, Türkiye'de inek, koyun ve kümes hayvanı için atık miktarları yılda yaklaşık 13, 30 ve 26,5 milyon tondur. fiili geri kazanılan hayvansal atık kapasitesi sırasıyla 0.2, 0.1, 0.008 milyon ton idi. Toplam teorik orman, çalı ve odun atık miktarı, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde sırasıyla 6, 0.6 ve 0.49 milyon ton idi. Toplam içerik% 65 katı içeriyordu ve bölgedeki doğrudan ev ısıtmasında kullanıldı. Orman ve çalı odun atıklarının gerçek geri kazanımları sırasıyla% 3 ve% 13,% 99 arasında değişmektedir. Muhtemel istatistikler orman ve çalı atıklarının mevcudiyeti ile belirlenmiştir [19,20]. Böylece Şırnak'ın inekleri, koyun ve kümes hayvanı atıklarının yıllık toplam kalorifik değerinin yaklaşık 48, sırasıyla 3 ve 0.7 MJ olduğu tespit edildi.

**Çizelge 2.**Toplam belediye atık ürünleri miktarı Türkiye'de 2012 yılında teorik ve fiili değerlere ayrılmıştır.

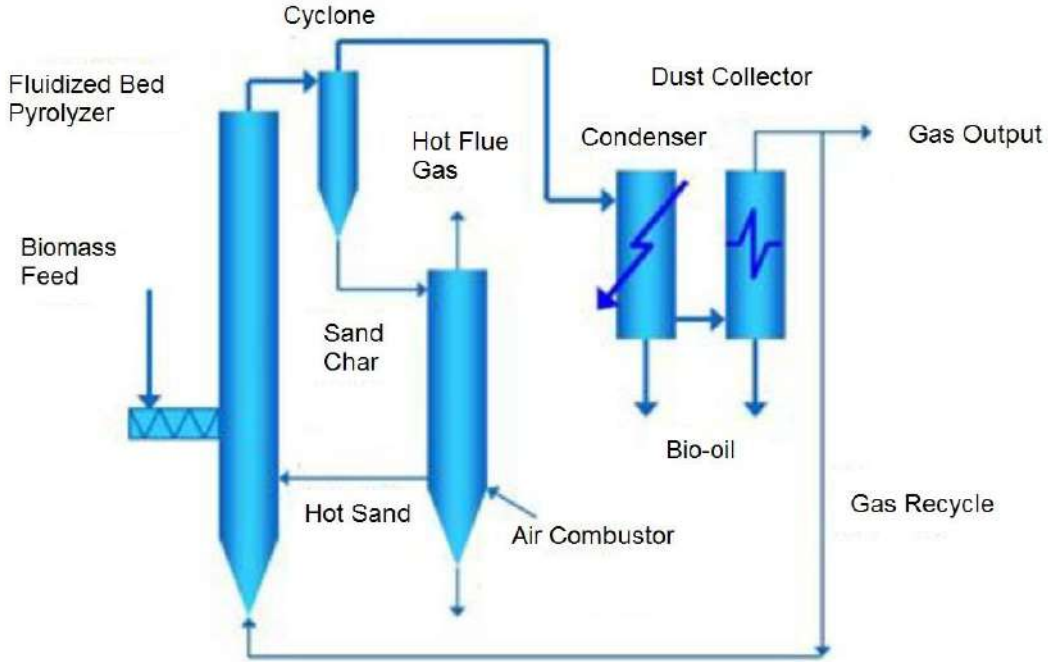
Waste Type	Waste Statistics		
	Heat Value,kJ/kg	Theoretical, 1000ton/year	Actual, 1000ton/year
<b>Plastic</b>	17200	2.1	1.3
<b>Cardboard</b>	17600	2.4	1.6
<b>Cow, SheepWaste</b>	13400	20	11
<b>Forest Waste</b>	18600	60	33
<b>Total</b>	17000		

Ek politika araçlarını daha iyi rekabet etmek ve pazarlamak için bu yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu, potansiyel politika araçlarına göre Türkiye'den çıkarılan sonuçları inceleyerek AB enerji politikasının ve hukukunun şunları içerdiğini vurgulamalıdır: ülke, garantilerden sapma belirtilen amaç yenilenebilir enerji kaynakları dahil olmak üzere iç hedeflere, bir yıla kadar verilen, iç piyasa brüt enerji tüketiminde belli bir payın (yaklaşık% 10) hedef alması gereken politika ve mevzuatı belirlemesi gerekir. Bunlar yenilenebilir kaynaklardan elde edilir ve ısıtma için elektrik gücü ayrı ancak bütünleşik hedefler içerebilir. Bu politikalar ve kanunlar sadece biyokütle için ayrıdır, fakat aynı zamanda entegre bir hedef

içerebilir. AB'de yenilenebilir kaynakların tüm kullanımı, biyokütle için% 12 pazar payına ulaşma hedefinde% 300'e çıkarılmalıdır. Ülke dahilinde belirtilen amaçlardan teminattan sapma olan iç hedeflere, biyolojik yağ bazlı yakıtlar, bir yıla özgü, ulaştırma petrol ve dizel akaryakıt pazarında kullanılan, politika veya yasaları belirleme hedefi olan belli bir payın kaldırılması gerekir. . Türkiye'deki enerjiye gelince, uygun potansiyel piyasa araçları şunları içermektedir: biyokütle kaynaklı elektrik, ulaşım yakıtlarında ısıtma ve / veya kullanılan, vergi indirimleri veya muafiyetleri, esnek krediler, düşük faizli krediler, kredi garantileri, mülk ilk işletme sübvansiyonları veya hibeleri ve ilgili hizmet indirim ve diğer finansal destek mekanizmalarını kullanmak isteyen tüketiciler için. Sonsuza kadar devam etmek için potansiyel bir devlet desteği piyasa aracı gerekli değildir. Kalkınma sırasında yatırımcı güvenini yeni kazandılar ve sürdürdüler ve önemli olabilirler.

### ATIK PİROLİZ VE YAKMA

Kömür pirolizi ve gazlaştırılması üzerine önemli araştırmalar yıllar içinde gerçekleştirilmiştir, ancak piroliz sonuçları, kömürün karmaşık kimyası nedeniyle geniş çapta dağılmıştır [15-19]. Zamana bağlı kömür pirolizi modellemesi temelde birinci dereceden kinetik denklemleri veya ısıtma oranına daha az duyarlı olduğunu varsaymaktadır [19, 21]. Diğer dağıtılmış aktivasyon modeli, ısıtma oranına bağlıdır. Son iki daha gelişmiş modelde, temel olarak kömür özelliklerine bağlı olan ancak aynı zamanda bir dereceye kadar, ısı ve kütle transfer fenomenlerinin etkisini kapsayan, sırasıyla üç ve dört sabite ihtiyaç duyulmaktadır [22,23]. Aktivasyon enerjisinin ve literatürde belirtilen üstel faktörün farklı değerlerinin ve genel olarak geçerli verilerin bulunmamasının nedeni budur. Kömür kömürü gazlaştırma durumunda da aynı durum söz konusudur. Kömürün tepkime hızı, esas olarak kömür tipi, külün katalitik etkisi ve kömürün iç yüzeyinin gelişmesiyle birlikte tepkime süreci boyunca değişen kömürün özel yüzey alanını içeren kimyasal ve fiziksel faktörlerden etkilenir. [23] (Wictorson ve Wanzl, 2000). Akışkan yataktaki biyokütlenin yanması ve hızlı pirolizi, Şekil 5'de gösterildiği gibi gazlaştırma ve enerji ürünleri için pilot tesis ölçeğinde yönetildi [24,25].



Şekil 5. Biyogazın akışkan yataklı pirolizi, syngas, bio oil ve daha az char üretimi için [24,25]

Partiküllerin küresel olduğu varsayılır ve reaksiyon sırası  $n = 1$ 'dir. Modeldeki denklemlerin 1 kg partikül evrimi anlamına geldiği belirtilmelidir (N parametresi ile gösterildiği gibi, kg kömür başına partikül sayısı. ). Tek char oksidasyon ürünü olan CO<sub>2</sub>'li tek bir film modeli uygulanır. CO<sub>2</sub> oksidasyonunun partikülden uzakta gerçekleştiği varsayılmaktadır. Partiküllere doğru oksijen akışı ve partikül yüzeyindeki kısmi basıncı [22] 'den sonra hesaplanır (Wei-Biao ve Quing-Hua, 2001). Hem difüzyon (Fick'in yasası) hem de Stefan akışı (net dışa taşınım akışı nedeniyle) bu iki parametreyi hesaplar. Ardından, oksijen tüketimi ve taşınım şekli:

$$m = \frac{-dO_2}{dt} \quad (1)$$

$$k = Ap_{O_2} e^{-\frac{E}{RT^2}} \quad (2)$$

Gazlaştırma alt modeli, kömürün buharlaştırılması ve gazlaştırılması için az önce sunulanıne benzer; bu işlemin simülasyonuna uyarlanmış kütle ve enerji dengeleri. Yine, CO<sub>2</sub>'de kömür gazlaştırma için devolatilizasyon ve görünür kinetik için tek aşamalı bir model kullanılır. Bununla birlikte, şimdi yüzeydeki CO<sub>2</sub> kısmi basıncına göre reaksiyon sırası, m, t döneminde sabit değildir ve deneysel verilerden elde edilecektir:

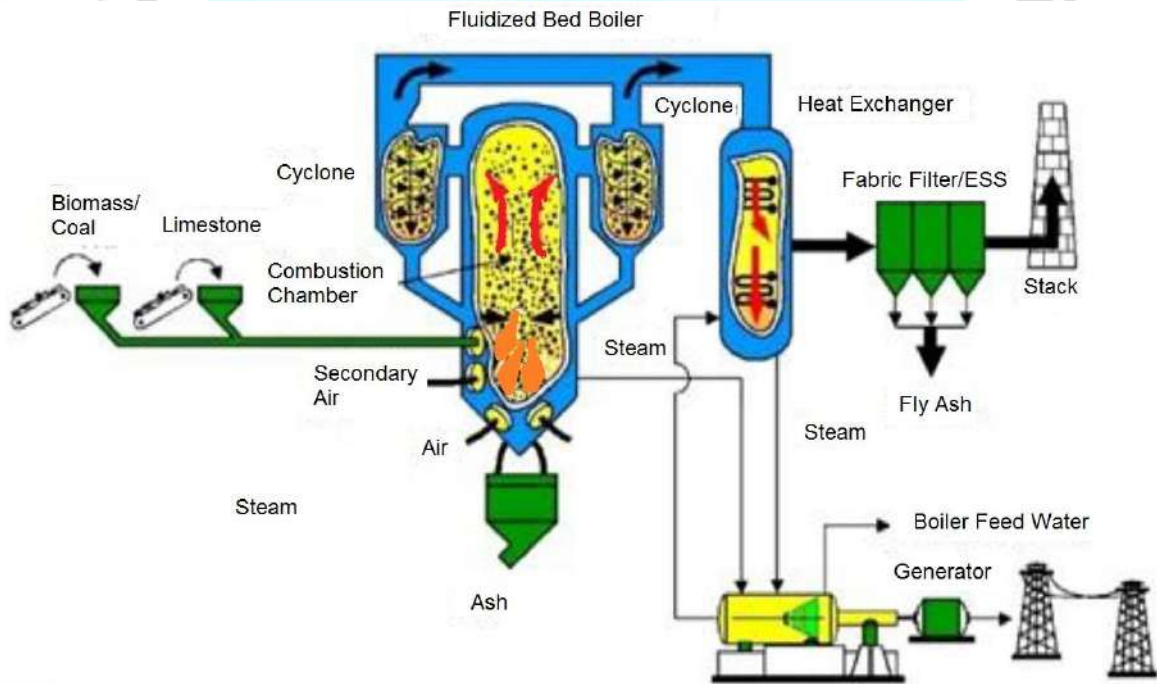
$$m = \frac{-dC}{dt} \quad (3)$$

$$m_{CO_2} = \frac{m_{C_0} - m_{C_t}}{m_{C_0}} \quad (4)$$

Yanma modelinde olduğu gibi, pCO<sub>2</sub>'yi hesaplamak için hem difüzyon hem de Stefan akışı göz önünde bulundurulur; m<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> ve Dufour etkisi, bu durumda tepkime hızı k ile konvektif ısı akışının (Denk. 4) hesaplanmasına dahil edilir.

### AKIŞKAN YATAKTA BİYOKÜTLE, BİYOATIK, YAĞ VE KÖMÜRÜN YANMASI

Kömür yanması ile ilgili önemli araştırmalar yıllar içinde gerçekleştirilmiştir, ancak atık yanma sonuçları, karmaşık atık kimyası nedeniyle yaygın olarak dağılmaktadır [26-34]. Zamana bağlı kömür yakma modellemesi temelde birinci dereceden kinetik denklemleri ya da ısıtma hızı için daha az hassas olduğunu varsaymaktadır. Temel olarak kömür özelliklerine bağlıdır, ancak bir dereceye kadar ısı ve kütle transfer olaylarının etkisini de kapsar. Ünitadaki temiz emisyonlar için akışkan yataklı yanma tercih edilir. Piroliz ve gazlaştırma, kömür, atık ve biyokütleden çok temiz bir kazanç sağlamıştır [35-41]. Şekil 6'da görüldüğü gibi, kömür ve biomass atıkları yanma sistemine çamur olarak beslenmektedir, ancak buharlaşma ısı kazanda ısı olarak kaybedilmektedir.



Şekil 6. Yanma için Kömür ve Biyokütlenin Akışkan Yatak Yanma Reaktörü



## YÖNTEM VE MATERYAL

Bu proje yaklaşımı, temelde, sürecin kendisinin tüm özel özelliklerle birlikte biyokütle yanma reaksiyonlarının yolu için belirleyici bir faktör olduğunu varsayar. Bu nedenle yanma sırasında stoklayıcı bir kazan modeli kullanılmış ve ağırlıkça% 10-30 oranında kömür içeren bir biyokütle karışımı kullanılmıştır. Biyolojik atık tipinin kimyasal analizi Tablo 3'te verilmiştir. Kazan içerisindeki yanıcı atık ve kömür atıklarının tüketimi ağırlık olarak belirlendi ve buharlı su ceketlerinde çıkış sıcaklığı artışı ölçüldü, böylece entalpi kullanımı su akış hızı ile hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Yanıcı biyo-atıkların kısa analizi

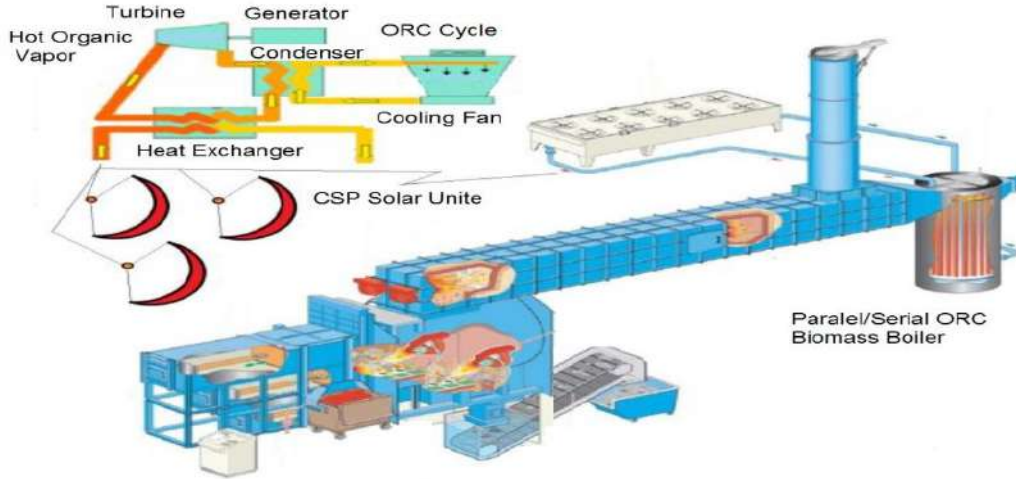
Weight(%)	Wood Waste	Trash	Cow Waste	Poultry Waste	Corn Waste
<b>Moisture</b>	41.26	29.26	24.2	21.6	10.26
<b>Ash</b>	1.07	9.7	4.25	3.34	1.07
<b>Fixed Carbon</b>	25.08	25.08	25.08	25.08	45.08
<b>Volatile Matter</b>	74.59	74.59	64.59	64.59	54.59
<b>Calorific Value (kcal/kg)</b>	1430.1	1630.5	1760.8	1930.2	3780.2

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu bölgesi, Şırnak, Siirt Hakkari ve Batman'ın hayvan atık türlerini incelemiştir. Temsili örnekler yerel bölgelerden alınmış ve kalorifik değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Şırnak'ta yıllık toplam hayvan atığı üretimi ve atık miktarları.

Waste Type	Waste Statistics		
	Heat Value,kJ/kg	Theoretical, 1000ton/year	Actual, 1000ton/year
<b>Cow</b>	15200	25.4	12.3
<b>Sheep</b>	14600	2.3	1.6
<b>Poultry</b>	13700	0.7	0.4
<b>Total</b>	14200	28.4	13.3

Alfa Makine, Şekil 7'de gösterildiği gibi biyolojik atıklara ilişkin elektrik için yarı mobil belediye çöp yakma fırını [30] teklif etti.



Şekil 7. Alfa Makine Kazan A.Ş. tarafından tasarlanan Entegre CSP ve Mobil Biyolojik Atık ve Biyogaz Yanma Üniteleri [30]

Hem yakma tesisindeki birimler hem de 100.000 ton / yıl kapasiteli mobil tesisler ve 1.000.000 ton / yıl kapasiteli entegre tesisler için sermaye maliyeti değerleri firmanın teklifi ve maliyet hesaplamaları ile belirlenmektedir. Yanma ve yakma tesisinin maliyet değerleri aşağıda Tablo 5'te verilmektedir.

## SONUÇ

Entegre yakma tesisi için 1 milyon ton / yıl kapasiteli sermaye yatırım maliyeti 71 milyon \$ iken, 2 milyon ton / yıl yakma kapasitesi maliyeti üçe katladı. Bölgede zaten yüksek kapasiteli yakma tesisinin tasarımı, kaynakların yetersizliği ve kaynak fonları elde etmenin imkansızlığı nedeniyle değerlendirilmemiştir, böylece yüksek ölçekli tesisler mümkün değildi. Yarı mobil 100.000 ton / yıl kapasiteli santral için, firmaların birim maliyetlerine bağlı olarak Tablo 5'de verildiği gibi yaklaşık 14 milyon \$ olarak belirlenmiştir.

Semi-Mobile tesisi ve entegre tesis işletme maliyetleri, mevcut fiyatlara ve Marshall Swift Ekipman Endeksi'ne göre hesaplandı. Tablo 5'de ve yarı mobil bitki işçiliğinde verildiği gibi, göreceli bakım açısından avantajlar sağlayacaktır. Semi-Mobile tesislerinin işletme maliyeti düşük ısı veya ıslak atık yakma için yaklaşık 25 \$ / ton ve 45 \$ / ton idi. Entegre iki aşamalı torrefaction ve daha uzun sürede yönetilen piroliz / veya gazlaştırmanın işletme maliyeti için tesis maliyeti 63 \$ / ton'a yükseldi ve diğer emisyon kontrol ünitelerinin uygulanmasıyla bu maliyetin üzerinde arttı.

Mobil santral ve entegre tesis işletme maliyetleri ve enerji üretimi (% 70 ve % 60 termal verim yakıt verimliliği) bağlanacağı hesaplandı. Mobil santralin sermaye maliyeti, yakma tesisi kapasitesi ile Şekil 8'de gösterildiği gibi değişmiştir. 100.000 ton / yıl ile 22 aylık bir küçük sermaye yatırımının geri dönüş döneminde, Şekil 8'de gösterildiği gibi işletme işletmesi düşük olan entegre tesis için daha fazla gelir elde edecektir. 36 aylık süre yatırımın geri dönüşü için çok avantajlı olacaktır.

Yenilenebilir enerji sektörünün yatırım projeleri riskini azaltmak için, halkın uygun finansal destek geliştirmesi gerekiyordu. Yenilenebilir kaynaklar için potansiyel pazar araçları önerildi:

- Finansal teşvikleri destekleyen (örneğin doğrudan hibeler, krediler ve / veya sübvansiyonlar) tarımsal yan ürünlerin daha iyi kullanılması;
- Olumsuz çevre vergileri ve cezaları kullanarak çevre dostu bir şekilde depolanacak tarımsal atıkların veya tarımsal atıkların yerlerini çöpe atmak;
- Biyokütle kaynaklarından üretilen elektrik, biyoyakıt vergi muafiyetlerinin ısı ve / veya vergilendirilmesi veya muhasebeleştirme seviyesinin düşürülmesi;
- Özel krediler, ilk çalıştırma tesisini sübvansiyonlar ve / veya enerji yatırımlarıyla ilgili finansal destek mekanizmaları olarak ödenekler.

### **Kaynaklar**

- [1].TKI, 2009, The Turkish Ministry of Energy, Energy, Dept., Lignite Coal Report
- [2].TTK, 2009, The Turkish Ministry of Energy, Energy, Dept., Hard Coal Report
- [3].Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford
- [4].Shadle LJ, Monazam ER, Swanson ML. Coal gasification in a transport reactor. Ind Eng Chem Res. 2001;40:2782-2792
- [5].Sharma A, Saito I, Takanohashi T. Catalytic steam gasification reactivity of hypercoals produced from different rank of coals at 600-775 °C. Energy & Fuels. 2008;22:3561-3565.
- [6].Jess A, Andresen A-K. Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; 2009. doi:10.1016/j.fuel.2009.09.002 Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.

- [7].Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.
- [8].TSI,2014, Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, 2014, <http://www.tuik.gov.tr>
- [9].TAM, 2014,Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı İstatistikleri, <http://www.tarim.gov.tr>
- [10]. Akpınar, N and Şen, M,1987, Kentsel katı atıklardan enerji üretimi, Enerji Enstitüsü
- [11]. IEA, 2007, IEA Coal Research Ltd, Clean Coal Technology Report, ( A.J. Minchener and J.T. McMullan)
- [12]. IEA, 2012, World Energy Outlook
- [13]. Çakal, G.Ö. H. Yücel, A.G. Gürüz, 2007, Physical and chemical properties of selected Turkish lignites and their pyrolysis and gasification rates determined by thermogravimetric analysis, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Volume 80, Issue 1, 262–268
- [14]. NBSC, 2014, National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook; China Statistics Press: Beijing, China, 2014.
- [15]. EEA, 2016, European Environmental Agency Waste Statistics, Municipal Waste Management, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment>
- [16]. US EPA, 2015, Facts and Figures of Waste Management [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/panelizersidemswimage2014\\_0.jpg](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/panelizersidemswimage2014_0.jpg)
- [17]. Denison, R. A. , Ruston, J., 1990, Recycling and Incineration: Evaluating the Choices, Island Press, Washington, D.C., 322 p, ISBN No.:1-55963-055-8
- [18]. Isaacson, R.(Ed.), 1990, Methane from Community Wastes (Elsevier Applied Biotechnology Series), CRC Press, 228 p, ISBN-13: 978-1851666188, ISBN-10: 1851666184
- [19]. TEFM, 2008, Orman biyokütlesinden yakıt ve enerji üretimi, (Kahveci, O) TC. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman genel müdürlüğü <http://www.ogm.gov.tr>
- [20]. TEFM, 2009, Orman Genel Müdürlüğü'nde Biyoenerji Konusunda Yapılan Çalışmalar, Orman Genel Müdürlüğü, Biyoenerji Çalışma Grubu, Orman ve Enerji, Ankara, [www.ogm.gov.tr](http://www.ogm.gov.tr)
- [21]. Cherubini, F. Bargigli, S. Ulgiati, S. 2009, Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: landfilling, sorting plant and incineration, Energy, 34, pp. 2116–2123



## İÇME SUYU KİRLENMESİNİ ÖNLEMELİK İÇİN JEOPARİYER- KÖMÜR ŞLAMI BİTÜM EMÜLSİYONLU ENJEKSİYON

**Dr. Yıldırım İsmail Tosun**

Şırnak Üniversitesi

### ÖZET

Bir kömür atığı şlam yaş ve ince boyuttur. Yakıt veya tarım endüstrisinde organik toprak olarak değerlendirilebilir. Ancak su içeriğinin %70-80 gibi büyük oranda katı-sıvı ayırma ve sedimentasyon ile koyulaştırıcılarda alınması ve takiben toplanan 20 mikronun altında ince boyutta dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir. İnce boyutta yakılan atığın, şehirleşme ve akarsulardaki su kirliliği yakınında çevreyi bozabilir. Yanma sırasında toksin gaz emisyon kontrolündeki daha ince biyo-kütle karbondan faydalanılabilmektedir. Ayrıca mikrodalga etki yanma esnasında emisyon kontrolünü daha etkin kılabilir. Bu çalışmada atık toz olarak 100 mikron altı Şırnak asfaltit tozu bitüm içeren kompozit 5 mm'lik peletlere dönüştürülmüş ve jeo bariyer olarak geçirgenlik değerleri belirlenmiştir.  $10^{-9}$  D lik değerlerin altında geçirgenlik elde edilmiştir. Ancak kompozit akışkanlık değerleri ve soğuk bitüm pelet briket dayanımları irdelenmiştir.. Bu atık ince malzemenin atık topaklar olarak kullanılabilmesi ve 100 mikronun altındaki ince Şırnak asfaltit çamuru, aynı zamanda, bağlayıcı peletlenebileceği ve ideal granül dolgu maddesi olarak da değerlendirilebileceği belirlenmiştir. deneylerimizde 5 mm büyüklüğündeki peletler de% 40,% 60 ve% 80 kurum atıklarda kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler :** ince atık, jeopariyer, bitüm kompozit, geçirgenlik, jeopariyer sağlamlık, su kirliliği

### 1. GİRİŞ

Geographic Information Systems (GIS) tarafından hidrolojik süreçleri kontrol eden parametreler ve veriler hidrolojik çalışmaların ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ana yönetim, CBS kullanımını model ve hidrolojik verileri bir araya getirmektir. Girişlerin ve parametrelerin genel dağılımı, yüzey kaynaklarını veya yer altı kayıplarını kontrol edebilir. GIS haritaları genellikle topografyayı, arazi kullanımını ve örtüsünü tanımlar, topraklar,

yağışlar ve meteorolojik değişkenler hidrolojik süreçlerin simülasyonunda model parametreleri veya girdiler olabilir.

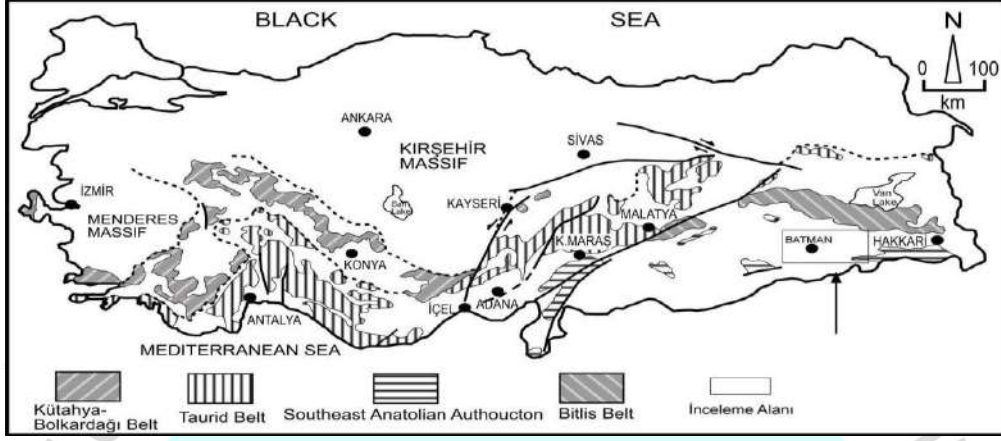
Su kayıtlarının bu şekilde incelenmesi, mevcut su kayıt alanlarını geri alarak uygun su yönetimi stratejilerinde son derece yararlı olabilir. Su kütüğü ve kalite problemleri çoğunlukla Batman, Türkiye'nin güneydoğu kayalık ovalarında olduğu gibi sulanan alanlarda görülmektedir. İklim değişikliği ve yeraltı suyu değişiklikleri genel olarak aşırı sulama, kanal ve dağılımlardan sızıntı kayıpları, kötü su yönetimi uygulamaları ve drenaj sisteminin yetersiz kontrolüne yol açar. Su kaynaklı alanlarda yüksek su tablasının analizi ve sulanan alanların drenajı, kısmen gerekli veri eksikliğinden ve kısmen de ülkedeki sel ve yağış nedeniyle su kaynaklarının planlanmasında ve yönetiminde yeterli dikkat gösterilmemiştir. Uygun su yönetimi stratejileri geliştirmek ve bölgedeki su kayıtlarının kapsamını kontrol edilir.. CBS ekolojik çevrenin yeniden inşasını kolaylaştırabilir, ancak su kaynaklarının ve atık suyun sürdürülebilir kalkınmasına da yardımcı olabilir.

Bu çalışmada, Batman şehrinin hidrolojik özellikleri açıklanmış ve bu özelliklerin kent üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada hidrolojik özellikler ve yeni yerleşim alanlarının kentleşmesi için mevcut su kaynakları konusunda modelleme yapılması gerekiyor. Modelde yoğun nüfuslu alanlara sahip yerleşim bölgelerinin hidrolojik özellikleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) teknikleri ile belirlenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, yer topografyası, yer altı suyu yüksekliği, şev ve görüntüleme özelliklerini inceleyerek yerleşimin temel hidrolojik yapı üzerindeki etkisini araştırmaktır. Tematik haritaların oluşturulmasında ve parametrelerin analizinde GIS teknikleri kullanılmıştır. Son olarak, CBS çalışma modelleri oluşturulmuş, mevcut su kaynağı değişimi ve bir akış ağı modeli Batman ilinde yeterli kaynak kontrolü sağlanmıştır. Batman ilindeki bu akarsu ağ yapısının varlığı, potansiyel taşkın ölçeğini ve taşkın riskini ortaya koymaktadır. Bu çalışma GIS desteği ile yapılan hidrolojik çalışmalarla daha sistematik veriler üretmiştir. GIS, bu araştırmada çok kriterli karar verme yönteminin (CCCF) kullanılmasını sağlayarak daha nitelikli veri elde etmeyi mümkün kılmıştır.

## 2. Afet Sel Riski ve Yer Sıvılaşma, Kaymaları Riski

Çimento tipi pozalon ile zemin stabilitesi, ancak elektrik santrallerinin uçucu küllü veya orta küllü gibi yerel atıklar toprağın stabilizasyonu ve dayanımı arttırmak için kullanılmıştır. Batman ili için Şekil 1'de görüldüğü gibi tehlikeli taşkın haritalamalarında yer altı su deşarj haritaları uygulanmıştır. İl topraklarındaki kentleşme gelişimi araştırılmıştır. Taşkın kirliliği

kabul edilmiştir. Toprak toprağı ve tarımsal taşkın alanı, Şekil 2 ve 3'te gösterildiğı gibi toprağın kirlenmesini ve ıslahını önlemek için kritik olmuştur.



Şekil 1. Türkiye Batman yöresi Jeolojik faylar ve Kırıkların Dağılımı.



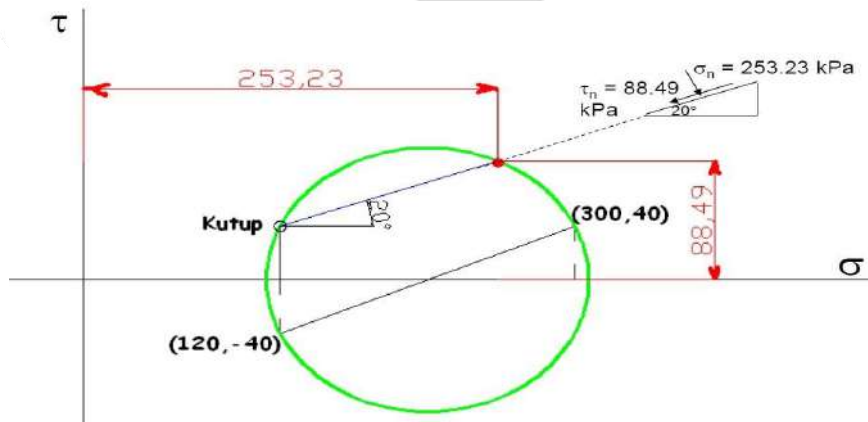
Şekil 2. Batman yöresi Uydu Görüntüsü .1/15000

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KARATOPRAK					Alüvyon
PLİYOSEN	ALT	SELMO			Kırmızı renkli kumtaşı-şeyl aralanması
MİYOSEN	ÜST	KARACADAĞ			Siyah renkli bazalt
	ALT	FIRAT			Boya renkli kireçtaşı
		KAPIKAYA	Çöküntü Kireçtaşı Derge Evaporit		
OLİGOCEN	ÜST	HOYA			Grü renkli dolomitik kireçtaşı
EÖSEN	ALT	GERCUŞ			Kırmızı renkli şeyl, marn, silttaşı ve kumtaşı aralanması
PALEOSEN	ÜST	GERMAV	ÜST		Grü-yeşil renkli şeyl, marn, silttaşı ve kumtaşı aralanması
	ALT		ALT		Koyu grü renkli şeyl, silttaşı ve kumtaşı aralanması
MAESTRİHTYEN	ÜST	GARZAN			Bej sarı renkli bol fosil kireçtaşı Ölçeksiz

Şekil 3. Batman yöresi Jeolojik katman Dizilimi.

### 3. METOD VE MATERYAL

Öğütülmüş kireçtaşının sıkıştırma parametrelerine göre doğal zeminin sıkıştırılmasının yanı sıra değiştirilmiş şeyl oluşumları kazılmış ve analizde kullanılan sıkıştırılmış toprak parametrelerinin stabilitesi açısından test edilmiştir. Farklı eğim noktalarından alınan dört ayrı örnek, kesme dayanımı parametrelerini belirlemek için kesme kutusu testi yapılmıştır. Deneyler yapıldıktan sonra  $c$  ve  $\phi$  değerleri  $\sigma$ , Şekil 4'te gösterildiği gibi bulunmuştur.



Şekil 4. Batman Kalkerinin Mohr Coulomb Bozunum Kriteri, Basma ve kesilme dayanımı MPa, kohezyon  $c$  ve içsel sürtünme açısı  $\phi$  değerleri



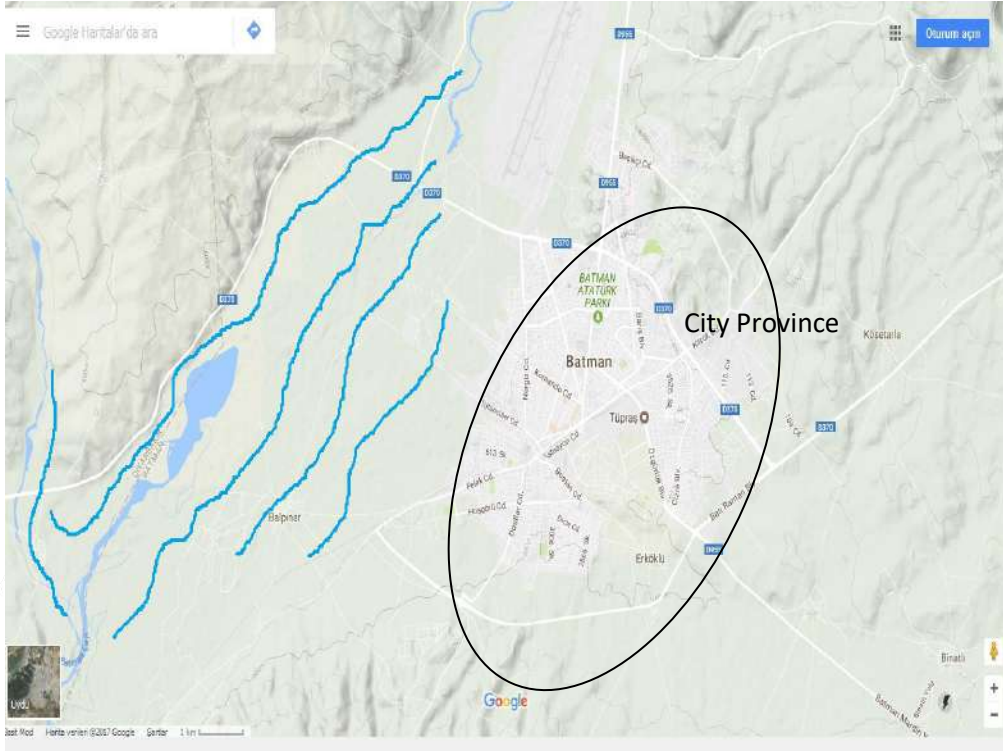
### 3.1. Drenaj ve Stability Enjeksiyon Tedbirleri

Batman İli'ndeki depolama alanı Batman Nehri'nin çakıl yatağının üzerinde bulundu. Doğal bir drenajın kararlı olduğu görülebilir. Islak nehir dolgu çakıl malzemeleri üzerinde meydana gelen saha çalışmaları. Siltli bölgeler üzerinde yapılan mekanik kesme kutusu testleri daha düşük bir güç göstermiştir. Su akıntısının kenarındaki bu batı yamacındaki sıkıştırma gözlemi küçüktü. Bundan sonra yüksek türbülanslı akışın yağmurda toprağın erozyonuna sızdığı gözlenmiştir. Örgülü jeo kompozit bitüm katmanları eğimleri erozyona karşı koruyordu. Sel, Şekil 5 ve 6'da görüldüğü gibi 7-10 km uzaktaki nehrin batı tarafını kaplamıştır.



Şekil 5. The bitümlü ağ jeo bariyer, bitüm tablalar; sel anında kaymaya ve erozyona engel tedbirler

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



Şekil 6. Sel kapsamı alanı; 7-10 km dere kenarı kot 600m and mavi sel dalga kotu 605 m.



Şekil 7. Dere bölgesi 7-10 km yörel sel tehditi; 650m kottaki tehdit; mavi sel dalga kotu 605 m.

## SONUÇ

Yirminci yüzyılda kentleşme ve ekonomik büyüme, doğal kaynakların yönetimi ile birlikte gelişti. Bu süreçte, aynı düzlemde kentsel alanlara içme suyu temini ve dağıtım hizmeti de sağladı. Su kaynakları yönetimi ve hizmetinin karşılanmasında halkın etkin rolü hissedildi. Altyapı yatırımları merkezi olarak konumlandırılmış, su kaynakları bulunmuş, yapılandırılmış, depolanmış, dağıtılmış ve rafine edilmiştir. Teknik olarak, bu süreç mühendisler bu süreci belirlediğinden, bu sürece "hidrolojik yaş" adı verildi. Tüm süreç "ihtiyaç" üzerine kuruludur. İhtiyacı karşılamak için büyük yatırımlar yapılmıştır. Su kaynaklarının kullanımı (su çekme ve düzenleme), kalkınma ve toplum ihtiyaçları için değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Bununla birlikte, eko sistemin ihtiyaç duyacağı su miktarı ve kalitesi ele alınmamıştır. Her şey "geliştir-kullan-kullan" teması üzerine kuruludur. Su kaynaklarının planlanmasında dikkate alınan parametreler, nüfus tahmini, kişi başına düşen su talebi, tarımsal üretim, ekonomik verimlilik düzeyinde kalmıştır. Bu parametreleri kullanarak gelecekteki su talebi tahminleri kullanılır ve bu tahmini değerler talebi karşılayacak sistemler tasarlanırken kullanılır. Bu yaklaşımda, suya olan talep, insan ihtiyacının spesifik ihtiyaçlarından, sağlıklı bir ekosistemin ihtiyaç duyacağı su miktarından veya gerçek bölgesel su mevcudiyetinden bağımsız olarak belirlenmiştir. Geleneksel planlamadaki bir sonraki adım, tahmini su arzı ve talep arasındaki boşluğu azaltacak projeleri tespit etmektir. Her ölçekte planlama eylemi (bölge, havza, şehir) özellikle ülkemizde ve orta alanda göç eden büyük şehirlerde düzenli ve sağlıklı mekansal kalkınma kullanımlarında (konut, ticaret, sanayi, rekreasyon, diğer sosyal) kullanılmaktadır. Konum kararları ile yönlendirildiğinde yerleşim yerleri, kentin su talebini aynı zamanda nüfusu, bina yoğunluğu, niteliği ve kullanım miktarı ile de belirlenebilir. Şehir planları, kentin sosyo-ekonomik ve fiziksel yapısını şekillendirirken, önerilen arazi kullanımı, istihdam, nüfus ve yoğunluk kararları ile kentin günlük su talebi de şekillenmektedir. Bu nedenle, plan dışındaki her türlü kentsel gelişme, kentin yaşam kalitesini etkileyen sağlıksız bir ortam yaratırken, su kaynakları için ciddi bir tehdit oluşturuyor (artan su tüketimi baskısı ve kirliliği) (Kentsel Planlama Odası Su Komisyonu, 2006). Anket, planlama (fizibilite) ve proje çalışmalarına etkinlik verilecek. Su kalitesinin kalitesi korunacak, iyileştirilecek ve izlenecektir. Taşkın tehlike haritaları hazırlanacak ve erken uyarı sistemi kurulması önerilmektedir.

## Kaynaklar

Groundwater Discharge - The Water Cycle, <https://water.usgs.gov/edu/wusw.html>

Groundwater Storage - The Water Cycle <https://water.usgs.gov/edu/watercyclegwstorage.html>

Assouline S, Tavares J, Tessier D. 1997. Effect of compaction on soil physical and hydraulic properties: Experimental results and modeling. *Soil Science Society of America Journal* 61: 390-398.

Gee GW et al. 1994. Variations in water balance and recharge potential at three western desert sites. *Soil Sci Soc Am J* 58 : 63-72.

Altınlı, E. İ., 1978 “Uluslararası Stratigrafi Kılavuzu” TPAO Yerbilimleri Yayınları, Ankara, Nuray Matbaası.

Anbalagan, R., 1992, “Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain” *Engineering Geology*, 32:269–277,

ASTM, 1990 “Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition”, D3080-90,

Bishop, A.W., 1955, “The use of the slip circle in the stability analysis of earth slopes”, *Geotechnique*, Vol. 5, 7-17.

Dickinson, M., Cooper, R., McDermott, P. and Eaton, D. (2005). An analysis of construction innovation literature. *Fifth International Postgraduate Research Conference*, April 14-15, Vol. 2, pp. 589-594, Salford, UK.

Dramis, F., Sorriso-Valvo, M., 1994 “Deep-Seated gravitational slope deformations, related landslides and tectonics”, *Engineering Geology* 38, 231- 243,

Ergüvanlı, K, ve Erdoğan, Y., “Yeraltı Suları Jeolojisi”, İTÜ yayınları No: 23, Maçka İstanbul, Nisan 1987

Görög P & Török Á, 2006, Stability problems of abandoned clay pits in Budapest, IAEG2006 Paper number 295 , The Geological Society of London

Görög P & Török Á, 2007 Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest ,*Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7, 417–422, [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net)

Güz, H , 1987, “Geoteknikte Gelişmeler”, DSİ Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi ve Dayanma Yapıları Semineri, Samsun

Hoek, E., 2013. Practical Rock Engineering, Hoek notes by Evert Hoek. <http://www.rocscience.com>



## 20 ŞUBAT 2019 MEYDANA GELEN AYVACIK DEPREMİNDE YIĞMA YAPI HASARLARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF DAMAGES ON MASONRY STRUCTURES IN 20 FEBRUARY  
2019 AYVACIK EARTHQUAKE

**İnş. Müh. Muhammed Hamidullah Özlük**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan Işık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. Enver günel**

Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

**Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Prof. Dr. Mehmet Cihan Aydın**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Depremın büyüklüğüne ve yapısal özelliklerine bağılı olarak yapısal hasar dereceleri farklılık göstermektedir. Deprem hasarları özellikle kırsal kesimlerde daha fazla gözlemlenmektedir. Kırsal kesimlerde yaygın olarak kullanılan yapı türü yığma yapılarıdır. Yığma yapıların tarihi insanlık tarihine kadar uzanmaktadır. Yığma yapılar, genel olarak yöresel malzeme, işçilik ve yapıım teknikleri kullanılarak inşa edilmektedir. Yığma yapılar, belirli bir mühendislik hizmeti almamış yapılarıdır. Bundan dolayı deprem sonrası bu tür yapılarda hasar miktarı diğer yapılarla göre fazla olmaktadır. Bu çalışmada, 20 Şubat 2019 tarihinde meydana gelen, merkez üssü Tartışık – Ayvacık (Çanakkale), büyüklüğü  $M_I=5.4$  ( $M_w=5.0$ ) olan depremden dolayı kırsal bölgelerde meydana gelen yığma yapı hasarları incelenmiştir. Çalışmada öncelikle, Çanakkale bölgesinin depremselliği belirtilmiştir. 20 Şubat 2019 tarihinde meydana gelen ve Çanakkale il ve ilçelerinde yoğunlukla hissedilen Ayvacık depremi hakkında bilgiler verilmiştir. Deprem sonrasında yapılarda meydana gelen hasarların ilk tespiti ve değerlendirilmesi daha sonraki zamanlarda meydana gelebilecek can ve mal kayıplarının

artmaması için önem arz etmektedir. Bu incelemeler gözleme dayalı olarak yapılmıştır. Bu depremin etkili olduğu bölgelerde yapılan incelemeler sonucu oluşan toplam hasar miktarları belirtilmiştir. Bu bölgede yer alan kırsal yapılarda oluşan hasar çeşitleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Toplam 305 adet yapı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu yapıların % 11.48'i yıkık, % 34.75'i ağır hasarlı, %43.61'i az hasarlı ve % 10.16'sı hasarsız olarak tespit edilmiştir. İncelenen yapılarda meydana gelen hasarlar, bugüne dek meydana gelmiş deprem hasarları ile örtüşmektedir. Çalışmanın amacı, oluşan bu deprem, bölgenin depremselliği ve bu deprem sonucu oluşan kırsal yapı hasarlarının neden ve sonuçlarının ortaya konmasıdır. Gözlemlenen hasarların en aza indirgenmesi amacı ile elde edilen sonuçlar yorumlanarak, öneriler getirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Deprem, Ayvacık, Çanakkale, yığma yapı, hasar

### ABSTRACT

The degree of structural damage varies depending on the magnitude of the earthquake and its structural characteristics. Earthquake damages are observed more particularly in rural areas. Common types of building in rural areas are masonry structures. The history of masonry structures dates back to the history of mankind. Masonry structures are generally constructed by using local materials, labour and construction techniques. Masonry structures are structures that have not received a specific engineering service. Therefore, the amount of damage in such buildings after the earthquake is more than the other structures. In this study, the damage building occurred in rural areas due to the earthquake which occurred on February 20, 2019, which is the central base Tartısık - Ayvacık (Canakkale) and the magnitude  $M_I = 5.4$  ( $M_w = 5.0$ ) was investigated. Information about Ayvacık Earthquake, which was felt in Çanakkale provinces and districts on February 20, 2019, was given. Information about the Ayvacık earthquake that occurred on 20 February 2019 in Çanakkale. The first determination and evaluation of the damages in the buildings after the earthquake is important in order not to increase the loss of life and property which may occur in later times. These reviews were based on observation. The total amount of damage resulting from the investigations in the regions where this earthquake is effective is indicated. Detailed information is given about the types of damage in rural areas in this region. A total of 305 buildings were examined. 11.48% of these structures were ruined, 34.75% were severely damaged, 43.61% were less damaged and 10.16% were undamaged. Damage in the buildings examined corresponds to the earthquake damages that have occurred so far. The aim of this study is to reveal the seismicity

of the region and the causes and consequences of the damage caused by this earthquake. The results obtained with the aim of minimizing the observed damage were interpreted and recommendations were made.

**Keywords:** Earthquake, Ayvacık, Çanakkale, masonry structures, damage

## 1. Giriş

Özellikle son yıllarda yaşanan yıkıcı depremler ve bu depremler sonucunda oluşan büyük çaplı can ve mal kayıpları deprem konusunda yapılan çalışmaları, araştırmaları ve alınacak önlemlerin önemini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda deprem sonrası hasar tespitleri modern afet yönetiminin önemli adımlarından birini oluşturmaktadır. Deprem sonrası hasar gören yapılar ile ilgili tüm bilgilerin tespit edilmesi ve yönetilmesi mekansal planlama ve kentsel dönüşüm açısından da önemlidir (Işık vd., 2017; Hadzima-Nyarko vd., 2016; Işık, 2016; Anoop ve Rao, 2015; Šipoš ve Hadzima-Nyarko, 2017; Hadzima-Nyarko vd., 2018).

Deprem sonrası yapılacak ilk hasar tespitleri olabildiğince hızlı ve pratik bir şekilde yapılmalıdır. Hasar tespitlerinin hızlı yapılma gereksinimi, oluşan hasarın büyüklüğü ve konusunda yeterince uzman olmayan personel azlığı sebebiyle büyük çaplı hasar meydana gelmiş depremlerde bu pek mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda uzman olmayan personel kullanılmakta ve buda hasar tespitlerinin gerçekçi olarak yapılmasına imkan tanımamaktadır. Ayrıca deprem sonrası zorlu arazi şartları ve yetersiz kamusal kaynaklarının durumu da bu süreci olumsuz olarak etkilemektedir. Hasar tespit çalışmaları yapılırken teknik ekibe zorluk oluşturan bir diğer unsur ise gereksiz bilgi toplanması ile zaman kaybıdır. Deprem etkisi altında hasarların büyük bir bölümü kırsal kesimlerde yapılmış ve herhangi bir mühendislik hizmeti almamış olan yığma yapılarıdır. Yığma yapıların inşası tarihin en eski çağlarına dayanmaktadır. Bu tür yapılar yöresel malzeme ve teknikler kullanılarak inşa edilmektedirler. Dolayısıyla deprem etkisi altında davranışları zayıf olmaktadır.

Yığma yapılarda kullanılan malzemelerin basınç dayanımları genel olarak yüksek çekme dayanımları ise düşük olmaktadır. Bu durumda büyük basınç kuvvetlerine maruz kalabilen bu elemanlar eğilme ve kayma etkisine karşı dayanıksızdır (Çırak, 2011; Karaşin vd., 2016; Karaşin ve Öncü, 2009; Korkmaz vd., 2016; Hadzima-Nyarko, vd., 2018b). Depremin büyüklüğüne bağlı olarak oluşan büyük basınç kuvvetlerinden dolayı yığma yapılarda hasar miktarı değişebilmektedir. Depremden dolayı oluşan hasarların farklı sebepleri olabilir. Bu sebepler arasında depreme dayanıklı yapı tasarım kurallarının uygulanmaması, deprem büyüklüğü, zemin ile ilgili bilgilerin gerçekçi olmaması, bina

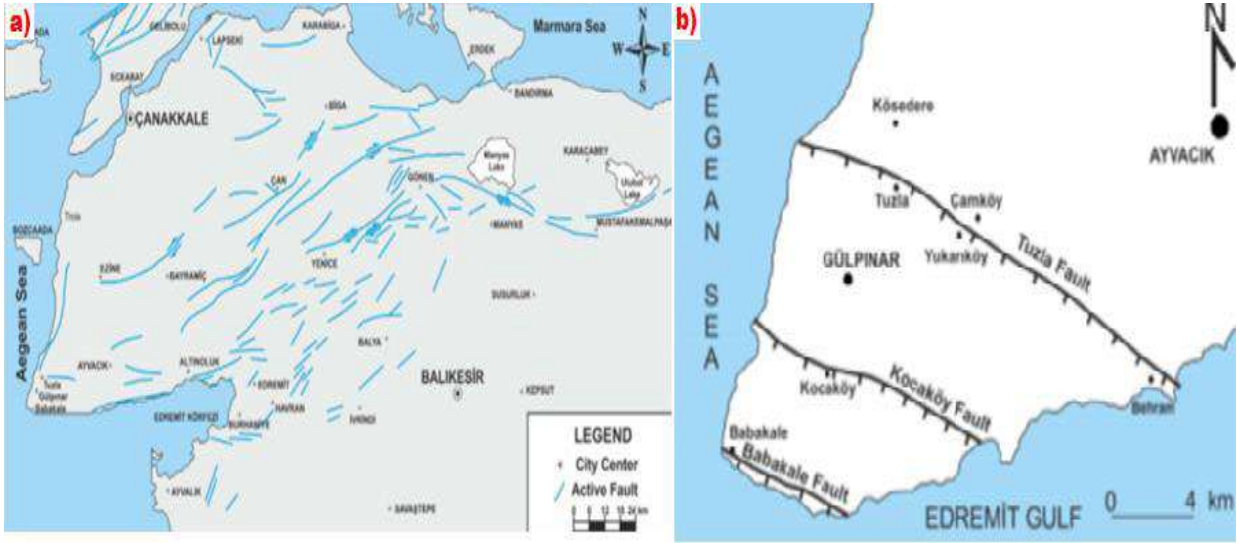
savunma mekanizmasını olumsuz etkileyecek yapı özellikleri ve işçilik hataları sayılabilir. Bu çalışmada, 20 Şubat 2019 tarihinde Çanakkale iline bağlı Ayvacık ilçesinde meydana gelen deprem sonrası hasar tespit işlemleri gözlemsel olarak belirlenmiştir. İncelenen yapılar için yıkık, ağır hasarlı, az hasarlı ve hasarsız şeklinde bir sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma ile inceleme alanının depremselliği ve 20 Şubat 2019 Ayvacık depremi hakkında bilgiler verilmiştir. Bu çalışmada incelenen toplam 305 adet binada genel olarak oluşan hasarlar hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında öneriler yapılmıştır.

## 2. Çanakkale İlinin Depremselliği

Anadolu levhası, tektonik olarak kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve doğuda Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ile deprem yoğunluğu gösteren bir mekanizma içindedir. Bu yapı, Anadolu levhasının doğuda Arap levhasının kuzeye doğru itme hareketinden kaynaklanan batıya hareketini karşılamaktadır. KAFZ üzerinde meydana gelen depremler, belirli bir süreç içerisinde batıya doğru hareket etmektedir. Marmara Bölgesi'ne girdikten sonra bu fay zonu üç kola ayrılmaktadır. Kuzey kol, Saroz Körfezi'ne girmekte ve Orta kol Osmaneli-Gemlik-Bandırma-Bayramiç hattından ve Güney kol ise Geyve-Yenişehir-Bursa-Gönen-Edremit hattını takip ederek Kuzey Ege Denizine girmektedir (Şekil 1). Böylelikle Marmara Bölgesi'nde ve Kuzey Ege Denizi altında tektonik KAFZ'nca kontrol edilmektedir (Utkucu vd. 2017). Bu batıya doğru hareket Biga yarımadasının güney ucunda bindirme etkisi oluşturmakta ve bu alanda tekrarlı deprem etkilerine yol açmaktadır (Özden vd., 2018) (Şekil 1).

Tartışık depreminden önce 2017 yılında Ayvacık deprem silsilesi, 6 Şubat 2017  $M_w=5.3$  büyüklüğündeki bir depremle başlamış, aynı gün  $M_w=5.1$  büyüklüğünde bir deprem daha meydana gelmiş ve sonrasında 2 adet  $M_w \geq 5.1$  deprem daha oluşmuştur. Bu büyük depremler dışında silsile içinde 22 Şubat 2017 tarihine kadar 1450  $M < 5$  deprem Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından rapor edilmiştir (Utkucu vd., 2017). Deprem başta Çanakkale ve İzmir il merkezleri ve ilçelerinin yanı sıra çevre yakın illerde de hissedilmiş olup Ayvacık, Yukarıköy, Babakale, Bademli, Çamköy, Taşağıl ve Tuzla köylerinde yüzlerce kerpiç ve yığma türde yapılarda hasarlar oluşmuştur.

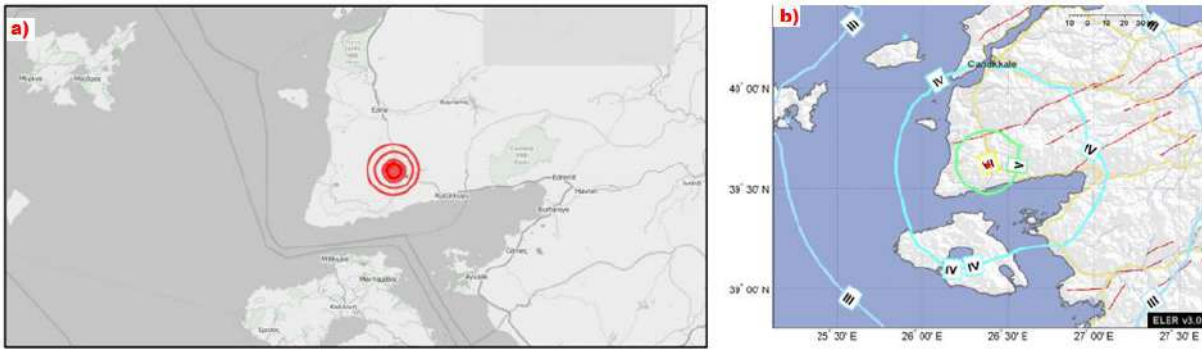




Şekil 1. a) KAFZ güney kolunun Güney Marmara’da varlığı (Özden vd., 2018); b) Ayvacık’ta gözlenen bindirmeli faylanma

### 3. 20 Şubat 2019 Tartışık - Ayvacık (Çanakkale) Depremi

20 Şubat 2019 tarihinde Tartışık - Ayvacık - Çanakkale merkez üstünde yerel saat ile 21:23’de büyüklüğü  $M_I=5.4$  ( $M_w=5.0$ ) olan şiddetlice bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 3). Deprem odak derinliği yaklaşık 7 km civarında olup sığ odaklı bir depremdir. Deprem Çanakkale ili ve ilçeleri ile Tekirdağ, İstanbul, Bursa ve İzmir illerinde hissedilmiştir (Şekil 4) (KOERİ, 2019).



Şekil 2. a) 20 Şubat 2019 tarihinde Tartışık - Ayvacık (Çanakkale)’da meydana gelen depreme ait lokasyon haritası; b) Depremi şiddet haritası (KOERİ, 2019)

### 4- İncelenen Yapılarda Meydana Gelen Hasarlar

Depremi en büyük etkisi tamamlanmış olan çevrenin yıkımıdır. Depremlerin insan ve çevre üzerindeki etkileri farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Yapı hasarları, can ve mal kayıpları ve ekonomik kayıplar bu sınıflandırmalardan bazılarıdır. Yapı hasarları deprem etkilerini belirtmek adına yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada meydana gelen yapı hasarları

gözlemsel olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda toplam 305 adet bina incelenmiştir. Her bir bina için incelemeler ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir bina için yıkık, ağır hasarlı, az hasarlı ve hasarsız olarak değerlendirme yapılmıştır. 20 Şubat 2019 Ayvacık depreminde incelenen 305 adet yapı için hasar durumları Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** İncelenen binaların kullanım şekli bazında hasar dağılımı

HASARLARIN YAPILARA GÖRE DAĞILIMI					
Kullanım	Yıkık	Ağır Hasarlı	Az Hasarlı	Hasarsız	Toplam
Konut	28	93	126	25	272
Cami	-	3	1	-	4
Yurt	-	-	1	3	4
Ahr	3	5	2	-	10
Depo	4	3	1	-	8
İşyeri	-	-	2	3	5
Okul	-	2	-	-	2
<b>Toplam</b>	<b>35</b>	<b>106</b>	<b>133</b>	<b>31</b>	<b>305</b>
(%)	11.48	34.75	43.61	10.16	100

Bu çalışma kapsamında incelenen yapılarda hasarlar yığma yapılarda olan tipik hasarlar dikkate alınarak belirtilmiştir. Hasarlar, taşıyıcı duvar hasarları, yapı köşe noktalarında oluşan ayrışma hasarları, boşluk bölgelerinde oluşan ayrışma hasarları, yapısal olmayan yapı elemanlarında meydana gelen hasarlar, yer ve tavan döşemelerinde meydana gelen hasarlar, temel ve temel zemininde meydana gelen hasarlar şeklinde incelenmiştir.

#### 4.1. Taşıyıcı Duvar Hasarları

Yığma yapıların en önemli unsuru olan taşıyıcı duvarlarda oluşan hasarlar, yapının yıkılmasına veya ağır hasarlı olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. İncelemesi yapılan yapılarda taşıyıcı duvar hasarlarının başlıca nedenleri; düzenli şekli olmayan malzeme kullanımı, düzenli şekle sahip malzemelerin yerleşiminin hatalı olması ve standartlara uygun birleştirme malzemesi kullanılmamasıdır. Bu hataların bir veya bir kaçının gerçekleşmesi yapının deprem sonrasında yıkılmasına veya ağır hasarlı olmasına yol açmıştır. Ayvacık depreminde taşıyıcı duvar hasarlarına ait örnekler Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Taşıyıcı duvarlarda meydana gelen hasar örnekleri

#### 4.2. Köşelerde Oluşan Ayrışma Hasarları

İncelenen yığma yapıların birçoğunda yapı köşe noktalarında ayrışma hasarlarına rastlanmıştır. Bu hasarlara duvarın, her üç doğrultuda bağlı olduğu yapı elemanına usulüne uygun olarak mesnetlendirilmemesi neden olmuştur. Ayrıca çatı yükünün fazla olması da köşelerin yanal yüklerin etkisi ile dayanımlarının azalmasına neden olmaktadır. Bu hataların bir veya bir kaçının gerçekleşmesi yapının deprem sonrasında yıkılmasına veya ağır hasarlı olmasına yol açmıştır. Köşe noktalarda oluşan ayrışma hasarlarına ait görseller Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Duvar köşe noktalarında gözlemlenen ayrışma hasarları



### 4.3. Boşluk Bölgelerinde Oluşan Hasarlar

Yığılma yapılarıdaki, pencere ve kapı boşluklarının taşıyıcı duvarların kesme ve eğilme gerilmelerini düzgün olarak aktarmasına engel oldukları görülmektedir. (Sherafati ve Sohrabi, 2013). Gerek boşlukların gerekse boşluklu duvarların deprem yönetmeliklerinde belirlenmiş desteklenme şartlarını sağlamamaları nedeniyle incelediğimiz yapıların büyük bir kısmında bu hasarlar meydana gelmiştir. Bu çalışmada dikkate alınan yapılara ait boşluk bölgelerinde oluşan hasarlara ait görseller Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. Boşluk bölgelerinde gözlemlenen hasarlar

### 4.4. Yapısal Olmayan Elemanlarda Oluşan Hasarlar

İncelenen yapıların yaklaşık %90’ında yapısal olmayan eleman hasarları tespit edilmiştir. Uygun olmayan malzeme kullanımı ve kötü işçilik nedeniyle kapı, pencere, iç ve dış sıva, baca vb. yapı elemanlarında oluşan hasarlar yapısal olmayan elemanlarda oluşan hasarlar olarak değerlendirilmiştir. Bu tür hasarlara ait görseller Şekil 6’da gösterilmiştir.





Şekil 6. Yapısal olmayan elemanlarda gözlemlenen hasarlar

#### 4.5. Temelde ve Zeminde Oluşan Hasarlar

Yapıların inşa edileceği temel zemini ve bu zeminin özellikleri, yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken en önemli unsurlardan biridir. Yerel jeolojik zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği bilinmektedir (Yön vd., 2015; Işık vd., 2016a; Karaşin ve Işık, 2017). Bir deprem sırasında oluşan zemin titreşimleri, deprem odağından çevreye yayılacak ve etkileri zemin koşullarına bağlı olarak odaktan uzaklaştıkça değişecek ve genellikle azalacaktır. Yerel zemin koşullarının deprem etkisindeki yapıların davranışını değiştirmektedir. Çalışmada incelenen yapılarda herhangi bir temel ve temel zemin hasarı gözlemlenmemiştir.

#### 4.6. Yer ve Tavan Döşemelerinde Oluşan Hasarlar

Çalışma kapsamında incelenen binaların tavan döşemelerinde veya çatılarında gözlemlenen hasarların en belirgin nedeninin çatı veya döşeme altına hatıl sisteminin yapılmaması olduğu tespit edilmiştir. Yapıların büyük bir kısmında çatılar ahşap kirişlerin üzerine yerleştirilmiştir. Hatıl sisteminin olmaması nedeniyle de mevcut çatı yükü zaten uygun yapılmamış olan taşıyıcı duvarların üzerine bindirilmiştir. Bu durum taşıyıcı duvarların hasar görmesine ve hatta göçmesine sebep olmaktadır. Bu tür hasarlara ait görseller Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Tavan döşemelerinde gözlemlenen hasarlar

## 5- Sonuçlar ve Tartışma

Deprem sonrası yapılacak ilk hasar tespitleri olabildiğince hızlı ve pratik bir şekilde yapılmalıdır. Hasar tespitlerinin hızlı yapılma gereksinimi, oluşan hasarın büyüklüğü ve konusunda yeterince uzman olmayan personel azlığı sebebiyle büyük çaplı hasar meydana gelmiş depremlerde bu pek mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda uzman olmayan personel kullanılmakta ve buda hasar tespitlerinin gerçekçi olarak yapılmasına imkan tanımamaktadır. Ayrıca deprem sonrası zorlu arazi şartları ve yetersiz kamusal kaynaklarının durumu da bu süreci olumsuz olarak etkilemektedir. Hasar tespit çalışmaları yapılırken teknik ekibe zorluk oluşturan bir diğer unsur ise gereksiz bilgi toplanması ile zaman kaybıdır.

Bu çalışmada 20 Şubat 2019 Ayvacık depremi sonucu oluşan yapısal hasarlar incelenmiştir. Çalışmada bölgenin depremselliği hakkında bilgiler verilerek yığma yapılarda oluşan hasarların neden ve sonuçları ifade edilmiştir. Çalışma ile deprem bölgelerinde yapılacak her türlü yapı için depreme dayanıklı yapı tasarım ilkelerinin önemi ortaya çıkmıştır.

Kırsal bölgelerde yapıların büyük bir bölümü yığma yapıdır. Bu tür yapıların deprem dayanımlarının düşük olmasının yanı sıra herhangi bir mühendislik hizmeti almamaları da oluşan hasarın boyutunu arttırmaktadır. Bu bağlamda yığma yapılar inşa edilirken mühendislik hizmetleri almaları önem arz etmektedir.

### Katkı Belirtme ve teşekkür

Çalışmalarımız esnasında katkılarını esirgemeyen Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürü Sayın Ömer BOLAT'a ve tüm kurum çalışanlarına teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Anoop, M. B., Rao, K. B. (2015). "Seismic damage estimation of reinforced concrete framed structures affected by chloride-induced corrosion." *Earthquakes and Structures*, 9(4), 851-873.

Çırak, İ. F. (2011). Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri ve Öneriler. *SDU International Technologic Science*, 3(2), 55-60.

Hadzima-Nyarko, M., Ademović, N., Pavić, G., Šipoš, T. K. (2018). Strengthening techniques for masonry structures of cultural heritage according to recent Croatian provisions. *Earthquakes and Structures*, 15(5), 473.

Hadzima-Nyarko, M., Morić, D., Pavić, G., Mišetić, V. (2018b). Spectral functions of damage index (DI) for masonry buildings with flexible floors. *Tehnički vjesnik*, 25(1), 181-187.

Hadzima-Nyarko, M., Pavić, G., Lešić, M. (2016). Seismic vulnerability of old confined masonry buildings in Osijek, Croatia. *Earthquakes and Structures*, 11(4), 629-648.

Isik, E., Isik, M. F., Bulbul, M. A. (2017). Web based evaluation of earthquake damages for reinforced concrete buildings. *Earthquakes and Structures*, 13(4), 387-396.

Isik, E. (2016). Consistency of the rapid assessment method for reinforced concrete buildings. *Earthquakes and Structures*, 11(5), 873-885.

Işık E., Kutanis M., Bal İ. E., (2016a). Displacement of the buildings according to site-specific earthquake spectra. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 60(1), 37-43.

Karaşin, İ. B., Işık, E., (2017). Farklı yapı davranış katsayıları için zemin koşullarının yapı performansına etkisi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 8(4), 661-673.

Karaşin İ.B. Eren B. Işık E. 2016. Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2):70-76.

Karaşin A. Öncü M.E. 2009. Çok katlı yığma binaların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi. *Doğu Anadolu Araştırmaları Dergisi*, 2009:63-68.

KOERI, (2019). file:///C:/Users/abuyuksarac/Desktop/AYVACIK\_CANAKKALE\_20022019.pdf

Korkmaz A. Çarhoğlu A.I. Orhon A.V. Nuhoglu A. 2014. Farklı yapısal malzeme özelliklerinin yığma yapı davranışına etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1):69-78.

Özden S., Över S., Altuncu Poyraz S., Güneş Y., Pınar A., 2018. Tectonic implications of the 2017 Ayvacık (Çanakkale) earthquakes, Biga Peninsula, NW Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 154 (1), 125-141.

Šipoš, T. K., Hadzima-Nyarko, M. (2017). Rapid seismic risk assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 348-360.

Sherafati, M. A., Sohrabi, M. R. (2015). Performance of masonry walls during Kaki, Iran, earthquake of April 9, 2013. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 30(3), 04015040.

Yön, B., Öncü, M.E., Calayır, Y., (2015), Effects of seismic zones and site conditions on response of RC buildings., *Gradevinar*, 67 (6), 585-596.

Utkucu M., Budakoğlu E., Kızıluğa S. 2017. Şubat 2017 Ayvacık (Çanakkale) deprem silsilesinin sismolojik ön değerlendirme raporu. Rapor No: 2017-1





## YIĞMA YAPILAR İÇİN HASAR DERECELENDİRİLMESİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

### A CASE STUDY ON THE EVALUATION OF DAMAGE FOR MASONRY STRUCTURES

**İnş. Müh. Muhammed Hamidullah Özlük**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan ışıık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. Enver Günsel**

Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

**Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Prof. Dr. Mehmet Cihan Aydın**

Bitlis Eren Üniversitesi

#### ÖZET

Yığma yapılar insanlık tarihi ile ortaya çıkmış yapılar olup, genellikle herhangi bir mühendislik hizmeti almadan inşa edilmişlerdir. Bu tür yapılarda, buldukları bölge ve civarında elde edilen yöresel malzemeler kullanılmaktadır. Yöresel yapım teknikleri kullanılarak bölgede bulunan usta ve işçiler tarafından gelişigüzel inşa edilmektedirler. Yapı tasarım kuralları çerçevesinde inşa edilmeyen bu yapılar kırsal kesimlerde yaygın olarak farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Maliyeti düşük olan bu tür yapıların özellikle deprem anındaki davranışları zayıf olmaktadır. Bu tür yapılarda taşıyıcı elemanlar olarak duvarlar kullanılmaktadır. Duvarlara, depremden dolayı gelen ilave yükler altında duvar malzemesi, birleşim elemanı ve işçilik özelliklerine bağlı olarak hasar miktarı değişken olabilmektedir. Genel olarak yığma yapılarda nihai hasar tespitine taşıyıcı duvarlarda meydana gelen hasara göre karar verilmektedir. Yapının kullanılıp, kullanılmayacağı noktasında karar verici için bir destek aracı olması açısından hasar tespitlerinin doğru ve hızlı

bir şekilde yapılması önem arz etmektedir. Hasar tespit işlemlerinin daha hızlı ve bilimsel olarak yapılması için farklı metotlar geliştirilmiştir. Bu yöntemler kullanılarak hasar tespit işlemleri bilimsel bir taban oturtulmuştur. Bu çalışmada örnek bir yığma için iki farklı hasar derecelendirme yöntemi kullanılmıştır. Örnek yapı olarak 20 Şubat 2019 Ayvacık depreminde hasar görmüş yığma bir yapı seçilmiştir. Çalışmada Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS)'nde verilen yığma yapı hasar sınıflandırılması ve 2011 Van depreminden sonra Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yığma yapılar için oluşturulan hasar tespit yöntemi kullanılmıştır. Seçilen yapıda bulunan tüm taşıyıcı duvarlara ait hasar bilgileri yerinde ölçülerek elde edilmiştir. Çalışmada yapının yapım teknikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmaya konu olan yığma yapıda oluşan hasarların neden ve sonuçları belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan her iki yöntemde elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma ile hasar tespitlerinin zaman ve personel açısından daha hızlı ve pratik yapılmasını sağlayan hızlı hasar tespit işlemlerinin önemi vurgulanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Deprem, yığma yapı, hasar tespiti, EMS, AFAD

#### ABSTRACT

The masonry structures are the structures that have emerged with the history of mankind and are usually built taking without any engineering services. In such structures, local materials obtained from the region and its vicinity are used. They are built randomly by the craftsmen and workers in the region using local construction techniques. These structures that are not construct within the framework of building design rules, are widely used in rural areas for different purposes. Especially in the moment of earthquake, behavior of such low cost structures is weak. In such structures, walls are used as bearer elements. The amount of damage on the walls may be variable due to the wall material, the joining element and the workmanship characteristics under the additional loads due to the earthquake. In general, final damage detection in masonry structures is decided according to the damage on the bearing walls. As it is a support tool for decision makers at the point of use of the structure, it is important to make the damage assessments accurately and quickly. Different methods have been developed to make damage detection processes faster and more scientifically. By using these methods, damage detection procedures are based on a scientific basis. In this study, two different damage grading methods were used for a sample masonry structure. As an exemplary structure, a damaged structure was selected on 20 February 2019 in Ayvacık

earthquake. In this study, the European Macroseismic Scale (EMS) damage classification, and the damage detection method for masonry structures which was developed by Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) after the 2011 Van earthquake were used. Damage information of all bearing walls in the selected structure was obtained by measuring on-site. In this study, information about the construction techniques is given. The causes and consequences of the damages in the masonry structure are stated. The results obtained from the two methods used in the study were compared. The study emphasizes the importance of rapid damage detection, which ensures faster and more practical application of damage assessments for time and personnel.

**Keywords:** Earthquake, masonry structures, damage evaluation, EMS, AFAD

## 1. Giriş

Depremden sonra binalardaki hasarın tespit edilmesi ve hasar derecesine göre onarım ve güçlendirme veya yıkıma karar verilmesi önemlidir. İyi projelendirilmemiş veya uygulamasında özen gösterilmemiş binalarda hasar meydana gelme olasılığı, depremin şiddetine bağlı olarak büyüktür. Bunun yanında, projelendirilmesi ve uygulamasına gerekli özen gösterilen binalarda da şiddetli depremlerde hasar meydana gelebilir. Bu nedenle, hasarın belirlenmesi ve devamında gerekli güçlendirmenin yapılması deprem mühendisliği ile inşaat mühendisliğinin önemli konularından biridir (Celep, 2004).

Son yıllarda depremlerde hasar gören yapıların güçlendirilmesi her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Depremlerden sonra hasar tespiti yapılarak, hasar düzeyi uygun olan yapıların güçlendirilmesi gerekmektedir. En önemli sorunlardan biride güçlendirme işlemleridir. Depremlerden sonra binalarda ilk olarak hasar tespiti yapılmalıdır. Çünkü binalarda hasar sınıfı (hafif-orta-ağır) belirlenmeden onarım ve güçlendirmenin olup olmayacağı ve bunun şeklinin belirlenmesi mümkün değildir. Hasar gören binaların güçlendirilmesi de ayrı bir mühendislik sorunu haline gelmiştir (Kutunis vd., 2012).

Özellikle son yıllarda yaşanan yıkıcı depremler ve bu depremler sonucunda oluşan büyük çaplı can ve mal kayıpları deprem konusunda yapılan çalışmaları, araştırmaları ve alınacak önlemlerin önemini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda deprem sonrası hasar tespitleri modern afet yönetiminin önemli adımlarından birini oluşturmaktadır. Deprem sonrası hasar gören yapılar ile ilgili tüm bilgilerin tespit edilmesi ve yönetilmesi mekansal planlama ve kentsel dönüşüm açısından da önemlidir (Işık vd., 2017; Hadzima-Nyarko vd.,

2016; Işık, 2016; Anoop ve Rao, 2015; Šipoš ve Hadzima-Nyarko, 2017; Hadzima-Nyarko vd., 2018).

Deprem sonrası yapılacak ilk hasar tespitleri olabildiğince hızlı ve pratik bir şekilde yapılmalıdır. Hasar tespitlerinin hızlı yapılma gereksinimi, oluşan hasarın büyüklüğü ve konusunda yeterince uzman olmayan personel azlığı sebebiyle büyük çaplı hasar meydana gelmiş depremlerde bu pek mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda uzman olmayan personel kullanılmakta ve buda hasar tespitlerinin gerçekçi olarak yapılmasına imkan tanımamaktadır. Ayrıca deprem sonrası zorlu arazi şartları ve yetersiz kamusal kaynaklarının durumu da bu süreci olumsuz olarak etkilemektedir. Hasar tespit çalışmaları yapılırken teknik ekibe zorluk oluşturan bir diğer unsur ise gereksiz bilgi toplanması ile zaman kaybıdır. Özellikle büyük depremlerde hasar tespit ekiplerinin değerlendirme yaparken olabildiğince hızlı hareket etmesi ve minimum sürede maksimum binaya ulaşması gerekmektedir. Bu sebeple ilk hasar tespitine esas olacak veriler doğru bir şekilde seçilmelidir. Bu veriler yardımı ile hasar tespit formları oluşturulmakta ve bu formlar yardımı ile hızlı bir şekilde hasar değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Hasar tespit formları deprem sonrası ilk hasar tespitlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu formlar genel olarak sahada yapılan incelemeler sonucu doldurulmakta ve sonrasında ofis ortamında değerlendirmeler sonucu yapı ile ilgili nihai karara ulaşılmaktadır (Işık vd., 2019). Deprem etkisi altında hasarların büyük bir bölümü kırsal kesimlerde yapılmış ve herhangi bir mühendislik hizmeti almamış olan yığma yapılardır. Yığma yapıların inşası tarihin en eski çağlarına dayanmaktadır. Bu tür yapılar yöresel malzeme ve teknikler kullanılarak inşa edilmektedirler. Dolayısıyla deprem etkisi altında davranışları zayıf olmaktadır. Depremün büyüklüğüne bağlı olarak oluşan büyük basınç kuvvetlerinden dolayı yığma yapılarda hasar miktarı değişebilmektedir.

Çalışmada, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından hazırlanan yığma yapılar için hasar tespit formu ve Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS)'nde verilen yığma yapı hasar sınıflandırılması kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 20 Şubat 2019 Ayvacık depreminde hasar görmüş bir yığma yapı örnek olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak öneriler yapılmıştır.


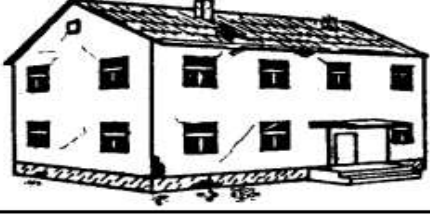
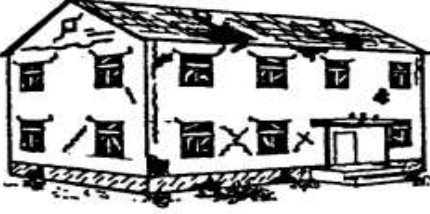


## 2- Materyal ve Metot

Yığma yapılarda oluşan yükler taşıyıcı duvarlara taşınmaktadır. Yapıda oluşan yükler taşıyıcı özelliği olan duvarlar vasıtası ile zemine aktarılacak şekilde inşa edilmektedir. Duvar kalınlıkları betonarme yapılardaki duvar kalınlıklarının oldukça üstünde değerler almaktadır. Duvar elemanları hem bölme hem de taşıyıcılık özelliği göstereceğinden kalınlık değeri



büyük değerler alır. Yöresel malzemelerin üst üste yığılması ve bağlayıcı bir malzeme yardımı ile bunları birleştirilmesi sonucu yapının iç ve dış duvarları oluşturulmaktadır. Yığma sistemlerin düşey taşıyıcı elemanlarında (duvarlar ve kolonlar) taş, kerpiç, tuğla vb. gibi kâgir malzemeler kullanılır ve sistemde hâkim olan gerilme türü basınç olmaktadır. Taşıyıcı sistem geometrisi çizgisel (örneğin pilon, kemer), düzlemsel (örneğin duvar) ve hacimsel (örneğin tonoz veya kubbe) olsa dahi, tepeden mesnetlere doğru tek doğrultuda aktarılan basınç kuvvetleri söz konusudur. Görüldüğü gibi yığma sistemlerde taşıyıcı elemanlarla mekân bölücü veya örtücü elemanlar çakışmaktadır. Yığma yapılarda kullanılan malzemelerin basınç dayanımları yüksek çekme dayanımları ise düşük olmaktadır. Bu durumda büyük basınç kuvvetlerine maruz kalabilen bu elemanlar eğilme ve kayma etkisine karşı dayanıksızdır (Çırak, 2011; Karaşin et al., 2016; Karaşin ve Öncü, 2009; Korkmaz et al., 2016; Hadzima-Nyarko, et al., 2018b). Kayma etkisine karşı dayanımsızlık sonucu duvarı meydana getiren malzemelerde yükleme durumu ve kullanılan malzemelere göre çeşitli derecelerde ayrılmalar olabilmektedir. Dolayısıyla bu tür yapılarda kayma gerilmeleri için hesaplamalar yapılırken bağlayıcı olarak kullanılan malzemenin özellikleri ile duvarı meydana getiren malzeme ile birlikte davranışının iyi bilinmesi gerekmektedir. Yığma yapının özellikleri bu özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada kullanılan yöntemlerinden biri olan Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98)'ne göre yığma yapılarda hasar sınıflandırılması Şekil 1'de verilmiştir.

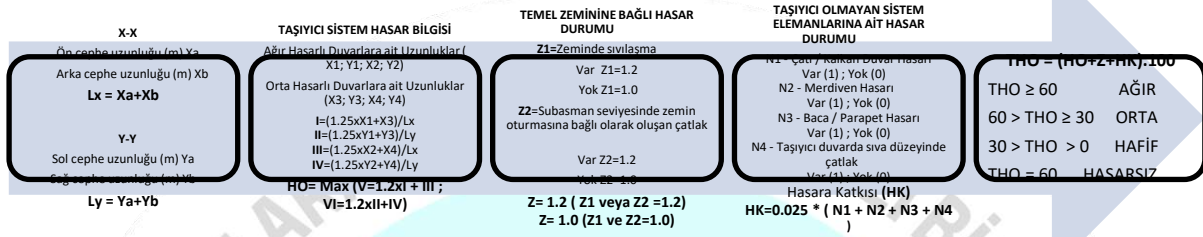
DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

Yığma Yapılarda Hasar Sınıflandırılması	
	<p><b>1. Derece</b> İhmal edilebilir hafif hasar (Yapısal hasar yok; Hafif yapısal olmayan hasar) Sadece küçük çapta sıva dökülmeleri Binanın üst kısmında yer alan gevşek taşların çok az bir kısmının düşmesi Çok az sayıda duvar başlıklarında çatlaklar</p>
	<p><b>2. Derece</b> Orta hasar ( Hafif yapısal hasar; yapısal olmayan orta hasar) Duvarların birçoğunda çatlaklar Oldukça büyük sıva dökülmeleri Bacaların kısmi çökmesi</p>
	<p><b>3. Derece</b> Önemli ağır hasar (Orta derecede yapısal hasar; yapısal olmayan ağır hasar) Duvarların çoğunda büyük ve geniş çatlaklar Bacalarda kırılma Yapısal olmayan elemanlarda kırılmalar</p>
	<p><b>4. Derece</b> Çok ağır hasar (Ağır yapısal hasar, yapısal olmayan çok ağır hasar) Duvarlarda çok büyük ayrılmalar Çatı ve döşemelerde kısmi kırılmalar</p>
	<p><b>5. Derece</b> Toptan Göçme (Çok ağır yapısal hasar) Kısmi veya toptan göçme</p>

Şekil 1. Yığma yapılarda hasar sınıflandırılması (Grünthal vd., 1998)

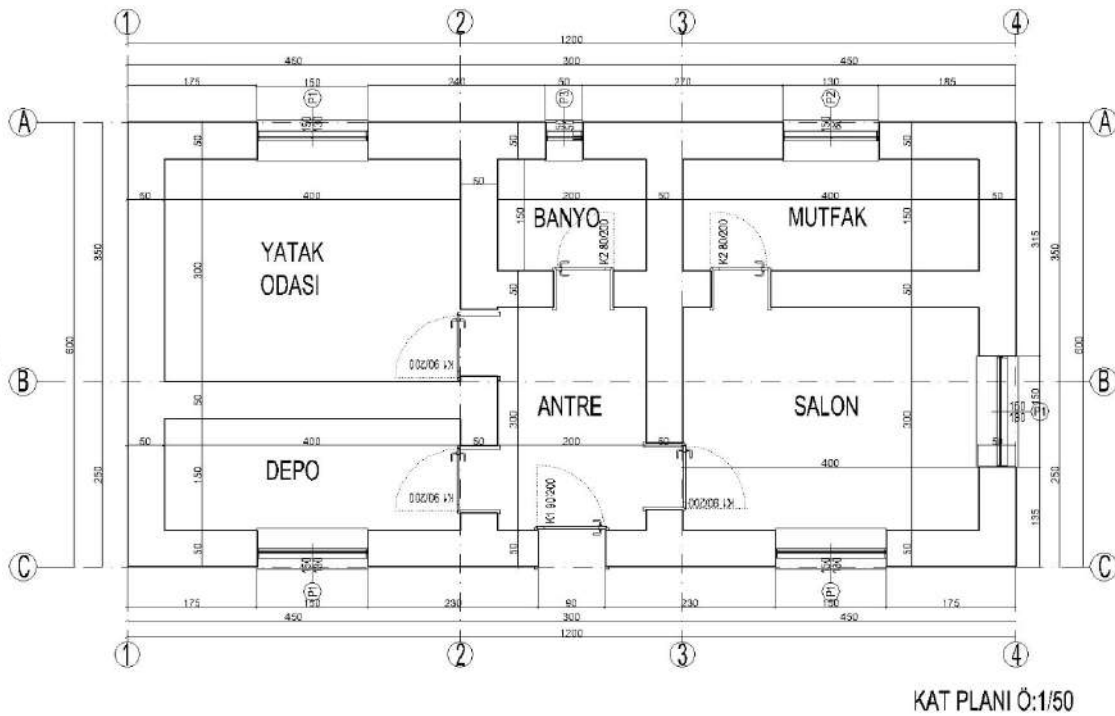
Çalışmada kullanılan diğer bir yöntem ise, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) hazırlanan, bilimsel verilere dayanan, kanaat kullanımını ortadan kaldırmayı amaçlayan ve gereksiz bilgilerden sadeleştirilmiş yığma yapılara ait hasar tespitidir. Bunun için hasar tespit formu hazırlanmıştır. Bu formlarda yapının bilgilerinin alınmasından sonra sonucun yerinde veya ofis çalışması sırasında değerlendirilmesine olanak sağlaması amaçlanmıştır (Taşkın et al., 2015; Güler et al., 2015). Çalışmada öncelikle yığma yapılar için hazırlanan form hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Bu formlar aracılığı ile deprem

sonrası hasar tespiti sistematik bir şekilde yapılabilmektedir. Çalışmada incelenen yığma binalar için deprem afeti sonrası hasar tespit formu kullanılmıştır. Bu formların hasar derecelendirilmesi akışı Şekil 2’de verilmiştir. İşlem akışı incelenecek her bir yığma yapı için ayrı ayrı doldurulmaktadır. Bu yöntem için gerekli veriler örnek yapı değerlendirilmesinde detaylı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 2. Yığma yapılar için deprem afeti sonrası hasar tespit formu

20 Şubat 2019 Ayvacık depreminde hasar gören ve bu çalışmaya esas olan yapının kat kalıp planı Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. İncelenen binaya ait kat kalıp planı

İncelenen yapı tek katlı olup yöresel olarak elde edilen kesme taş kullanılarak inşa edilmiştir. Yapıda temel olarak duvar altı temeli kullanılmıştır. Yapıya ait dış duvarlarda kullanılan hatıllar ahşap olup, pencere ve kapıların üst kotunda cephe boyunca kullanılmıştır. Yapıda mevcut olan çatı kesme taştan inşa edilmiş duvarlar oturmaktadır. Taşıyıcı duvarlar



50cm kalınlığındadır. İncelenen yapı ve yapıda oluşan hasarlara ait görseller Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İncelenen yapı ve yapıda oluşan hasarlar

### 3. Bulgular

Yapıda bulunan çatlaklar genel olarak duvar birleşim noktalarında meydana gelmiştir. Çatlaklar genellikle 45°'ye yakın olup derin çatlaklardır. Çatlak genişlikleri 1-1.5cm boyutları arasındadır. Bu çatlaklar hem iç bölme duvarlarında hem de dış cephe duvarlarında gözlemlenmiştir. Dış duvarlarda gözle görülür yer değiştirmeler mevcuttur. Sıva dökülmeleri oldukça büyük boyutlardadır. Taşıyıcı duvarlarda kullanılan birleşim malzemelerinde kütle kayıpları mevcut olup, duvar malzemesi arasında ayrılmalar söz konusudur.

İncelenen yapıda yukarıda belirtilen hasarlar dikkate alındığında Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98)'ne göre hasar derecesi 3 olup, önemli derecede ağır hasar olarak değerlendirilmiştir. İncelenen yığma yapıda bulunan ve hasar tespitine esas olan çevre duvar uzunlukları Tablo 1'de verilmiştir.



**Tablo 1.** Yapıya ait çevre duvar uzunlukları

ÇEVRE DUVAR UZUNLUKLARI			
En büyük hasarın olduğu katta bina çevre duvarlarının (kapı-pencere boşlukları hariç) uzunluğu (m)			
X-X doğrultusu Bina ön ve arka cepheler		Y-Y doğrultusu Bina sol ve sağ cepheler	
Ön cephe uzunluğu (m)	12.00	Sol cephe uzunluğu (m)	6.00
Arka cephe uzunluğu (m)	12.00	Sağ cephe uzunluğu (m)	6.00
Toplam net uzunluk, $L_X$ (m)	24.00	Toplam net uzunluk, $L_Y$ (m)	12.00

Elde edilen çevre duvar uzunlukları kullanılarak taşıyıcı sistem hasar bilgileri hesaplanabilmektedir. Yığma yapıya ait taşıyıcı sistem hasar bilgileri Tablo 2’de hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** İncelenen yapıya ait taşıyıcı sistem hasar bilgileri

TAŞIYICI SİSTEM HASAR BİLGİSİ					
En büyük hasarın gözlemlendiği katta doldurulacaktır. İncelenen çevre duvarları için aşağıdaki maddeler arasında en ağır hasar durumu esas alınacaktır.					
		Köşe ve köşeye Birleşen duvar		Cephe ortalarındaki duvarlar	
		X-X (m)	Y-Y (m)	X-X (m)	Y-Y (m)
3.1. Ağır Hasarlı Duvarlara ait Uzunluklar	Görülen hasar durumu	5.00	2.50	4.00	0
	Düzlem dışı göçen duvar Birleşen duvarların ayrılması ( $\geq 20\text{mm}$ ); Köşe/Cephe duvarlarında diyagonal /X çatlakları ( $\geq 10\text{mm}$ );				
		$X_1 = 5.0$ (m)	$Y_1 = 2.50$ (m)	$X_2 = 4.00$ (m)	$Y_2 = 0$
3.1. Orta Hasarlı Duvarlara ait Uzunluklar	Görülen hasar durumu	0	0	0	0
	Düzlem dışı göçen duvar Birleşen duvarların ayrılması (10~20mm); Köşe/Cephe duvarlarında diyagonal /X çatlakları (5~10mm)				
		$X_3 = 0$ (m)	$Y_3 = 0$ (m)	$X_4 = 0$ (m)	$Y_4 = 0$ (m)
3.3. Hasarlı Duvar Uzunluğu Oranı		$I=(1.25 \times X_1 + X_3) / L_X$	$II=(1.25 \times Y_1 + Y_3) / L_Y$	$III=(1.25 \times X_2 + X_4) / L_X$	$IV=(1.25 \times Y_2 + Y_4) / L_Y$
Genel Toplam		0.520	0.520	0.417	0
		$V=1.2 \times I + III = 1.041$		veya $VI=1.2 \times II + IV = 0.520$	

Taşıyıcı sistem hasar bilgileri elde edildikten sonra temel zeminine bağlı oluşan hasar durumu belirlenmelidir. Örnek yapıya ait temel zemin hasar durumu Tablo 3’te verilmiştir. İncelenen yapı temel zemininde ne sıvılaşma ne de subasman seviyesinde zemin oturmasına bağlı olarak oluşan çatlak gözlemlenmemiştir.

**Tablo 3.** Çalışmada dikkate alınan yığma yapı için temel zeminine bağlı hasar durumu

TEMEL ZEMİNİNE BAĞLI HASAR DURUMU			
Z1- Zeminde sıvılaşma		Z2- Subasman seviyesinde zemin oturmasına bağlı olarak oluşan çatlak	
Yok, (Z=1)	Var (Z=1.2)	Yok, (Z=1)	Var (Z=1.2)

Daha sonraki aşamada yapıda bulunan taşıyıcı olmayan sistem elemanlarına ait hasar durumları belirlenmektedir. Yapı için bu değerler Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Yapıya ait taşıyıcı olmayan sistem elemanlarına ait hasar durumu

TAŞIYICI OLMAYAN SİSTEM ELEMANLARINA AİT HASAR DURUMU				
N1 Çatı / Kalkan Duvar Hasarı	N2 Merdiven Hasarı	N3 - Baca / Parapet Hasarı	N4 - Taşıyıcı duvarda sıva düzeyinde çatlak	Hasara Katkısı (HK)
VAR 1; YOK 0	VAR 1; YOK 0	VAR 1; YOK 0	VAR 1; YOK 0	00025*(N1+N2+N3 +N4 )
YOK	YOK	YOK	YOK	HK =
N1 = 0	N2 = 0	N3 = 0	N4 = 1	0.025

Elde edilen bu bilgiler yardımı ile yapı için hasar derecelendirilmesine geçilmektedir. Yapı hasar derecelendirilmesi Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** 1 nolu yapıya ait hasar derecelendirmesi

TAŞIYICI SİSTEM ELAMANLARI İÇİN HASARIN DERECELENDİRİLMESİ					
Hasarın en fazla olduğu doğrultuda (X ya da Y) ağır ve orta hasarlı Duvar oranı	Toplam Hasar Puanı	THO * 100 =		107	
		≥ 80	80 > THO ≥ 40	40 > THO > 0	THO = 0
HO = V ve VI' dan büyük olmalıdır.	Z=1.0 Z1 ve Z2 yok ise	AĞIR	ORTA	HAFİF	HASARSIZ
	Z=1.2 Z1 ve/veya Z2 var ise	X			
HO =	1.041	THO =	1.066		

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Deprem sonrası yapılacak ilk hasar tespitleri olabildiğince hızlı ve pratik bir şekilde yapılmalıdır. Bunun için deprem sonrası hasar tespit formları kullanılmaktadır. Bu formlar yardımı ile deprem sonrası hasar tespit işlemleri hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Deprem sonrası hasar tespit formları çeşitlilik gösterebilmektedir. Bu çalışmada bu formlarda ikisi dikkate alınmıştır. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından hazırlanan yığma yapılar için hasar tespit formu ve Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS)'nde verilen yığma yapı hasar sınıflandırılması kullanılmıştır.

İki yöntem arasındaki en büyük fark EMS-98 formları kişinin takdir hakkını daha fazla kullanmayı gerektirmektedir. AFAD tarafından hazırlanan yığma yapı formları incelemeyi yapan kişiye daha az bir takdir hakkı vermektedir. Bu açıdan AFAD formlarının biraz daha bilimsel olduğu söylenebilir. EMS-98 hasar tespitinde yapının boyutları dikkate alınmamaktadır. AFAD yığma yapı hasar tespit formları yapının taşıyıcı olan tüm duvar boyutlarını dikkate almaktadır. EMS-98’de zemin ile ilgili herhangi bir işlem yapılmazken, AFAD zeminde meydana gelen hasarları da dikkate almaktadır.

Yapı için arazide yapılan değerlendirme sonucu yapı ağır hasarlı yapı sınıfında değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan yöntemlerden bir olan EMS- 98’e göre incelenen yapı 3. derece çıkmış olup, önemli derecede ağır hasar durumundadır. Çalışmada dikkate alınan ve AFAD tarafından hazırlanan hasar tespit formuna göre yapı incelenen yapı ağır hasarlı olarak belirlenmiştir. Hem gözlemsel hem de detaylı hasar tespitlerinin birbirleri ile tutarlılık içerisinde olduğu söylenebilir.

Çalışma, deprem sonrası hasar tespitlerinin önemini vurgulamak adına yapılmıştır. Deprem sonrası yapılacak yapılar ile tüm iş ve işleyişler bu tespit formlarına bağlı olarak yapılmaktadır. Kamu kaynaklarının elverişli bir şekilde kullanılması adına hasar tespitlerinin hızlı, bilimsel ve pratik olması çok önemli bir noktaya sahiptir.

### **Katkı Belirtme ve Teşekkür**

Çalışmalarımız esnasında katkılarını esirgemeyen Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürü Sayın Ömer BOLAT’a ve tüm kurum çalışanlarına teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

Anoop, M.B., Rao, K.B. (2015). Seismic damage estimation of reinforced concrete framed structures affected by chloride-induced corrosion. *Earthquakes and Structures*, 9(4), 851-873.

Celep, Z., Kumbasar, N., (2004). *Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı*. Beta Dağıtım, İstanbul.

Çırak, İ.F. (2011). Yığma yapılarda oluşan hasarlar, nedenleri ve öneriler. *SDU International Technologic Science*, 3(2), 55-60.

Hadzima-Nyarko, M., Ademović, N., Pavić, G., Šipoš, T.K. (2018). Strengthening techniques for masonry structures of cultural heritage according to recent Croatian provisions. *Earthquakes and Structures*, 15(5), 473.

Hadzima-Nyarko, M., Morić, D., Pavić, G., Mišetić, V. (2018b). Spectral functions of damage index (DI) for masonry buildings with flexible floors. *Tehnički vjesnik*, 25(1), 181-187.

Hadzima-Nyarko, M., Pavić, G., Lešić, M. (2016). Seismic vulnerability of old confined masonry buildings in Osijek, Croatia. *Earthquakes and Structures*, 11(4), 629-648.

Grünthal, G., Musson, R. M. W., Schwartz, J., Stucchi, M. (1998). The European Macroseismic Scale EMS-98, Vol. 15, Conseil de l'Europe. *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Seismologie, Luxembourg*, 101.

Güler, K., Aydoğan, M., Çelik, M., Gençoğlu, M., Güler, K., Hasgür, Z., Saygun, A.I., Taşkın, B., Tuğsal Ü.M. (2015). Deprem sonrasında yığma binaların hasar sınıflandırılmasında kullanılacak yeni AFAD hasar tespit formları, No: 2010K140130 Hasar Tespit Sisteminin İyileştirilmesi Projesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Mesleki Eğitim Semineri.

Kutanis, M., Işık, E., Özlük, M.H. (2012). 23.10.2011 Van depreminde orta hasarlı binaların güçlendirme tespit çalışması. *3rd International Science Technology and Engineering Conference (ISTE-C 2012)*, December 2012, Dubai, Unites Arab Emirates.

Isik, E., Isik, M.F., Bulbul, M.A. (2017). Web based evaluation of earthquake damages for reinforced concrete buildings. *Earthquakes and Structures*, 13(4), 387-396.

Isik, E. (2016). Consistency of the rapid assessment method for reinforced concrete buildings. *Earthquakes and Structures*, 11(5), 873-885.

Işık, E., Işık, M.F., Bülbül, M.A., Oruk K. (2019). Web-based rapid evaluation of post-earthquake damages in masonry buildings. (Unpublished article).

Karaşin İ.B., Eren B., Işık, E. (2016). Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2):70-76.

Karaşin, A., Öncü, M.E. (2009). Çok katlı yığma binaların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi. *Doğu Anadolu Araştırmaları Dergisi*, 2009:63-68.

Korkmaz, A., Çarhoğlu, A.I., Orhon, A.V., Nuhoglu A. (2014). Farklı yapısal malzeme özelliklerinin yığma yapı davranışına etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1):69-78.

Šipoš, T. K., Hadzima-Nyarko, M. (2017). Rapid seismic risk assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 348-360.

Taşkın, B., Aydoğan, M., Çelik, M., Gençoğlu, M., Güler, K., Hasgür, Z., Saygun, A.I., Tuğsal, Ü.M. (2015). Deprem sonrasında betonarme binaların hasar sınıflandırılmasında kullanılacak yeni AFAD hasar tespit formları, No: 2010K140130 Hasar Tespit Sisteminin İyileştirilmesi Projesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Mesleki Eğitim Semineri.



## DONATI İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERİN YÖNETMELİKLER ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF REINFORCEMENT IN THE  
FRAMEWORK OF THE REGULATIONS

**İnş. Müh. M. Tansu Baydaş**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan Işık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Nusret Bozkurt**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. Erden Ozan Karaca**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Betonarme, beton ve çelik gibi iki farklı yapı malzemesinin birlikte kullanılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir. Betonarme, ekonomik ve kolay bir şekilde elde edilmesi gibi sebeplerden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Betonarme yapılarda, donatılar yapılarda oluşan çekme gerilmelerini karşılamak üzere kullanılmaktadır. Her bir yapı malzemesinde olduğu gibi, betonarme yapılarda kullanılan donatılar ile ilgili bir takım kurallar bulunmaktadır. Bu kurallar çerçevesinde tasarım ve değerlendirme işlemleri yapılmaktadır. Yapı ve yapı malzemeleri ile ilgili kurallar zaman içerisinde ortaya çıkan ihtiyaç ve değişen teknolojik şartlardan dolayı bir takım değişikliklere uğrayabilmektedir. Bu nedenlerin başında deprem sonucu oluşan yapısal hasarlar ön plana çıkmaktadır. Depremler, yapıların gerçek bir deneye tabi tutulması açısından önemlidir. Yapım ve tasarım kurallarındaki eksiklerin ortaya konması açısından bu hasarların doğru bir şekilde elde edilip, yorumlanması gerekmektedir. Elde edilen bu hasar bilgileri farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu amaçlardan biri de elde edilen bu hasar bilgilerinin kullanımı sonucu yapı ile ilgili standartlar ve yönetmelikleri revize edilebilmek veya tamamen yenilemektir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve depremlerde hasar alan betonarme yapılar için de

yapım ve tasarım kurallarında değişiklikler olmaktadır. Betonarme yapılar için başlıca; Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayımlanan “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS500)” ve deprem etkisindeki betonarme yapılar için uyulması gereken kuralların yer aldığı “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)” kullanılmaktadır. Hem TS500 hem de TBDY-2018 zaman içerisinde bir takım yenilenmeler sonucu oluşturulmuş olup günümüzde yürürlükte olan yapı yönetmelikleridir. Bu çalışmada betonarme yapılarda kullanılan donatı özelliklerinin yönetmeliklerdeki değişimi incelenmiştir. Donatı ile ilgili bu çalışma kapsamında belirlenen özelliklerin, hem TS500 hem de TBDY-2018 ve bu yönetmeliklerin günümüze kadar ulaşılabilen eski versiyonları da dikkate alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Donatılar ile ilgili her bir değişken için zaman içerisinde nasıl ve ne tür değişiklikler olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak öneriler getirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Donatı, TS500, TBDY-2018, yönetmelik, standart, değişim

## ABSTRACT

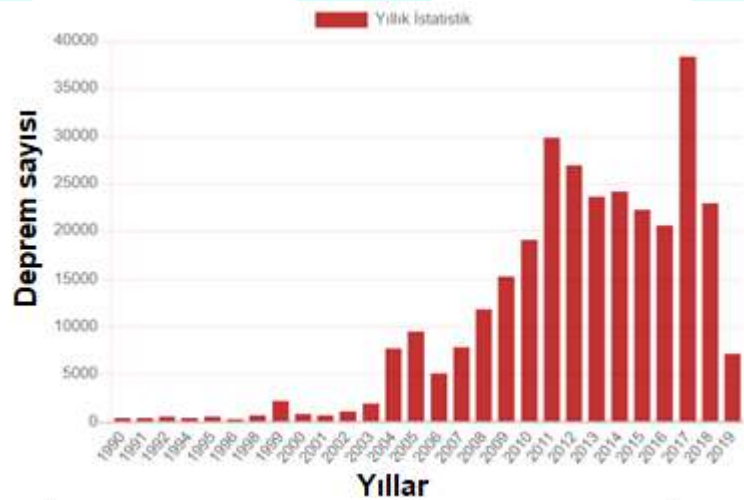
Reinforced concrete is a building material obtained by using two different building materials such as concrete and steel together. Reinforced concrete, for reasons such as to be obtained in an easy way and economical and are widely used. In reinforced concrete structures, reinforcements are used to meet the tensile stresses in the structures. As with every building material, there are some rules regarding the reinforcement used in reinforced concrete structures. Design and evaluation procedures are carried out within the framework of these rules. The rules for building and building materials may undergo a number of changes due to the need and the changing technological conditions. The main reason for this is the structural damage caused by the earthquake. Earthquakes are important in terms of subjecting the structures to a real experiment. In order to reveal the deficiencies in the construction and design rules, these damages must be obtained and interpreted correctly. These damage information can be used for different purposes. One of these aims is to revise or completely revise the standards and regulations related to the structure as a result of the use of these damage information. There are also changes in the construction and design rules for reinforced concrete structures, which are commonly used in our country and which are damaged in earthquakes. The main principles for reinforced concrete structures are the “Design and Construction Rules of Reinforced Concrete Structures (TS500)” published by Turkish Standards Institute and the “Turkish Building Earthquake Regulation (TBDY-2018)”

which contains the rules to be followed for earthquake-induced reinforced concrete structures. Both TS500 and TBDY-2018 have been formed by a number of renovations over time and are the building regulations in force today. In this study, the changes in the reinforcement properties used in reinforced concrete structures are examined. In the scope of this study, comparisons were made taking into account both TS500 and TBDY-2018 and the old versions of these regulations which can be reached to date. For each variable with respect to equipment, we have tried to determine how and what kind of changes were made over time. The results by comparing recommendations were brought forward a proposal.

**Keywords:** Reinforcement, TS500, TBDY-2018, regulation, standard, exchange

## 1.GİRİŞ

Ülkemiz deprem bölgesinde olduğundan dolayı yıkıcı boyutta birçok deprem yaşanmıştır. Meydana gelen depremlerin can ve mal kayıpları ile büyük acılara neden olmuştur. Oluşan bu depremleri sıralanacak olursa 1939 Erzincan Depremi, 1966 Varto Depremi, 1976 Muradiye Depremi, 1999 Gölcük depremi, 2011 Van Depremidir. Ülkemizde oluşan depremlerin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yıllara göre ülkemizde meydana gelen deprem sayıları (AFAD, 2019)

Deprem gibi oluşacak afetlerde meydana gelen can ve mal kayıplarının oranlarının artmasının sebeplerinden biri de nüfusun artması, şehirlerin daha da kalabalıklaşmasıdır. Bu oranların artmasındaki sebepler arasında proje hataları, inşa aşamasında yapılan işçilik hataları, malzeme eksikliği ve kalitesizliği gibi etkenler sayılabilir. Ülkemizdeki yapıların

çoğunun betonarme olması, üretimde kullanılacak betonun ve donatının sahip olduğu dayanım özelliklerinin güvenlik açısından ne kadar önemli olduğunu ayrıca göstermektedir.

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, depremler neticesinde oluşacak kayıpların en aza indirgenmesi için yapı inşası hususunda uyulması gereken yapım kuralları oluşturulmaya çalışılmış ve bunlar standart ve yönetmelik olarak uygulamaya konulmuştur. Depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları ilk başlarda afet yönetmelikleri içerisinde kendine yer bulmuştur. Son olarak onuncusu yayınlanmış olan bu yönetmeliklerin, yürürlükte olduğu dönemler içerisinde meydana gelen depremler sonucunda yetersiz kaldığı gündeme gelmiş, güncellenmesi veya yeniden yazılma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Edinilen tecrübeler ve gelişen teknolojiyle mevcut yönetmelikler geliştirilmeye çalışılmış ve güncel hale getirilmişlerdir. Yayınlanan bu yönetmeliklerde ana konu her zaman deprem olmuştur; bundan dolayı bu yönetmelikler deprem yönetmeliği olarak da anılmaktadır (Alyamaç ve Erdoğan, 2005). Ülkemizde yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmelikleri;

- ❖ 1940 – Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
- ❖ 1944 – Zelzele Mıntıklarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi
- ❖ 1949 – Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
- ❖ 1953 – Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- ❖ 1962 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- ❖ 1968 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- ❖ 1975 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- ❖ 1998 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- ❖ 2007 – Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- ❖ 2018 – Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Deprem hesabı ilk olarak 1949 yılındaki yönetmelikte basitçe belirtilmiştir; sonraki tüm yönetmelikler birbirlerine oranla daha detaylı bir deprem hesabına yer vermişlerdir. Hesapların gelişmesi ve ayrıntılı hale gelmesi edinilmiş tecrübeler ve günün mühendislik teknolojisiyle paralel bir artış göstermiştir. Böylece meydana gelebilecek depremlerin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi hususunda projeden imalata olan süreçte ilk adımı oluşturmuştur. Bu açıdan bakıldığında inşaat mühendisliği açısından depremlerden çok iyi ders aldığımız söylenebilir.

Ülkemizde yapıların büyük bir çoğunluğunu betonarme yapılar oluşturmaktadır. Betonarme yapıların zayıf noktasını beton kısmı oluşturmakta, betonun eksik olduğu özellikleri ise donatı tamamlamaktadır. Bu nedenden dolayı donatı seçimi ve uygulanabilirliği



büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada da, 1968 yılından günümüze kadar süregelen dönem içerisinde yayınlanmış olan yönetmeliklerdeki donatı ile ilgili değişimler incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın konusu sadece donatı oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada ulaşılabılır olan 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 yönetmeliklerindeki donatı ile ilgili olan parametreler incelenmeye çalışılmıştır. Donatının çapı, miktarı ve donatı arasındaki mesafe gibi özellikler göz önüne alınmıştır.

### 1968-Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYYH-1968)

Dokuz farklı bölümden oluşan ABYYYH-1968 yönetmelik 16.01.1968 tarihinde yayınlanan 12801 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe girmiştir. ABYYYH-1968'in bölümleri;

- ✓ Kapsam
- ✓ Üzerinde Bina Yapılamayacak Arazi
- ✓ Su Baskını Afetinden Korunma
- ✓ Yangın Afetinden Korunma
- ✓ Malzeme ve İşçilik Genel Hükümleri
- ✓ Deprem Afetinden Korunma
- ✓ Onarma
- ✓ Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Esasları
- ✓ Çeşitli Hükümler

Betonarme terimi bu yönetmelikte geçmeye başlamıştır. Betonarme yapıların oldukça basit ve herhangi bir çıkma içermeyecek şekilde dikdörtgen veya kare şeklinde inşa edilmesi önerilmiştir. Düşey taşıyıcı olan perde ve kolonlarda süreklilik kavramına vurgu yapılmıştır. Yapılar arasında derzler ile ilgili kurallar verilmiştir. Rijitlik ve kütle merkezlerinin mümkün olduğu kadar az dış merkezlik oluşturulması önerilmiştir. Asmolen döşemesi yapılması bu yönetmelikte yasaklanmıştır. 44m'ye kadar olan yapılarda bir sınırlama yok iken 44m'yi geçen yüksekliklerde dinamik hesap metotları kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Zemin etütleri için deprem derecesine göre çeşitli usuller önerilmiştir. Betonarme olarak inşa edilecek yapılar ile ilgili malzeme ve boyutlar konusunda kıstaslar farklı zemin durumları için verilmiştir. Kullanılacak betonların kalitesi dozaj ile ifade edilmiştir (ABYYYH-1968).

### 1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYYHY-1975)

ABYYHY-1968'in yerine 09.06.1975 tarihinde yayınlanan 15260 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 3 farklı kısımdan oluşmakta olup her kısım kendi içerisinde farklı bölümler altında kendine yer bulmuştur. Bu kısımlar;

- ✓ Kapsam ( 2 farklı bölüm)
- ✓ Su baskını ve Yangın Afetinden Koruma (2 farklı bölüm)
- ✓ Deprem Afetinden Korunma (12 farklı bölüm)

Yapı önem derecesi, hareketli yük azaltma katsayılar bu yönetmelikte yer almaya başlamıştır. Dairesel kolon ifadesi ilk olarak yönetmeliklerimizde yerini almıştır. Betonarme perdelerde kenar oranları dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu yönetmelik kapsamında asmolen, dolgulu ya da dolgusuz dişli döşemeler için belirtilen koşullara uyulabilmesi durumunda yapımına izin verilmektedir (ABYYHY-1975).

#### **1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)**

02.09.1997 tarihinde yayınlanan 23098 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanmış olup 01.01.1998 tarihinde yürürlüğe girmiştir. ABYYHY-1975'in güncellenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu yönetmeliğe benzer olarak 3 ana kısımdan oluşmakta, her kısım kendi içerisinde farklı bölümler ile ifade edilmiştir. Bu kısımlar;

- ✓ Kapsam ( 2 farklı bölüm)
- ✓ Su baskını ve Yangın Afetinden Koruma (2 farklı bölüm)
- ✓ Deprem Afetinden Korunma (13 farklı bölüm)

#### **2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY-2007)**

Bu yönetmelik, özellikle 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinden dolayı oluşan büyük can ve mal kayıplarından sonra 1998 yılındaki yönetmeliğin güncellenmesi ihtiyacına binaen hazırlanmıştır. 06.03.2007 tarihinde 26454 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanmıştır. Bazı değişiklikler ile birlikte ABYYHY-1998'e benzer özellikler göstermektedir. Bu yönetmelikte 7 farklı bölüm yer almaktadır: Bu bölümler;

- ✓ Genel Hükümler
- ✓ Depreme Dayanıklı Binalar için Hesap Kuralları
- ✓ Betonarme Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- ✓ Çelik Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- ✓ Yığma Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- ✓ Temel Zemini ve Temeller için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

✓ Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi

Bu yönetmelikteki en büyük değişim 7. bölümde ifade edilen mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi olmuştur. İlk kez mevcut yapıların değerlendirilmesi yönetmeliklerde yerini bulmuştur. Bu yönetmelik daha detaylı ve geliştirilmiş bir yönetmelik olarak kendine yer bulmuştur. Bu yönetmelikte farklı türdeki yapılar için farklı bölümler altında depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları oldukça detaylı bir şekilde belirtilmiştir. Bu yönetmelik ile ilk kez doğrudan deprem yönetmeliği kavramı kullanılmıştır (DBYYHY-2007).

### 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

18.03.2018 tarihinde 30364 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanmış olup 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik diğer yönetmeliklere göre çok fazla detay içermektedir. Bu yönetmelik toplam 17 farklı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler;

- ✓ Genel Hükümler
- ✓ Deprem Yer Hareketi
- ✓ Deprem Etkisi Altında Binaların Değerlendirilmesi ve Tasarımı için Genel Esaslar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Binaların Dayanıma göre Tasarımı için Hesap Esasları
- ✓ Deprem Etkisi Altında Binaların Şekil Değiştirmeye göre Değerlendirme ve Tasarımı için Hesap Esasları
- ✓ Deprem Etkisi Altında Yapısal Olmayan Bina Elemanlarının Tasarım Esasları
- ✓ Deprem Etkisi Altında Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Önüretimli Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Çelik Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Hafif Çelik Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Yığma Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Ahşap Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Yüksek Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Yalıtımlı Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı için Özel Kurallar

- ✓ Deprem Etkisi Altında Temel Zemini ve Temellerin Tasarımı için Özel Kurallar
- ✓ Düzenli Yerinde Dökme Betonarme Binalar için Basitleştirilmiş Tasarım Kuralları

### 3. Bulgular

Bu bölüm içerisinde dikkate alınan her bir yönetmelik içerisinde yer alan donatı ile ilgili bazı parametreler dikkate alınmıştır. Her bir betonarme taşıyıcı eleman için parametrelerin değişimi farklı tablolar yardımı ile ifade edilmiştir. Bu işlem yapılırken hem afet hem de deprem yönetmelikleri dikkate alınmıştır. Temel bağ kirişleri için parametrelerin nasıl değiştiği Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Temel bağ kirişlerinde donatı ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı/ Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Boyuna Donatı</b>	I.Derece; kayadan farklı zeminlerde 4 Ø 16 II. ve III. derece kayalık zeminlerde 4 Ø 14	4 Ø 14	Deprem bölgesi 1,2 için; A, B, C ve D grubu zeminlerde sırasıyla 4Ø14, 4Ø16, 4Ø16, 4Ø18; deprem bölgesi 3,4 için; A, B, C ve D grubu zeminlerde sırasıyla 4Ø14, 4Ø14, 4Ø16, 4Ø16 olması.	Deprem bölgesi 1,2 için; A, B, C ve D grubu zeminlerde sırasıyla 4Ø14, 4Ø16, 4Ø16, 4Ø18; deprem bölgesi 3,4 için; A, B, C ve D grubu zeminlerde sırasıyla 4Ø14, 4Ø14, 4Ø16, 4Ø16 olması.	Donatı oranı en az % 0.5
<b>Enine Donatı</b>	Bağlantı kirişlerinde en az Ø6.	$s \leq 20\text{cm}$ $s \leq (\text{Bağlantı kiriş büyük boyutunun yarısı})$	$\phi_e \geq 8\text{mm}$ $s \leq 20\text{cm}$	$\phi_e \geq 8\text{mm}$ $s \leq 20\text{cm}$	$\phi_e \geq 8\text{mm}$ $s \leq 20\text{cm}$

Hatılarda kullanılacak donatılar ile ilgili bazı parametrelerin değişimi Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Hatılarda donatı ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı/ Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Hatıl</b>	Boyuna: 4 Ø 14 Enine: Ø6/25	Boyuna: 4 Ø 14 Enine: Ø6/25	Taş duvar: 6Ø10 Taşıyıcı duvar: 4Ø10 Enine: Ø8/25	Taş duvar: 6Ø10 Taşıyıcı duvar: 4Ø10 Enine: Ø8/25	6Ø12 Ø8/15

Betonarme kirişlerde kullanılacak donatılar ile ilgili kurallardaki değişimler Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Kirişlerde donatı ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı/ Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Kiriş</b>	Donatı yüzdesi: boyuna donatıda en az % 0.025 olması.	Boyuna donatı oranı ( $\mu_{min}$ ) BÇ I: 0.005 BÇ II: 0.004 BÇ III: 0.003	Min. Donatı oranı: $\rho_s \geq f_{ctd}/f_{yd}$ Boyuna donatılarının çapı 12 mm’den az olmayacak. TS500 $s_k \leq h_k/4$ $s_k \leq 8 \phi_{min}$ $s_k \leq 150\text{mm}$	Çekme donatılarının min. oranı; $\rho \geq 0.8 * f_{ctd}/f_{yd}$ olmalı; boyuna donatıların çapı 12 mm den az olamaz. TS500 $s_k \leq h_k/4$ $s_k \leq 8 \phi_{min}$ $s_k \leq 150\text{mm}$	$-\rho \geq 0.8 * f_{ctd}/f_{yd}$ -Boyuna donatıların çapı 12 mm’den küçük olmayacak. TS500 $\rho \leq 0.02$ $s_k \leq h_k/4$ $s_k \leq 8 \phi_{min}$ $s_k \leq 150\text{mm}$



Betonarme yapılarda bulunan taşıyıcı kolonlarda donatı ile ilgili bazı parametrelerin değişimi Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Kolonlarda donatı ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı/ Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Kolon</b>	---	Boyuna donatı yüzdesi en az 0.01, en fazla; B160:0.030 B225: 0.035 B300: 0.040	En az boyuna donatı; dikdörtgen kesitli de 4 Ø16 veya 6 Ø16, dairesel de ise 6Ø14.	En az donatı, dikdörtgen kesitli de 4Ø16 veya 6Ø14, dairesel de ise 6 Ø 14; enine donatı sarılma bölgelerinde Ø8 den küçük çaplı olamaz.	Ø14 den daha ince ve dairesel kolonlarda 6 adetten daha az boyuna donatı; enine donatı sarılma bölgelerinde Ø8 'den küçük çaplı kullanılmayacak. Kare enkesitli kolonlarda $\rho_s$ , 0.01'den az olmayacaktır.

Betonarme perdeler ile ilgili olarak bazı donatı parametre değişimleri ise Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Perdelerde donatı ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı/ Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Perde</b>	İç ve dış kenarlarına en az ikişer tane Ø16 lık çubuk demir	min. donatı alanları perde brüt enkesit alanının, yatay donatı için 0.0025, düşey donatı için 0.0020 den az olamaz; donatı aralığı perde kalınlığının 1.5 katı ve 30 cm. den fazla olamaz.	Gövde de boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olmayacak.	-her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt enkesit alanının 0.0025' inden az olmayacak. $-H_w / l_w \leq 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak gözönüne alınacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olmayacak.	Uç bölgelerinin her birinde boyuna donatı miktarı 4 Ø 14'ten az, enine donatı çapı 8mm den küçük olmayacaktır. Boyuna donatı oranı 0.03'ü (bindirme bölgesinde 0.06) geçmeyecek.

Döşemelerde kullanılacak olan donatılar ile ilgili deprem yönetmeliklerinde kurallar genel olarak TS500'te belirtildiği şekilde alınmaktadır. Bundan dolayı döşemede kullanılan donatılarda herhangi bir değişim kontrolü yapılmamıştır.

#### 4. SONUÇ

Ülkemiz ilk olarak 1940 yılında kendi yapı yönetmeliğini İtalyan Yapı Talimatnamesini kullanarak oluşturmuştur. Mühendislik teknolojisinin gelişmesiyle birlikte yaşanan depremlerden dersler çıkarılarak günümüze kadar her dönem mevcut yapı yönetmeliklerini sürekli olarak güncellenmiştir. Her dönem bir öncekinden daha detaylı ve

daha kapsamlı bir şekilde hazırlanan bu yönetmeliklerin sonuncusu da dahil olmak üzere, tüm yönetmeliklerdeki donatı ile ilgili bazı parametreler bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

Betonarme yapılarda kullanılan donatılar ile ilgili bir takım kriterler bulunmaktadır. Bu kriterlerin proje ve yapım aşamasında kontrol edilmesi donatıdan beklenen işlevlerin yerine getirilmesi açısından önem arz etmektedir. Donatının gereğinden az ve fazla kullanılması, donatının konumu ve düzeni gibi hususlara dikkat edilmemesi durumunda yapıda oluşabilecek hasar miktarı artacaktır. Donatılardaki yetersizliğin yanı sıra düşük kalite beton kullanılması ile bu hasar miktarı daha büyük hasarlara neden olabilecektir. Dolayısıyla yönetmeliklerde verilen her bir kuralın uygulamada karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak adına yapıldığı göz ardı edilmemelidir. Önceki yönetmeliklerde kolonda kullanılan enine donatılar için tek bir bölgeden bahsedilirken zaman içerisinde oluşan depremlerde kolon hasarları dikkate alınarak sarılma ve orta bölge kavramları ortaya çıkmıştır.

Betonarme yapılar iki farklı yapı malzemesinin birleşmesi sonucu oluşması bu malzemeler arasında bir oran olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda her bir taşıyıcı betonarme eleman için farklı donatı oranları değerleri yer almaktadır. Örneğin herhangi bir kirişte yönetmeliklerin sünek kırılma şartı için verilen donatı oranının aşılması durumunda kullanılan donatıdan tam anlamı ile istifade etmek mümkün değildir. Bu gibi bir durumda kirişte kırılma basınç kırılması olarak adlandırılacak ve kırılmaya betonun özellikleri hakim olacaktır. Bu tür kırılma durumlarına yönetmeliklerimiz izin vermemektedir.

Betonarme yapı elemanlarının tasarımında yapım kurallarının bulunması ve bu kurallara hassasiyetle uyulması yapılardan beklenen işlevler açısından önemlidir. Bu bağlamda özellikle deprem yönetmelikleri ve ilgili standartlar dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada sadece deprem yönetmelikleri arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Ancak deprem yönetmeliğinde bulunmayan veya daha farklı kısımlar için ilgili standartlar da ek kaynak olarak kullanılmalıdır. Özellikle betonarme yapı tasarımının dikkate alındığı TS 500 bu kaynakların başında gelmektedir. Yapılar ile ilgili yönetmelik ve standartların birbirini tamamladığı, birbirlerinden bağımsız olmadıkları bilinmelidir.

Yapılarının tasarım, projelendirme ve inşaat aşamalarında yapım kurallarının kullanıcılar tarafından bilinmesi, hangi kısımlarında hangi açıdan değişime uğradıklarının bilinmesi yapı ile ilgili elde edilecek sonuçlara anlam katacaktır.

**Kaynaklar**

ABYYHY-1968, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 12801, 1968.

ABYYHY-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 15260, 1975.

ABYYHY-1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 23098, 1998.

Alyamaç, K.E., Erdoğan, A.S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 707-715.

DBYYHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 26454, 2007.

<https://deprem.afad.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10.04.2019)

TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 30364, 2018.



## BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARTTIRILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

A STUDY ON THE COMPARISON OF THE STUDIES ON IMPROVEMENT THE  
MECHANICAL PROPERTIES OF THE CONCRETE

**İnş. Müh. M. Tansu Baydaş**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Nusret Bozkurt**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan Işık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. Erden Ozan Karaca**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Dünya’da nüfus oranının artmasıyla birlikte barınma ihtiyacı da artmış, buna bağlı olarak inşaat sektörünün ana unsuru olan beton teknolojisinde de gelişmeler olmuştur. Taze haldeki betonun plastik halde olmasından dolayı istenilen şekle kolay getirilebilmesi, hem yerinde hem de fabrikasyon olarak üretilebilmesi, sertleşmiş halde yüksek basınç dayanımına sahip olması, servis süresinin uzun olması, işçilik ve bakım işlerinin kolay olması, diğer yapı malzemelerine göre daha ekonomik olmasından dolayı daha yaygındır. Ancak betonun çekme dayanımı oldukça düşük değerler almaktadır. Betonun, tüm bu özellikleri dikkate alındığında, düşük olan çekme dayanımının yerine donatılar kullanılarak elde edilen betonarme yapılar yaygın olarak kullanılmaktadır. Betonarme yapılarda oluşan deprem hasarları genel olarak beton ile ilişkilendirilmektedir. Betonun meydana gelebilmesi için birçok aşamadan geçmesi beton özelliklerini olumsuz olarak etkilemektedir. Her aşamada hem malzeme hem de işçilik kusurları olumsuz etkileri artırabilmektedir. Betonun düşük olan mekanik özelliklerini arttırmak adına değişik malzemeler ve yöntemler kullanılabilir. Betonarme yapılardaki hasarları minimuma indirgeyebilmek için beton karışımına matris eklemeli ya da sertleşmiş beton için hasar oluşumu gözlemlendiği anda gerekli malzemeler ile yapıya güçlendirme işlemleri



yapılabilmektedir. Betonun mekanik özelliklerinin artırılması konusunda çalışmalar gün geçtikçe artmakla beraber farklı yöntemler ortaya konmaktadır. Kronolojik olarak mineral katkı ve puzolanlar, su/çimento oranını azaltmak için kullanılan kimyasal katkıları ve lif takviyesi beton mukavemetini arttıran yöntemlerden bazılarıdır. Uygulanan bu yöntemleri geliştirmek için laboratuvar ortamlarında çeşitli deneyler yapılarak betonda dayanımın arttığı kanıtlanmıştır. Bu çalışmada ise beton dayanımını artırma ve geliştirme yöntemleri ele alınarak kronolojik olarak değerlendirilmiş günümüz teknolojisi ile kıyaslanmıştır. Betonun mekanik özelliklerinin artırılması için farklı araştırmacılar tarafından kullanılan katkı malzemeleri ve elde ettikleri sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada betonun sertleştikten sonra dayanım özelliklerini arttıran yöntemler dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak, öneriler yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, mekanik özellikler, hasar, lif, takviye

#### Abstract

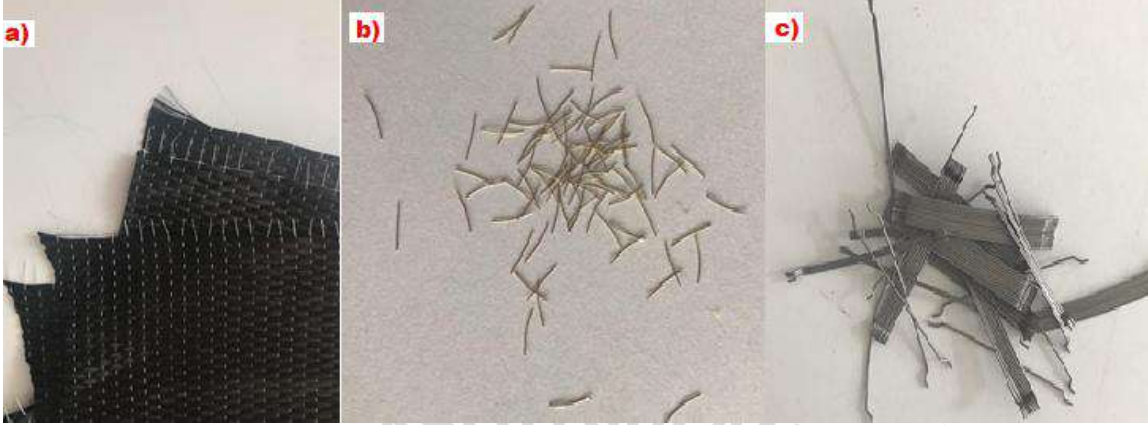
The need for accommodation has increased with the increase in the proportion of the population in the world, and accordingly the developments in concrete technology, which is the main element of the construction sector, has been experienced. Due to its plastic form in fresh form, it can be brought into desired shape easily, it has high compressive strength in hardened condition, it can be in place and manufactured with long service period, it is easier to process and maintain, it is more common than other building materials. However, the tensile strength of concrete is very low. Considering all these properties of concrete, reinforced concrete structures which are obtained by using reinforcement instead of low tensile strength are widely used. Earthquake damages in reinforced concrete structures are generally related to concrete. The fact that concrete passes through many stages to form a concrete adversely affects the properties of concrete. Mistakes in both material and workmanship can increase the negative effects at every stage. Different materials and methods can be used to increase the mechanical properties of concrete. In order to minimize the damage in the reinforced concrete structures, it is possible to reinforce the structure with the necessary materials as soon as the formation of the matrix or the hardened concrete causes damage to the concrete mixture. Studies to increase the mechanical properties of concrete increase day by day, but different methods are introduced. Chronologically, mineral

admixtures and pozzuolana, chemical additives used to reduce the water/cement ratio and fiber reinforcement are some of the methods that increase concrete strength. In order to develop these methods, it has been proved that strength is increased in concrete by doing various experiments in laboratory environments. In this study, it was compared with today's technology which was evaluated chronologically by considering the methods of increasing and improving concrete strength. In order to increase the mechanical properties of concrete, the additives and results used by different researchers were compared. In the study, methods that increase the strength properties of concrete after hardening were taken into consideration. The results were interpreted and recommendations were made.

**Keywords:** Concrete, mechanical properties, damage, fibre, strengthening

## 1. Giriş

Betonarme, yapılarda kullanılan yaygın bir yapı malzemesidir. Betonarme, çelik ve beton gibi iki farklı yapı malzemesinin birlikte kullanılması ile elde edilmektedir. Genel olarak yapıda oluşan çekme gerilmelerinin çelik tarafından basınç gerilmeleri ise beton tarafından karşılanması betonarmenin temel kuralı olarak karşımıza çıkmaktadır. Beton, betonarmenin zayıf noktasını oluşturmaktadır (Altundal, 2010; Doğangün, 2013; Karaşin ve Işık, 2017). Genel olarak betonun mekanik özellikleri çeliğe nazaran daha düşük değerler almaktadır. Aynı zamanda, betonda zaman ilerledikçe deformasyonlar oluşmaktadır. Bu deformasyonlar beton üretiminde karışım matrisine farklı malzemeler ilave edilerek azaltılmaktadır. Literatür çalışmalarında genellikle kullanılan metot karışıma lif takviye ederek deformasyonu azaltmaktır. Deformasyonun azalması ile birlikte betonda süneklilik artar dolayısıyla beton dayanımında da artış görülmektedir. Betonun mekanik özelliklerini arttırmak ve deformasyonları azaltmak için farklı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerde genel olarak lifler ön plana çıkmaktadır. Beton dünyasında yaygın olarak kullanılan lifler ise; çelik, metal, karbon, polipropilen ve cam liflerdir. Bu liflere ait görseller Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. a) Karbon lif; b) Karbon esaslı metal lif; c) Çelik lif

Bu çalışma kapsamında farklı araştırmacılar tarafından betonun mekanik özelliklerini arttırmaya yönelik yapılan çalışmaların bir kısmı dikkate alınmıştır. Çalışmalar hakkında bilgi verilerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmadaki amaçlardan biri de betonunun mekanik özelliklerini arttırmaya yönelik kullanılan malzemelerin ifade edilmesidir.

## 2. Malzeme ve Metot

Konu ile ilgili araştırmacılara ait çalışmalar incelenmiştir. Her bir araştırmacının beton özelliklerini arttırmak için yaptıkları çalışmaların detayları verilerek karşılaştırmalar yapılmıştır.

Kozak (2013) tarafından yapılan çalışmada, çelik lif kullanımı ile ilgili kaynakları incelenmiştir. Genel olarak kullanılacak lifler hakkında bilgi vererek, bunlar ile ilgili çalışmaları derlemiştir. Betonda lif kullanımı betondaki çatlakların artmasına karşı betonun direncini ve sünekliliğini arttırmak için etkili bir yol olduğunu belirtmiştir. Depreme dayanıklı yapılarda, havaalanı kaplamalarında, yüksek sıcaklığa maruz kalan yapılarda, patlamaya karşı dayanıklı yapılarda çelik lifli betonların kullanımının uygun olduğunu da belirtmiştir (Kozak, 2013; Topçu, 2006). Lif çeşitleri ile ilgili teknik özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Lif çeşitlerinin tipik özellikleri (Kozak, 2013; Topçu, 2006)

Lif Tipi	Çekme Dayanımı (ksi*)	Young Modülü (10 <sup>3</sup> ksi*)	En Yüksek Uzama (%)	Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )
Akrilik	30-60	0.3	25-45	1.1
Asbest	80-140	12-20	~0.6	3.2
Pamuk	60-100	0.7	3-10	1.5
Cam	150-550	10	1.5-3.5	2.5
Naylon	110-120	0.6	16-20	1.1
Polyester	105-125	1.2	11-13	1.4
Polietilen	~100	0.02-0.06	~10	0.95
Polipropilen	80-110	0.5	~25	0.90

Rayon (Suni İpek)	60-90	1.0	10-25	1.5
Taş Yünü	70-110	10-17	~0.6	2.7
Çelik	40-400	29	0.5-3.5	7.8
*ksi=6.9 MPa				

Beton özelliklerini arttırmak için kullanılan yöntemlerden biri de kimyasal katkılardır. Beton dünyasında kimyasal katkıların geliştiği kullanım oranı da artmaktadır. Kimyasal katkıların betonda avantajları olduğu gibi gerektiğinden fazla kullanıldığında dezavantajları da olmaktadır. Kimyasal katkı olarak en çok kullanılan akışkanlaştırıcı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu katkı ile birlikte üretilen beton işlenebilirliği yüksek, su/çimento oranı az ve pompalanabilirliği yüksek beton üretilmiştir (Topçu, 2006). Su/çimento oranının azalması betonda segregasyon oluşumunu engellemektedir.

Geniş uygulama alanına sahip olan beton gevrek olduğundan farklı katkı malzemeleri kullanılmaktadır. Cam elyaf ile betonda oluşan çatlakların artmasını engelleyerek dayanıma katkı sağlanabilmektedir. Cam elyaf betonun çekme dayanımı artırırken ultrasonik ses geçirgenlik sonuçlarında da azalma olmaktadır (Yıldız vd., 2010). Cam elyafa ait özellikler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Kullanılan cam lifinin özellikleri (Yıldız vd., 2010)

Lif Çeşidi	Lif Boyu (mm)	Lif Çapı (mm)	Özgül Yüze (m <sup>2</sup> /kg)	Bağlı Yoğunluk (Mg/m <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)
Cam	12	0.014	105	2,68	72000	1700

Şimşek ve Baharavar (2014) geleneksel beton ve farklı oranlarda uçucu kül katkılı betonu, farklı oranlarda çelik lif ile güçlendirerek karbonatlaştırma ve betonun diğer özelliklerini incelemiştir. Değerlendirme için beton türleri karşılaştırıldığında uçucu kül ve çelik lif miktarı arttıkça işlenebilirliğin azaldığı görülmüştür. Basınç dayanımı açısından değerlendirildiği zaman ise 7 günlük basınç dayanımı sonuçlarını olumsuz etkilemiştir. Fakat 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarında ciddi artışlar görülmüştür. Uçucu kül miktarı arttıkça CaO’nun azalması ile karbonatlaştırmada azalma görülmüştür (Şimşek ve Baharavar, 2014). Çelik lif özellikleri Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Kullanılan çelik lifin özellikleri (Şimşek ve Baharavar, 2014)

Lif Tipi	Çengelli 35/0.35
Boy (mm)	35
Çap (mm)	0.35
Narinlik Oranı	100
Çekme Dayanımı (MPa)	1150
Elastisite Modülü (MPa)	200000
Özgül Ağırlık	7.48
1 kg Lifin Sayısı (Adet)	13000



Farklı boyutlardaki fiber elyafın (lif demeti) betonun taze ve sertleşmiş özelliklerine etkisini inceleyen çalışmada, % 0.00, % 0.25, % 0.50 ve % 1.00 hacimce oranlarda betona fiber elyaflar ilave edilmiştir. Kullanılan elyaflar 10 mm ve 20 mm boyutlarındadır. Elde edilen numune özelliklerinin belirlenmesi için deneyler uygulanıp sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlarda, % 0.50 oranda kullanılan elyafın taze beton deneylerinde negatif bir etkisi görülmüştür. % 0.25 oranda kullanılan elyaf fiberin ise sertleşmiş beton deneylerinde pozitif bir etkisi gözlenmiştir (Islam ve Ahmed, 2018). Çalışmalarında kullanılan elyaf fiberin özellikleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Kullanılan elyaf fiberin özellikleri (Islam ve Ahmed, 2018)

Lif Çeşidi	Lif Boyu (mm)	Lif Çapı (mm)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Gerilme Direnci (MPa)
Elyaf Fiber	10-20	0.10	1.45	480

Bir diğer çalışmada, beton yapıların güçlendirilmesi için yeni yöntemlerin bulunmasının zor olduğu belirtmiştir. Farklı yöntemler deneyerek güçlendirmeye etkili olanlar ile testler yapılmıştır. Fiber takviyeli polimer (FRP), fiber takviyeli çimento matrisi (FRCM), yüksek performanslı harç (HPM) yöntemleri kullanılarak güçlendirmede olumlu sonuçlar alınmıştır. Yöntemler kıyaslandığında ise FRCM nin FRP den daha düşük etki verdiği gözlemlenmiştir (Donnini vd. 2019). Kullanılan fiberlerin özellikleri Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Kullanılan fiberlerin özellikleri (Donnini vd. 2019)

Lif Tipi	Çekme Dayanımı (kN/m <sup>2</sup> )	Elastisite Modülü (GPa)	En Yüksek Uzama (%)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (gr/m)
Karbon fiber	240	235	1.5	0.048	172
Karbon levha	800	240	1.8	0.164	300
PBO(polipfenilenbenzobisoksazol) fiber	264	270	2.5	0.046	146

Betonarme yapı elemanlarında düşük dayanımlardan dolayı hasarların oluşmaktadır. Bu hasarları güçlendirmek için karbon ve cam elyaf kullanılabilir. Elyaf lar epoksi ile betonarme kırılgan yapıya yapıştırılarak deneyler yapılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda elyaflar güçlendirmede ekonomik boyutundan, şekil değiştirme kapasitesi yüksek olmasından dolayı karbon elyaf yerine cam elyafın kullanılabilirliği belirtilmiştir (Sarıbyık 2013). Kullanılan elyafların teknik özellikleri Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Cam elyafların özellikleri (Sarıbyık 2013)

Özellikler	Cam Tipi			
	A	C	E	S
Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2.50	2.49	2.54	2.48
Elastisite Modülü(GPa)	-	69.0	72.4	85.5
Çekme Mukavemeti (MPa)	3033.0	3033.0	3448.0	4585.0
Isıl Genleşme Katsayısı (m/m/C*106)	8.6	7.2	5.0	5.6
Yumuşama Sıcaklığı (°C)	727.0	749.0	841.0	970.0

A: Yüksek oranda alkali içeren, kimyasal direnci yüksek olan bir cam türüdür. Kompozit malzemelerde çok kullanılmamaktadır fakat pencerelerde ve şişelerde en çok kullanılan camdır.

C: Kimyasal çözeltilere direnci çok yüksek olan bir cam türüdür. Depolama tankları gibi yerlerde kullanılan camdır.

E: Düşük alkali içerdiğinden dolayı elektriksel yalıtkanlığı çok iyidir. Yüksek mukavemet, suya karşı dirence sahip olduğu için onarım ve güçlendirmede kullanılan camdır.

S: yüksek mukavemet ve maliyete sahip olan cam türüdür. Çekme mukavemeti oldukça yüksektir. En çok havacılık ve uzay endüstrisinde kullanılır.

Ünal ve diğerleri (2007) yaptıkları çalışmada, betonda çelik lif katkısının mekanik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştirlerdir. Beton numunelerinin deneysel çalışmalarını yapmak için Ø150 x 300 mm boyutlarında silindir numuneler ve 100x100x350mm boyutlarında prizmatik numuneler hazırlamışlardır. Silindir numuneler üzerinde basınç altında gerilme şekil değiştirme davranışı, prizmatik numuneler üzerinde eğilme dayanımları yapılmıştır. Çalışma sonucunda ise betona eklenen lifler, betonun basınç altındaki gerilme-şekil değiştirme yeteneğini ve eğilme dayanımını artırdığı vurgulanmıştır (Ünal vd., 2007). Kullanılan çelik lif özellikleri Tablo 8 'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Kullanılan Çelik Lifin Özellikleri (Ünal vd., 2007).

Lif Adı	Lif Tipi	Boy (mm)	Çap (mm)	Narinlik oranı	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)	Özgül Ağırlık
ZP 30/0.5	K	30	0.5	60	1250	200000	7.48
ZP 60/0.75	B	60	0.78	80	1200	200000	7.48

Yaprak ve diğerleri (2004) yaptıkları çalışma ile çelik, polipropilen ve cam liflerin betona eklenmesi ile mekanik özelliklerin güçlendirildiğinin yaygınlaştığını belirtmişlerdir. Fakat beton karışımına katılan liflerin özelliklerinin de güçlendirmeyi etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada, farklı miktarlarda lifler ekleyerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Sonuçlar analiz

edildiğinde lif kullanımı ile mekanik özelliklerin geliştirildiği belirtilmiştir (Yaprak vd., 2004). Çalışmalarında kullanılan liflerin özellikleri Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Kullanılan Liflerin Özellikleri (Yaprak vd., 2004)

Lif Adı	Boy (mm)	Çap (mm)	Özgül Yüze (m <sup>2</sup> /kg)	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)	Bağlı Yoğunluk(Mg/m <sup>3</sup> )
Çelik	60	0.80	-	850	200000	7.5
Cam	12	0.014	105	1700	72000	2.68

Betonda meydana gelen gerilmelerden dolayı çatlakların oluştuğu ve bu çatlakların çeşitli elyaflar ilave edilerek önlenmesi mümkündür. Elyaf kullanarak betonun süneklik özelliği artırılabilir. Beton dayanımında % 25 artma gözlenmiştir (Grzyski vd., 2019). Kullanılan çelik liflerin özellikleri Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10.** Kullanılan Çelik Lif Özelliği (Grzyski vd., 2019).

Lif Adı	Boy (mm)	Çap (mm)	Özgül Yüze (m <sup>2</sup> /kg)	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)	Bağlı Yoğunluk(Mg/m <sup>3</sup> )
Çelik	50	0.64	-	-	-	-

Bozkurt (2014) yaptığı çalışmada, hibrid lifler ile beton dayanımının yüksek sıcaklıktaki etkisini incelemiştir. Deney sonuçları analiz edildiğinde metal lifin kullanıldığı numunelerde karbon esaslı metal life göre daha yüksek dayanım elde edilmiştir (Bozkurt, 2014). Bu çalışma kapsamında kullanılan lif özellikleri Tablo 11’de gösterilmiştir.

**Tablo 11.** Kullanılan lif özellikleri (Bozkurt, 2014)

Lif Adı	Boy (mm)	Çap (mm)	Çekme Dayanımı (MPa)	Özgül Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )
Metal lif	30	0.55	Min 1100	7.85
Karbon esaslı çelik lif	6	0.40	2000	7.17

### 3. Bulgular

Materyal ve metot kısmında dikkate alınan çalışmaların ışığı altında betonda kullanılan katkı malzemeleri için elde edilen betonun fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması tablolar halinde bu bölüm içerisinde yapılmıştır. Betonda kullanılan cam lifler ile ilgili yapılan çalışmaların karşılaştırılması Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12.** Cam lifler için karşılaştırma

Çalışma Yapan Kişi/ Malzeme Özelliği	Lif Boyu (mm)	Lif Çapı (mm)	Özgül Yüzey (m <sup>2</sup> /kg)	Bağlı Yoğ. (Mg/m <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Day. (MPa)	Young Modülü	Özgül Ağr. (gr/cm <sup>3</sup> )
Kozak (2013)	-	-	-	-	-	1035-3795	10 <sup>4</sup>	2.5
Yıldızbaş vd., (2010)	12	0.014	105	2.68	72000	1700	-	-
Sarıbıyık (2013)	-	-	-	-	72400	3448	-	2.54
Yaprak vd., (2004)	12	0.014	105	2.68	72000	1700	-	-

Betonun özelliklerini arttırmak için çelik lif kullanılması durumunda dikkate alınan çalışmaların karşılaştırılması Tablo 13'te gösterilmiştir.

**Tablo 13.** Çelik lif değerlerinin karşılaştırılması

Çalışma Yapan Kişi/ Malzeme Özelliği	Lif Boyu (mm)	Lif Çapı (mm)	Narinlik Oranı	Bağlı Yoğ. (Mg/m <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Day. (MPa)	Young Modülü	Özgül Ağr. (gr/cm <sup>3</sup> )
Kozak (2013)	-	-	-	-	-	276-2760	29	7.8
Şimşek ve Baharavar (2014)	35	0.35	100	-	200000	1150	-	7.48
Ünal vd., (2007)	30	0.5	60	-	200000	1250	-	7.48
Ünal vd., (2007)	60	0.78	80	-	200000	1200	-	7.48
Yaprak vd., (2004)	60	0.8	-	7.5	200000	850	-	-
Grzymiski vd., (2019)	50	0.64	-	-	-	-	-	-

Çalışmada dikkate alınan lif çeşitlerinden biri de karbon liflerdir. Karbon lifler için dikkate alınan çalışmaların karşılaştırılması Tablo 14'te verilmiştir.

**Tablo 14.** Karbon lifler için yapılan çalışmaların karşılaştırılması

Çalışma Yapan Kişi/ Malzeme Özelliği	Lif Kalınlığı (mm)	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Day. (MPa)
Donnini vd., (2019)	0.048	235000	0.24

#### 4. Sonuçlar

Beton ve betonarme yapılarda savunma mekanizmasını zayıflatan betonun özelliklerini arttırmak adına değişik malzeme katkıları ile betonun özellikleri artırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan katkı malzemeleri ile ilgili çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan özellikle liflerin teknik özellikleri belirtilmiştir. Bu katkıların kullanılması ile betonun özelliklerinin nasıl değiştiği tablolar halinde verilmiştir. Kullanılan katkı malzemelerinin oranının doğru seçilmesi, elde edilecek



sonuçları değerli kılacaktır. İncelenen çalışmalar değerlendirildiğinde betona lif eklenmesi ile işlenebilirlik azalmaktadır. Betonun işlenebilirliğini azaltan en önemli etken ise lif boyutu ve narinlik oranıdır. Diğer bir değerlendirme sonucu ise basınç dayanımını ve yarmada çekme dayanımı arttırmaktadır. Dayanımın artması da narinlik oranı ile doğru orantılıdır. Bu değerlendirilmelere göre kullanılan lifin türü, geometrik şekli ve boyutu beton içerisindeki mekanik özellikleri doğrudan etkilemektedir. Ayrıca kullanılan katkıların betonun maliyetinin nasıl etkileyeceği de önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

### Kaynaklar

- Altundal, A. (2010). Betonarme 1, Sakarya Üniversitesi Yayınları No:1, 225s.
- Bozkurt (2014). The high temperature effect on fibre reinforced self compacting lightweight concrete designed with single and hibrid fibres. *Acta Physica PolonicaA*, 125(2), 575-583.
- Doğangün A (2013). Betonarme yapıların hesap ve tasarımı: DBYBHY-2007 TS500.
- Donnini vd. 2019. A comparison between the use of FRP, FRCM and HPM for concrete confinement. *Composites Part B*, 160, 586-594.
- Deprem yönetmeliği-2007'ye uygun. Birsen yayınevi.
- Grzymiski vd., (2019). Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. *Construction and Building Materials*, 198, 323-331.
- Islam ve Ahmed (2018). Influence of jute fiber on concrete properties. *Construction and Building Materials*, 189, 768-776.
- Karasin, İ.B., Işık, E. (2017). Impact on the building performance of subsequently cast concrete. *Bitlis Eren University Journal of Science & Technology*, 7(1), 7-11.
- Kozak (2013). Çelik lifli betonlar ve kullanım alanlarının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Yüksekokulu SDU Teknik Bilimler Dergisi, 3(5), 26-35.
- Sarıbıyık 2013. Beton dayanımı düşük betonarme yapı elemanlarının lifli kompozitlerle güçlendirilmesi ve karşılaştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 40-41.
- Şimşek ve Baharavar (2014). Karbonatlaşmanın çelik lifli ve uçucu küllü betonlarda etkisi. *S.Ü. Mühendislik Bilim ve Tekn. Dergisi*, 2(1).
- Ünal ve diğerleri (2007). Çelik liflerin beton basınç ve eğilme özelliklerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Pamukkale Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 23-30.

Yaprak ve diğerleri (2004). Cam ve çelik liflerin bazı beton özelliklerine etkisi. Politeknik Dergisi, 7(4), 353-358.

Topçu, (2006). Beton üretiminde kimyasal katkı kullanımı. Politeknik Dergisi, 9(1), 59-63.

Yıldız vd., 2010. Cam elyaf katkısının betonun basınç ve çekme dayanımı üzerindeki etkisi. Politeknik Dergisi, 13(3), 239-243.



## BETONARME BETONU İLE İLGİLİ KURALLARIN YÖNETMELİKLERE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

A STUDY ON THE INVESTIGATION OF THE RULES OF THE REGULATIONS ON THE REINFORCED CONCRETE

**İnş. Müh. Erden Ozan Karaca**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Nusret Bozkurt**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan Işık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. M. Tansu Baydaş**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Yapı tasarım ve değerlendirmelerinin bilimsel bir tabanda gerçekleştirilmesi adına yapı ve yapıları oluşturan malzemeler ile ilgili geçmişten günümüze kadar bir takım kurallar bulunmaktadır. Bu kurallar tasarımcılara bir yol haritası niteliğindedir. Bu kurallar, yapılar ile ilgili yapılacak iş ve işlemler ile ilgili sınır durumlarını ifade etmektedir. Yapılar ile ilgili kurallar, zaman içerisinde değişen yapım teknolojileri, gelişen yapı malzemeleri ile doğan ihtiyaçları karşılamak üzere bir takım değişiklikler zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca özellikle yaşadığımız depremlerden dolayı oluşan hasarlar da yapı tasarım kurallarında değişikliğin bir sebebi olarak görülebilir. Bu çalışmada betonarme betonu ile ilgili bazı kuralların bu yönetmeliklerdeki değişimi incelenmiştir. Betona istenilen şeklin verilebilmesi, ekonomik olması, mekanik özelliklerinin iyi olması, malzemesi ve işçiliğinin kolay temin edilebilmesi, zaman içerisinde dayanımının artması ve zamana bağlı bakımının kolay olması gibi sebeplerden dolayı beton dünya genelinde tercih edilen bir yapı malzemesidir. Betonarme yapılarda meydana çıkan basınç gerilmeleri beton tarafından karşılanması betonu önemli bir konuma getirmektedir. Betonarme yapılarda deprem hasarları yaygın olarak beton ile ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla betonarme betonunun özellikleri, bu tür yapıların deprem davranışlarını doğrudan etkileme özelliğine sahip olacaktır. Genel olarak yapı malzemelerinin

mukavemet özellikleri yapı güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Yapı malzemeleri ile ilgili kuralların zaman içerisindeki değişimi, tüm yapı için yapılan hesaplamaları değiştireceği göz ardı edilmemelidir. Yapım kurallarında meydana gelen değişikliklerin bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada betonarme betonu ile ilgili zaman içerisinde güncellenen veya tamamen değişen yapı kurallarındaki değişimleri bazı parametreler özelinde incelenmiştir. Beton sınıfı, taşıyıcı sistemi oluşturan betonarme elemanlarının boyutları ve betonun malzeme özellikleri, bu parametrelerden bazılarıdır. Yönetmeliklerdeki bu değişimlerin inşaat mühendisliği açısından bir kazanım olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca yapılar ile ilgili ortaya konulan kurallar dikkate alınarak oluşturulan projelere yapım aşamasında da hassasiyet ile uyulması önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, mekanik, yönetmelik, deprem, afet

## ABSTRACT

Building design and evaluation in order to realize on a scientific basis, there are a number of rules about the materials forming the buildings and structures from the past to the present. These rules are intended as a road map for designers. These rules refer to the boundary conditions related to the works and operations related to the structures. The rules on buildings, the changing construction technologies over time, the developing construction materials and some changes are required to meet the needs arising. In addition, the damages caused by the earthquakes we live in can also be seen as a reason for the change in the structure design rules. In this study, the changes of some rules related to reinforced concrete concrete in these regulations are examined. Concrete is a preferred construction material throughout the world due to the reasons such as providing the desired shape to the concrete, being economical, having good mechanical properties, easy procurement of its material and labor, increasing its durability over time and easy maintenance. The fact that the pressure stresses in the reinforced concrete structures are met by the concrete makes the concrete an important position. Earthquake damage in reinforced concrete structures is commonly associated with concrete. Therefore, the properties of reinforced concrete concrete will have the ability to directly affect the earthquake behavior of such structures. In general, the strength properties of building materials directly affect the structure safety. It should not be overlooked that the rules for building materials change over time, the calculations for the whole structure will change. It is important to know the changes in the construction rules. In this study, in the time of reinforced concrete concrete changes in the construction rules that have been updated

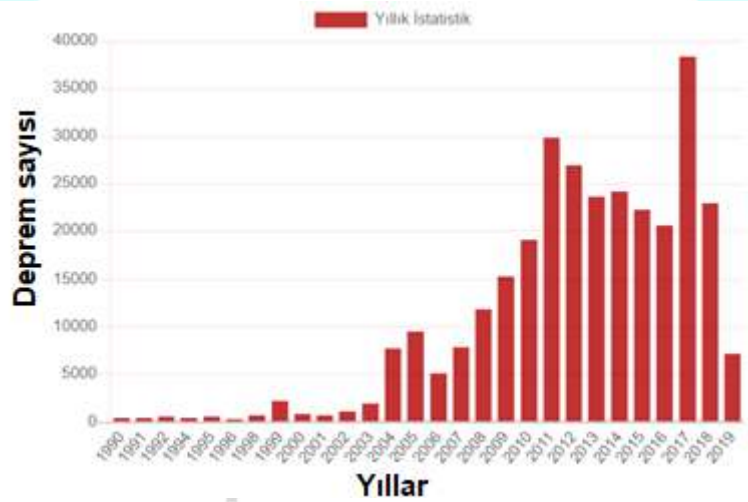


or changed completely are examined in terms of some parameters. Concrete class, the dimensions of the elements forming the carrier system and the material properties of the concrete, are some of these parameters. It should be noted that these changes in the regulations are a gain in civil engineering. In addition, it is important to comply with the sensitivity in the construction phase of the projects created taking into account the rules set out in the buildings.

**Keywords:** Concrete, mechanical, regulation, earthquake, disaster

## 1.GİRİŞ

Yüksek derecede deprem potansiyeline sahip olan ülkemiz kısa denebilecek zaman aralıkları içerisinde yıkıcı ölçüde birçok deprem yaşamıştır. Bunlardan 2011 Van Depremi, 1999 Gölcük depremi, 1976 Muradiye Depremi, 1966 Varto Depremi, 1939 Erzincan Depremi gibi depremler etkileri, sebep olduğu can ve mal kayıpları ile büyük acılara sebep olan depremler arasında sayılabilir. Ülkemizde oluşan depremlerin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yıllara göre ülkemizde meydana gelen deprem sayıları (AFAD, 2019)

Nüfusun artması, şehirlerin daha da kalabalıklaşması deprem gibi afetler sonucu oluşacak can ve mal kayıp oranlarının da artmasına sebep olmaktadır. Bu oranların artmasındaki sebepler arasında proje hataları, inşa aşamasında yapılan işçilik hataları, malzeme eksikliği ve kalitesizliği gibi etkenler sayılabilir. Ülkemizdeki yapıların çoğunun betonarme olması, üretimde kullanılacak betonun sahip olduğu dayanım özelliklerinin güvenlik açısından ne kadar önemli olduğunu ayrıca göstermektedir. Genel olarak betonarme yapılardaki hasarlar öncelikle beton ile ilişkilendirilmektedir.

Teknolojinin gelişmişine paralel olarak, depremler neticesinde oluşacak kayıpların en aza indirgenmesi için yapı inşası hususunda uyulması gereken yapım kuralları oluşturulmaya çalışılmış ve bunlar standart ve yönetmelik olarak uygulamaya konulmuştur. Depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları ilk başlarda afet yönetmelikleri içerisinde kendine yer bulmuştur. Son olarak onuncusu yayınlanmış olan bu yönetmeliklerin, yürürlükte olduğu dönemler içerisinde meydana gelen depremler sonucunda yetersiz kaldığı gündeme gelmiş, güncellenmesi veya yeniden yazılma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Edinilen tecrübeler ve gelişen teknolojiyle mevcut yönetmelikler geliştirilmeye çalışılmış ve güncel hale getirilmişlerdir. Yayınlanan bu yönetmeliklerde ana konu her zaman deprem olmuştur; bundan ötürü bu yönetmelikler deprem yönetmeliği olarak da anılmaktadır (Alyamaç ve Erdoğan, 2005). Ülkemizde yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmelikleri;

- 1940 – Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
- 1944 – Zelzele Mıntıklarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi
- 1949 – Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
- 1953 – Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- 1962 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- 1968 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- 1975 – Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- 1998 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)
- 2007 – Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- 2018 – Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Deprem hesabı ilk olarak 1949 yılındaki yönetmelikte basitçe belirtilmiştir; sonraki tüm yönetmelikler birbirlerine oranla daha detaylı bir deprem hesabına yer vermişlerdir. Hesapların gelişmesi ve ayrıntılı hale gelmesi edinilmiş tecrübeler ve günün mühendislik teknolojisiyle paralel bir artış göstermiştir. Böylece meydana gelebilecek depremlerin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi hususunda projeden imalata olan süreçte ilk adımı oluşturmuştur. Bu açıdan bakıldığında İnşaat Mühendisliği açısından depremlerden çok iyi ders aldığımız söylenebilir.

Ülkemizde yapıların büyük bir çoğunluğunu betonarme yapılar oluşturmaktadır. Betonarme yapıların zayıf noktasını beton kısmı oluşturmaktadır. Bunun en belirgin sebebi betonun meydana gelmesi için birçok aşamadan geçerek elde edilmesidir. Herhangi bir aşamadaki hata veya eksiklik betonun yük altındaki dayanımı doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada da, 1968 yılından günümüze kadar süregelen dönem içerisinde yayınlanmış olan

yönetmeliklerdeki beton ve betonarme betonuyla alakalı değişimler incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın konusu sadece betonarme betonu oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada ulaşılabilir olan 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 yönetmeliklerindeki beton sınıf ve dayanımları ile ilgili olan parametreler incelenmeye çalışılmıştır. Betonun malzeme özellikleri, şekil değiştirme değerleri, betonarme taşıyıcı eleman boyutları ve diğer bazı özellikleri dikkate alınmıştır.

### 1968-Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYYH-1968)

16.01.1968 tarihinde yayınlanan 12801 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe girmiştir. Dokuz farklı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler;

- Kapsam
- Üzerinde Bina Yapılamayacak Arazi
- Su Baskını Afetinden Korunma
- Yangın Afetinden Korunma
- Malzeme ve İşçilik Genel Hükümleri
- Deprem Afetinden Korunma
- Onarma
- Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Esasları
- Çeşitli Hükümler

Betonarme terimi bu yönetmelikte geçmeye başlamıştır. Betonarme yapıların oldukça basit ve herhangi bir çıkma içermeyecek şekilde dikdörtgen veya kare şeklinde inşa edilmesi önerilmiştir. Düşey taşıyıcı olan perde ve kolonlarda süreklilik kavramına vurgu yapılmıştır. Yapılar arasında derzler ile ilgili kurallar verilmiştir. Rijitlik ve kütle merkezlerinin mümkün olduğu kadar az dış merkezlik oluşturulması önerilmiştir. Asmolen döşemesi yapılması bu yönetmelikte yasaklanmıştır. 44m'ye kadar olan yapılarda bir sınırlama yok iken 44m'yi geçen yüksekliklerde dinamik hesap metotları kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Zemin etütleri için deprem derecesine göre çeşitli usuller önerilmiştir. Betonarme olarak inşa edilecek yapılar ile ilgili malzeme ve boyutlar konusunda kıstaslar farklı zemin durumları için verilmiştir. Kullanılacak betonların kalitesi dozaj ile ifade edilmiştir (ABYYYH-1968).

**1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYYHY-1975)**

09.06.1975 tarihinde yayınlanan 15260 sayılı Resmi Gazete ile ABYYYHY-1968'in yerine yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 3 farklı kısımdan oluşmakta olup her kısım kendi içerisinde farklı bölümler altında kendine yer bulmuştur. Bu kısımlar;

- Kapsam ( 2 farklı bölüm)
- Su baskını ve Yangın Afetinden Koruma (2 farklı bölüm)
- Deprem Afetinden Korunma (12 farklı bölüm)

Yapı önem derecesi, hareketli yük azaltma katsayılar bu yönetmelikte yer almaya başlamıştır. Minimum beton sınıfının B225 olması ve betonların vibratörsüz ve betoniyersiz dökülmemesi gerektiği belirtilmiştir. ABYYYHY-1968'dekine benzer şekilde yine beton dayanımları ve boyutları hakkında kurallar verilmiş olup bir önceki yönetmeliğe göre güncellemeler içermektedir. Betonarme taşıyıcı elemanlar ile kesit boyutları ile ilgili sınır değerler bu yönetmelikte de yerini bulmuştur. Dairesel kolon ifadesi ilk olarak yönetmeliklerimizde yerini almıştır. Betonarme perdelerde kenar oranları dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu yönetmelik kapsamında asmolen, dolgulu ya da dolgusuz dişli döşemeler için belirtilen koşullara uyulabilmesi durumunda yapımına izin verilmektedir (ABYYYHY-1975).

**1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYYHY-1998)**

02.09.1997 tarihinde yayınlanan 23098 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanmış olup 01.01.1998 tarihinde yürürlüğe girmiştir. ABYYYHY-1975'in güncellenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu yönetmeliğe benzer olarak 3 ana kısımdan oluşmakta, her kısım kendi içerisinde farklı bölümler ile ifade edilmiştir. Bu kısımlar;

- Kapsam ( 2 farklı bölüm)
- Su baskını ve Yangın Afetinden Koruma (2 farklı bölüm)
- Deprem Afetinden Korunma (13 farklı bölüm)

Beton dayanımı bir önceki yönetmeliğe göre artmıştır. C16 (BS16)'dan düşük dayanımlı beton kullanımı yasaklanmıştır. 1° ve 2° deprem bölgelerinde ise C20 (BS20) veya daha yüksek dayanımlı beton kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Bu yönetmelikte diğer afet yönetmeliktekilerine benzer şekilde yapılarda malzeme özellikleri ve kesit boyutları ile ilgili bir takım kuralları içermektedir (ABYYYHY-1998).



### **2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY-2007)**

Bu yönetmelik, özellikle 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinden dolayı oluşan büyük can ve mal kayıplarından sonra 1998 yılındaki yönetmeliğin güncellenmesi ihtiyacına binaen hazırlanmıştır. 06.03.2007 tarihinde 26454 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanmıştır. Bazı değişiklikler ile birlikte ABYYHY-1998'e benzer özellikler göstermektedir. Bu yönetmelikte 7 farklı bölüm yer almaktadır: Bu bölümler;

- Genel Hükümler
- Depreme Dayanıklı Binalar için Hesap Kuralları
- Betonarme Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- Çelik Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- Yığma Yapılar için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- Temel Zemini ve Temeller için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları
- Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi

Bu yönetmelikteki en büyük değişim 7. Bölümde ifade edilen mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi olmuştur. İlk kez mevcut yapıların değerlendirilmesi yönetmeliklerde yerini bulmuştur. Bu yönetmelik daha detaylı ve geliştirilmiş bir yönetmelik olarak kendine yer bulmuştur. Bir önceki yönetmelikte ifade edilen C16 betonu yerine C20 betonu zorunlu hale gelmiştir. Bu yönetmelikte farklı türdeki yapılar için farklı bölümler altında depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları oldukça detaylı bir şekilde belirtilmiştir. Bu yönetmelik ile ilk kez doğrudan deprem yönetmeliği kavramı kullanılmıştır (DBYYHY-2007).

### **2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği**

18.03.2018 tarihinde 30364 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanmış olup 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik diğer yönetmeliklere göre çok fazla detay içermektedir. Bu yönetmelik toplam 17 farklı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler;

- Genel Hükümler
- Deprem Yer Hareketi
- Deprem Etkisi Altında Binaların Değerlendirilmesi ve Tasarımı için Genel Esaslar
- Deprem Etkisi Altında Binaların Dayanıma göre Tasarımı için Hesap Esasları
- Deprem Etkisi Altında Binaların Şekil Değiştirmeye göre Değerlendirme ve Tasarımı için Hesap Esasları
- Deprem Etkisi Altında Yapısal Olmayan Bina Elemanlarının Tasarım Esasları

- Deprem Etkisi Altında Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Önüretimli Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Çelik Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Hafif Çelik Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Yığma Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Ahşap Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Yüksek Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Yalıtımlı Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı için Özel Kurallar
- Deprem Etkisi Altında Temel Zemini ve Temellerin Tasarımı için Özel Kurallar
- Düzenli Yerinde Dökme Betonarme Binalar için Basitleştirilmiş Tasarım Kuralları

Beton dayanım değeri bir önceki yönetmeliğe göre artmış olup, C25 beton sınıfından daha düşük dayanımlı beton kullanılmasının önüne geçilmiştir. Beton sınıfları C25-C80 arasında kullanılabilir. Ön üretimli BA yapılarda minimum beton sınıfı C30 olarak belirlenmiştir. Donatısız yığma bina, donatılı yığma bina, kuşatılmış yığma bina ve donatılı panel sistemli binaların betonarme bileşenlerinde beton sınıfı en az C25 olarak ifade edilmiştir. Deprem hesabına ilişkin genel ilke ve kurallar bölümünde betonun maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.0035 olarak nitelendirilmiştir (TBDY-2018).

### 3. BULGULAR

Bu bölüm içerisinde dikkate alınan her bir yönetmelik içerisinde yer alan beton ile ilgili bazı parametreler dikkate alınmıştır. Çalışmada dikkate alınan gerek afet gerek deprem yönetmeliklerinde bu parametrelerin nasıl değiştiği Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Beton ve betonarme betonu ile ilgili bazı parametrelerin yönetmeliklere göre karşılaştırılması

Yayın yılı / Kapsam	1968	1975	1998	2007	2018
<b>Su baskım afetinden korunma amacıyla</b>	Mevcut su seviyesinden en 30 cm yukarısına kadar olan kısımlarında, 250 doz çimento harçlı taş duvar veya 150 dozlu ve 1/3'ü taş olan taşlı beton ya da bunlardan daha mukavim malzemeler	En yüksek su düzeyinden en az 30 cm yüksekliğe kadar olan kısımları 250 doz çimento harçlı taş duvar ya da 150 dozlu 1/3 taş olan taşlı beton ya da bunlardan daha dayanıklı malzemelerden	En yüksek su düzeyinden en 30 cm yüksek kısımlara kadar olan kısımları 250 doz çimento harçlı taş duvar ya da daha dayanıklı malzeme		
<b>Temel tesviye ve duvar altı temel betonu</b>	250 doz	B.160	C16 (BS16)	C16	
<b>Duvarlar</b>	Beton duvarda en az 200 dozajlı beton, moloz taş duvarlar en az 150 kg çimento çimento ile veya 200 dozlu çimento harcı kullanılması	Bodrum kat dış duvarlarında ortalama basınç mukavemeti 100kg/cm <sup>2</sup> den küçük olan yapay yapı taşları kullanılmaz	C16 (BS16)	C16	
<b>Hatıllar</b>	Duvar genişliğinde ve 15 cm kalınlığın yapılması gereken hatıllar için 250 dozlu olması	B160. Temel ya da varsa bodrum duvarlarının üzerinde yapılacak hatılların niteliğinin en az B120 (min. Dozaj 250)	C16 (BS16)	C16	--
<b>Malzeme</b>		B225 (Vibratör ve betoniye ile)	C16 (BS 16) 1° ve 2° bölgelerde C20 (BS20) veya daha yüksek beton	C20 C20-C50	C25 C25-C80
<b>Derzler</b>	6m yüksekliğe kadar en az cm, sonrası yüksekliklerde 3m için 1cm	6m yüksekliğe kadar en az cm, sonrası yüksekliklerde 3m için 1cm	6 m yüksekliğe kadar en 3 cm, sonrası yüksekliklerde 3m için 1cm	6 m yüksekliğe kadar en 3 cm, sonrası yüksekliklerde 3m için 1cm	6 m yüksekliğe kadar en 3 cm, sonrası yüksekliklerde 3m için 1cm
<b>Tesviye beton kalınlığı</b>	En az 10cm	--	--	--	--
<b>Bağlantı kiriş boyutları</b>	≥20cm	≥25cm ≥30cm	≥25cm ≥30cm	≥25cm ≥30cm	≥30cm ≥30cm
<b>Bağlantı kiriş en kesit alanı</b>	≥900cm <sup>2</sup> ≥700cm <sup>2</sup>	≥900cm <sup>2</sup> ≥700cm <sup>2</sup>	≥900cm <sup>2</sup> ≥750cm <sup>2</sup>	≥900cm <sup>2</sup> ≥750cm <sup>2</sup>	≥900cm <sup>2</sup>
<b>Bağlantı kirişi yerine döşeme kullanılacaksa döşeme kalınlığı</b>	≥15cm	≥15cm ≥1/50	≥15cm	≥15cm	≥15cm
<b>Kiriş boyutları</b>	≥15*30cm h <sub>k</sub> ≥3h <sub>f</sub>	≥20*30cm ≤b <sub>kolon</sub> +1.5h <sub>kiriş</sub>	b <sub>w</sub> ≥25cm b <sub>w</sub> ≤h <sub>kiriş</sub> +h <sub>kolon</sub> h <sub>k</sub> ≥3h <sub>f</sub> h <sub>k</sub> ≥30cm h <sub>k</sub> ≤3.5b <sub>w</sub>	b <sub>w</sub> ≥25cm b <sub>w</sub> ≤h <sub>kiriş</sub> +h <sub>kolon</sub> h <sub>k</sub> ≥3h <sub>f</sub> h <sub>k</sub> ≥30cm h <sub>k</sub> ≤3.5b <sub>w</sub>	b <sub>w</sub> ≥25cm b <sub>w</sub> ≤h <sub>kiriş</sub> +h <sub>kolon</sub> h <sub>k</sub> ≥3h <sub>f</sub> h <sub>k</sub> ≥40cm h <sub>k</sub> ≤3.5b <sub>w</sub>
<b>Kolon boyutları</b>	≥24 ≥h <sub>kat</sub> /20	≥25 ≥h <sub>kat</sub> /20	≥25 A <sub>c</sub> ≥750cm <sup>2</sup>	≥25 A <sub>c</sub> ≥750cm <sup>2</sup>	A <sub>c</sub> ≥ N <sub>Dmax</sub> /0.4.f <sub>ck</sub>

		Geniş/dar kenar $\leq 3$	$A_c \geq N_{Dmax}/0.5.f_{ck}$	$A_c \geq N_{Dmax}/0.5.f_{ck}$	
<b>Dairesel kolon çapı</b>	--	$\geq 30\text{cm}$	$\geq 30\text{cm}$	$\geq 30\text{cm}$	$\geq 35\text{ cm}$
<b>BA perde kalınlığı</b>	$\geq 20\text{cm}$ $\geq h_{kat}/25$	$\geq 15\text{cm}$ $\geq h_{kat}/20$ $\geq \text{Perde genişliği}/20$	$\geq 20\text{cm}$ $\geq h_{kat}/15$	$\geq 20\text{ cm}$ $\geq h_{kat}/20$	$\geq 25\text{ cm}$ $\geq h_{kat}/16$
<b>Betonarme perde kenar oranı</b>	--	Uzun/kısa kenar $\geq 5$	Uzun/kısa kenar $\geq 7$	Uzun/kısa kenar $\geq 7$	Uzun/kısa kenar $\geq 6$
<b>Döşeme Boyutları</b>	$\geq 10\text{ cm}$ (Normal) $\geq 8\text{cm}$ (Çatı)	$\geq 10\text{ cm}$ (Normal) $\geq 8\text{cm}$ (Çatı)	TS500 geçerli	TS500 geçerli	Kirişli plak döşeme ise $\geq 15\text{ cm}$ Dişli / asmolen döşeme ise $\geq 7\text{cm}$

#### 4. SONUÇ

İlk olarak 1940 yılında İtalyan Yapı Talimatnamesini kullanarak kendi yapı yönetmeliğini oluşturan ülkemiz; günümüze kadar her dönem mühendislik teknolojisinin gelişmesiyle birlikte yaşanan depremlerden dersler çıkararak mevcut yapı yönetmeliklerini sürekli olarak güncellemiştir. Her dönem bir öncekinden daha detaylı ve daha kapsamlı bir şekilde hazırlanan bu yönetmeliklerin sonuncusu da dahil olmak üzere, tüm yönetmeliklerdeki betonarme betonu ile ilgili bazı parametreler bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Malzeme olarak kullanılacak en düşük beton sınıfının her yönetmelikte yükseltildiği, izin verilen en döşeme, kolon, kiriş ve betonarme perde boyutlarının arttığı gözlemlenmiştir. Beton sınıfı, taşıyıcı sistemi oluşturan betonarme elemanlarının boyutları ve betonun malzeme özellikleri, bu parametrelerden bazılarıdır. Yönetmeliklerdeki bu değişimlerin inşaat mühendisliği açısından bir kazanım olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca yapılar ile ilgili ortaya konulan kurallar dikkate alınarak oluşturulan projelere yapım aşamasında da hassasiyet ile uyulması önem arz etmektedir.

#### KAYNAKÇA

ABYYHY-1968, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 12801, 1968.

ABYYHY-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 15260, 1975.

ABYYHY-1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 23098, 1998.

Alyamaç, K.E., Erdoğan, A.S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 707-715.

<https://deprem.afad.gov.tr/>

DBYYHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 26454, 2007.

TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 30364, 2018.



## ZEMİN İLE İLGİLİ PARAMETRELERİN 2007 VE 2018 DEPREM YÖNETMELİKLERİ KAPSAMINDA KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

**İnş. Müh. Erden Ozan Karaca**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Nusret Bozkurt**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Ercan Işık**

Bitlis Eren Üniversitesi

**İnş. Müh. M. Tansu Baydaş**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Yapıda oluşacak tüm üst yapı yüklerinin güvenli bir şekilde zemine aktarılması ve zeminden gelecek tepkimelere karşılık verilmesi yapı tasarım esaslarından biridir. Yapıya ait temel zemin özellikleri, yapı tasarım ve değerlendirme işlemlerini doğrudan etkilemektedir. Zemin özelliklerinin doğru ve gerçekçi olarak tespit edilmesi ile zemin – yapı etkileşiminin doğru şekilde ifade edilmesi ile projeler anlam kazanacaktır. Bu bağlamda yerel zemin özellikleri yapıların deprem etkisi altındaki davranışını ve hesaplamalarını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Deprem yapılar oluşturacağı etkiler yerel zemin koşullarına göre değişmektedir. Yapı tasarım ve değerlendirmelerinde dikkat alınan zemin parametreleri ve deprem yüklerine göre hesaplamalar genel olarak deprem yönetmeliklerinde belirtilmektedir. Deprem yönetmelikleri, zaman içerisinde ortaya çıkan ihtiyaç ve yeni teknolojilerden dolayı yenilebilmekte veya güncellenebilmektedir. Yürürlüğe girecek olan her yeni yönetmelik yapı tasarım ve değerlendirilmesi için bir kazanımdır. Yapıların deprem altında tasarım kuralları genel olarak deprem yönetmelikleri adı altında gerçekleşmektedir. 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinin etkisi de dikkate alınarak hazırlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik -2007 (DBYBHY-2007) ile bu yönetmeliğin yerini alan ve 2019

yılından itibaren yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında öncelikle her iki yönetmelikte zemin ile ilgili bazı özellikler belirlenmiştir. Her iki yönetmelik için seçilen zemin özelliklerinde ne tür değişiklikler olduğu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışmada yönetmeliklerde yapılar ile ilgili olan değişimler belirtilmemiştir. Deprem – zemin – yapı etkileşimi dikkate alınarak sadece zemin ile ilgili farklar ortaya konmaya çalışılmıştır. Zemin sınıfları, deprem yer hareketi hesabındaki değişiklikler ve tasarım spektrumunu tanımlayan parametreler incelenen bazı parametrelerdir. TBDY-2018, yerel zemin koşullarının daha çok ön plana çıktığı bir yönetmelik olmuştur. Çalışmada ayrıca güncellenen Türkiye Deprem Tehlikesi Haritaları hakkında bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zemin, deprem, DBYBHY-2007, TBDY-2018, tehlike

#### ABSTRACT

It is one of the building design principles to transfer all pavement loads to the ground safely and to respond to the reactions from the ground. The foundation soil characteristics of the building directly affect the structure design and evaluation processes. To be identified as accurate and realistic soil properties and soil – structure interaction to be expressed in projects with sense of the right way will gain. In this context, local soil characteristics are one of the important factors affecting the behavior and structure of the structures under earthquake. The effects of the earthquake on the buildings vary according to the local soil conditions. In the building design and evaluations, considered the ground parameters and according to the earthquake loads the calculations are generally indicated in the earthquake regulations. Earthquake regulations can be renewed or updated over time due to the need and new technologies emerging over time. Each new regulation that will take effect is a gain for building design and evaluation. The design rules of the buildings under earthquake are generally carried out under the name of earthquake regulations. The Regulation on Buildings to be Constructed in Earthquake Areas which is Considering the effect of the Gölcük and Düzce earthquakes in 1999, and Turkey Building Earthquake Regulation which is replacing this regulation and have come into operation from 2019 is the subject of this study. Within the scope of this study, first of all, some specifications related to ground were determined in both regulations. What kind of changes in soil properties selected for both regulations are the subject of the study. In the study, changes in the regulations related to structures were not

mentioned. Considering earthquake – ground – building interaction, only the differences related to the ground were tried to be revealed. Soil classes, changes in earthquake ground motion calculations and parameters defining the design spectrum are some of the parameters examined. TBDY-2018 has been a regulation in which local soil conditions have become more prominent. The study also provided information about the updated Turkish earthquake hazard maps.

**Keywords:** Soil, earthquake, DBYBHY-2007, TBDY-2018, disaster

## 1. GİRİŞ

Herhangi bir yapı sistemi için oluşan tüm üst yapı yüklerinin yapı içerisinde olduğunca basit ve sürekli bir şekilde zemine aktarılması ve bu aktarım esnasında zeminden gelebilecek tepkimelere karşılık vermesi yapı tasarım kurallarından biridir. Yapılarda, iç kuvvetlere dönüşen yüklerden biri deprem yükleridir. İç kuvvetler depremin özelliklerine ve yapının oturduğu yerel zemin özelliklerine göre değişmektedir. Depremlerden dolayı oluşan yapısal hasarlar dikkate alındığından deprem-yapı zemin-etkileşiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda zemin özelliklerinin doğru ve gerçekçi olarak tespit edilmesi ve hesaplamalarda deprem- zemin – yapı etkileşiminin doğru ifade edilmesi ile projeler anlam kazanacaktır. Yerel zemin özellikleri yapıların deprem davranışını doğrudan etkilemektedir (Borcherdt, 2004; Över vd. 2011; Büyüksaraç vd. 2013; Karaşin ve Işık, 2017; Işık vd. 2016; Işık ve Kutanis, 2015). Yerel zemin koşulları tasarım spektrumunu değiştirmektedir. Bu durum yer değiştirme istemlerini önemli oranda değiştirecektir. Daha yüksek değerlerde yer değiştirme talepleri karşılanmayan yapılarda hasar tahminlerinin ve bina performansının gerçek değerlerden uzaklaşacağı açıktır (Işık vd., 2016). Bu bağlamda, Yerel zemin özelliklerinin gerekli analizler sonucu belirlenmesi, değerlendirilmesi, yapı analiz ve değerlendirilmesi için kullanılabilir duruma getirilmesi, yapı tasarımının önemli aşamalarından biridir. Bu aşamada elde edilecek zemin parametre değerleri yapı ile ilgili tüm hesaplama ve analizleri doğrudan etkileyecektir.

Zeminin homojen bir yapıda olmaması, yer altı su seviyesi, zeminde suya karşı direnci düşük kayaçların bulunup bulunmadığı, sıvılaşma potansiyeli, zeminin deprem etkisine karşı davranışı gibi önemli parametrelerin bulunması, zemin özelliklerinin araştırılmasının ne kadar gerekli olduğunu göstermektedir. Yapım ile ilgili tüm aşamalarda yapılacak hatalar gibi

yapının oturacağı zemin özelliklerinin de yeterli bir şekilde tespit edilmemesi, deprem potansiyeli yüksek olan bölgelerde olası depremin etkilerini artıran faktörlerden biri olacaktır. Zemin koşullarının, yapı tasarım ve değerlendirmelerinde nasıl alınacağı yapılar ile ilgili kuralların yer aldığı yönetmelik ve standartlarda belirtilmiştir.

Büyük çaplı can ve mal kayıplarının yaşandığı ülkemizde zemin ile ilgili parametreler genel olarak deprem yönetmelikleri içerisinde kendine yer bulmuştur. Teknolojik gelişmeler, farklı yapım teknikleri ve yapı malzemelerinin her geçen gün gittikçe çeşitlenmesi bu yönetmeliklerin de zaman içerisinde güncellenmesi veya tamamen yenilenme ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinin etkisi de dikkate alınarak hazırlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 (DBYBHY-2007) ile bu yönetmeliğin yerini alan ve 2019 yılından itibaren yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Her iki yönetmelik içerisinde zemin ile ilgili bazı parametrelerin farklılaşması çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Genel olarak zemin özelliklerin TBDY-2018’de daha ön plana çıktığı ve yerleştiği görülmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

İlk olarak, 1940 yılında “Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi” adıyla yürürlüğe giren yönetmeliklerin yürürlükte olduğu dönemler içinde meydana gelen depremlerin sonuçları, bu yönetmeliklerin yetersiz kaldığını göstermiş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunun daha bir önem kazanmasına sebep olmuştur. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, teknolojinin de gelişmesinden yararlanılarak yönetmelikler revize edilmeye, günün ihtiyaçlarına cevap verebilir hale getirilmeye çalışılmıştır (Alyamaç ve Erdoğan, 2005). Bu hususta son olarak, 18.03.2018 tarihinde 30364 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanmış olup 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren de “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” yürürlüğe girmiş bulunmaktadır. Çalışmanın konusunu son iki deprem yönetmeliği olan 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerindeki zemin parametrelerinin bir kısmı için değişimler oluşturmaktadır. Son iki yönetmelik isimleri itibarıyla da diğerlerinden farklılaşmaktadır. Her iki yönetmelikte, afet yönetmeliği yerine doğrudan deprem yönetmelikleri olarak adlandırılmaları ile farklılıklarını ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında 2007 – Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY-2007) ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)’de yer



alan bazı zemin parametreleri, yönetmeliklerce kullanılan deprem haritaları ve bunların farklılıkları kıyaslanmıştır.

### 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY-2007)

06.03.2007 tarihinde 26454 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte, farklı bölümlerde zemin ile ilgili ifadelerin yer almakta olup “Temel Zemini ve Temeller için Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları” içerisinde kurallara değinilmiştir.

### 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

18.03.2018 tarihinde 30364 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanmış olup 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik diğer yönetmeliklere göre çok fazla detay içermektedir. Yönetmelikte yer alan bölümlerde de zemin ile ilgili parametreler yer almakta iken “Deprem Etkisi Altında Temel Zemini ve Temellerin Tasarımı için Özel Kurallar” bölümü ile özel kurallar belirtilmiştir.

### 3. Bulgular

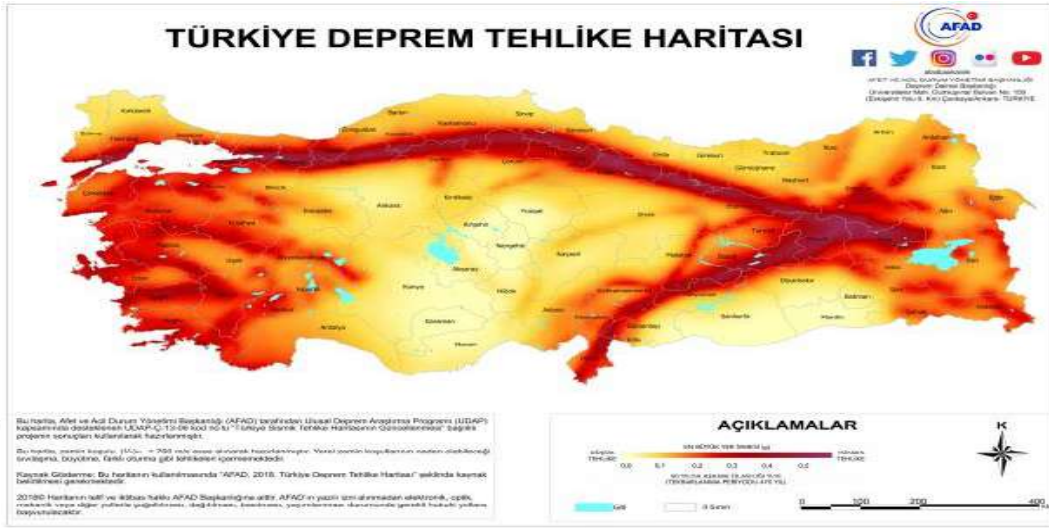
1998 yılında yürürlüğe girmiş olan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)”, özellikle 1999 Gölcük ve Düzce depremlerinden sonra revize edilerek oluşturulan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik – 2007 (DBYYHY-2007), 1996 yılında yayımlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nın kullanılmasıyla deprem hesabı yapılan bir yönetmelik olarak kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 1996)

1996 yılından günümüze kadar birçok yıkıcı deprem olmasına karşın, bu harita ile resmi bir güncelleme yapılmamıştır. Diğer yandan bu harita, aynı zamanda uygulama haritası

olarak da kullanıldığı için farklı zemin özelliklerinin ayırt edilmesine katkı sağlamamaktaydı. 01.01.2019'dan itibaren yürürlüğe giren yönetmelikle birlikte Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası da yerini Türkiye Deprem Tehlike Haritasına bırakmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (<https://tdth.afad.gov.tr/>)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018), dört farklı düzeyde deprem yer hareketi belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Deprem yer hareketi düzeyi

Deprem Düzeyi	Tekrarlanma Periyodu	Aşılma Olasılığı (50 yılda)	Tanımı
DD-1	2475	0.02	En büyük deprem yer hareketi
DD-2	475	0.1	Standart tasarım deprem yer hareketi
DD-3	72	0.5	Sık deprem yer hareketi
DD-4	43	0.68	Servis deprem hareketi

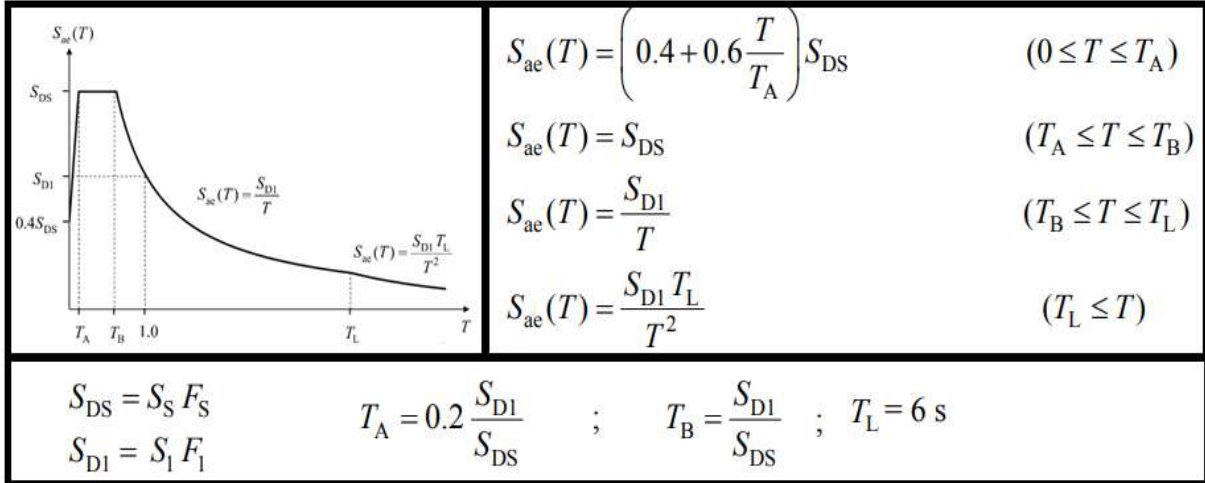
DBYYHY-2007'de deprem ile ilgili hesaplamalarda Etkin Yer İvmesi ( $A_0$ ) katsayısı kullanılmakta idi (Tablo 2). Burada her bir bölgeye ait ivme değeri mevcuttur.

Tablo 2. Etkin yer ivme katsayısı ( $A_0$ )

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.1

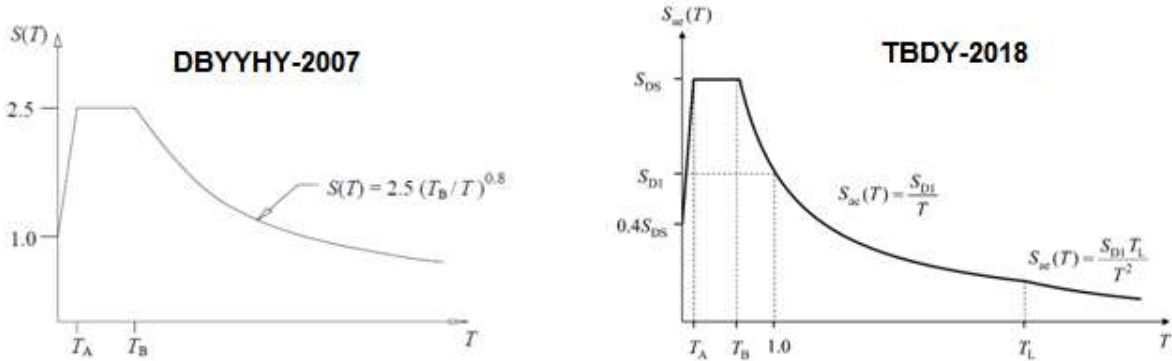
Yeni yönetmelik ile birlikte etkin ivme katsayısı yerine, tasarım ivme spektrumu, harita spektral ivme katsayısı ve yerel zemin etki katsayıları kullanılmaktadır. Bu

parametrelerin kullanılması ile ülkemizde yer alan her bir nokta için harita spektral ivme katsayıları ( $S_S$  ve  $S_1$ ) dikkate alınarak tasarım ivme katsayıları ( $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ ) kullanılarak elde edilen ivme spektrumları kullanılacaktır (Şekil 3). Böylelikle daha önce binanın bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak tek bir değer alan spektral ivme katsayısı kısa ve uzun periyod bölgeleri için ayrı ayrı belirlenecektir.



Şekil 3. Yatay elastik tasarım spektrumu (TBDY-2018)

Her iki yönetmelikte yer alan spektrum eğrilerinin karşılaştırılması ise Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Spektrumların karşılaştırılması

Bir diğer parametre ise yerel zemin etki katsayılarıdır ( $F_S$  ve  $F_1$ ). Bu katsayılar, yerel zemin koşullarının TBDY-2018’de detaylı bir şekilde alındığının bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları ( $F_S$ ) Tablo 3’te; 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları ( $F_1$ ) Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_s$					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5).					

**Tablo 4.** 1.0 saniye periyot için yerel yemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5).					

DBYYHY-2007 ise  $T_A$  ve  $T_B$  olarak isimlendirilen spektrum karakteristik periyotları yerel zemin sınıfına göre alınmakta idi (Tablo 5).

**Tablo 5.** Yerel zemin sınıfları ve spektrum karakteristik periyotları (DBYYHY-2007)

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı ( $h_1$ )	Tablo 6.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı	
		$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler	0.10	0.30
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler	0.15	0.40
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler	0.15	0.60
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler	0.20	0.90

DBYYHY-2007'de zemin grupları A, B, C ve D olarak 4 gruba ayrılmıştır ve hangi zemin türü olduğu yapılacak zemin etütleri sonucunda belirlenmekteydi. A'dan D'ye doğru gidildikçe zeminin taşıma gücü düşmektedir. Yapılan bu gruplandırma Tablo 6'da sunulmuştur.



**Tablo 6.** DBYYHY-2007’de yer alan zemin grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil....	< 8	—	< 100	< 200

Zemin grupları belirlendikten sonra tabaka kalınlıkları göz önünde bulundurularak yerel zemin sınıfları belirleniyordu (Tablo 5). Zemin sınıfına göre alınan  $T_A$  ve  $T_B$  spektrum karakteristik periyotları ve bina doğal periyodu  $T$ 'ye bağlı olarak da spektrum katsayısı olan  $S(T)$  hesaplanmaktaydı.

TBDY-2018 ile birlikte kullanılmaya başlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası ile DBYYHY-2007’den farklı hesap metotları, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda hayatımıza girmiştir. Böylece şimdiye kadarki en geniş kapsamlı deprem yönetmeliği kullanılmaya başlamıştır. DBYYHY-2007’de A,B,C ve D olarak belirtilen zemin sınıfları yerli ZA, ZB ZC, ZD, ZE ve ZF olarak yeni yerel zemin sınıfları olarak tanımlanmıştır. Yeni tanımlama Tablo 7’de sunulmuştur.

**Tablo 7.** Yerel zemin sınıfları (TBDY-2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

DBYYHY-2007’de olduğu gibi, burada ZA’dan ZF’e doğru gidildikçe zeminin taşıma gücü özelliği düşmektedir. ZF olarak belirlenen zemin grubu için, özel araştırma ve değerlendirme yapılması gerekmektedir. 2007’de verilen zemin sınıfları tablosunda ise taşıma gücü en düşük zemin sınıfı olarak belirtilen D grubu için, buradaki gibi özel araştırma ve değerlendirme durumu söz konusu değildir.

#### 4. SONUÇ

TBDY-2018’in yürürlüğe girmesiyle Türkiye Deprem Haritası (1996) yerini Türkiye Deprem Tehlike Haritası’na bırakmıştır. Bu da deprem mühendisliği açısından büyük bir kazanım olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası’nda, ivme yöntemiyle beş farklı deprem bölgesine ayrılmasına karşın; Türkiye Deprem Tehlike Haritası’nda yapının yapılacağı bölgenin diri faya olan uzaklığı ve zemin özelliklerinin parsel bazında ulaşılabilirlik sağlaması depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda daha etkili olmuştur. Yine TBDY-2018’e göre zemin sınıflarını daha detaylı bir şekilde sınıflandırılması gibi, önceki yönetmeliklerden içerik olarak daha kapsamlı olması, zemin özelliklerinin hassasiyetle bilinmesinin önemini vurgulamaktadır. Deprem hesaplamalarına esas olan ivme ve spektrumlar arasında farklılıklar mevcuttur.

Yeni yönetmeliğimiz ve ekleri ile birlikte ada/parsel bazında, her mahalle için kısaca her bir nokta için kendine özgü ivme değerlerini veren Türkiye Deprem Tehlike Haritası

kullanıma başlanmıştır. Ayrıca binanın yapılacağı noktanın diri faylara olan uzaklığı dikkate alınan diğer bir parametredir.

Yaşanan depremler sonucu birbirine oldukça yakın konumda bulunan yapılardaki hasarlar farklılıklar gösterebilmektedir. Bu hasarların farklılaşması birçok parametreye bağlı olabilir. Bu parametrelerden biri yerel zemin koşullarıdır. Bu bağlamda TBDY-2018, yerel zemin koşullarını oldukça detaylı olarak hesaplamalara katmaktadır.

Zaman içerisinde yaşanan depremler ve diğer bir takım sebeplerden dolayı yapılar ile ilgili kuralların yenilenme ve değişime ihtiyaç duyduğu aşikardır. Bu çalışma kapsamında son olarak kullandığımız ve yürürlükte olan iki farklı deprem yönetmeliğinde yer alan bazı zemin parametreleri arasındaki farklar ortaya konmaya çalışılmıştır. TBDY-2018'in zemin özellikleri açısından oldukça kapsamlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

## KAYNAKLAR

Alyamaç, K.E., Erdoğan, A.S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 707-715.

Büyüksaraç, A., Bektaş, Ö., Yılmaz, H., Arısoy, M. Ö. (2013). Preliminary seismic microzonation of Sivas city (Turkey) using microtremor and refraction microtremor (ReMi) measurements. *Journal of Seismology*, 17(2), 425-435.

DBYYHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 26454, 2007.

<https://tdth.afad.gov.tr/>

Işık, E., Kutanis, M. (2015). Determination of local site-specific spectra using probabilistic seismic hazard analysis for Bitlis Province, Turkey. *Earth Sciences Research Journal*, 19(2), 129-134.

Işık, E., Kutanis, M., Bal, İ. E. (2016). Displacement of the buildings according to site-specific earthquake spectra. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 60(1), 37-43.

Işık, E., Büyüksaraç, A., Aydın, M. C. (2016). Effects of local soil conditions on earthquake damages. *Journal of Current Construction Issues. Civil Engineering Present Problems, Innovative Solutions - Sustainable Development in Construction*, ed. Jarosław Górecki, BGJ Consulting, 191-198.

Karaşin, İ.B., Işık E., (2017). Farklı yapı davranış katsayıları için zemin koşullarının yapı performansına etkisi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 8(4), 661-673.

Över, S., Büyüksaraç, A., Bektaş, Ö., Filazi, A. (2011). Assessment of potential seismic hazard and site effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey. Environmental Earth Sciences, 62(2), 313-326.

TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 30364, 2018.

T.C., Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1996, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası





## TARİHİ ŞANLIURFA TİCARİ ALANI İÇERİSİNDE BEDESTEN (KAZAZ PAZARI)'İN YERİ

**Hakan Demir**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Fatma Meral Halifeoğlu**

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Bedesten kelimesinin Bezzâzistan veya Bezistan'dan geldiği ileri sürülür. Bedestenler mücevher ve değerli taşlar olmak üzere silâhlar, müzeyyen koşum takımları ile değerli kumaşların da satıldığı yerlerdi. Genel olarak kapalı çarşı, arasta gibi yapılar bedesten ile karıştırılmaktadır. Oysaki hanların, pazar diye tabir edilen alışveriş mekanlarının hatta kimi zaman ahşaptan yapılmış arastaların arasından bir kale gibi sıyrılan bedestenler, şehirlerde merkezi konumda ve tek olmaları sebebiyle farklıdır (Eyice,1992).

Şanlıurfa ili, Eyyübiye ilçesi, Pınarbaşı Mahallesi tarihi hanlar-çarşılar bölgesinde yer alan kuzeyde Gümrük Hanı, güneyde Koltukçu Pazarı, doğuda Hanönü Çarşısı, batıda Sipahi Pazarının çevrelediği Şanlıurfa Bedesteni(Kazaz Pazarı), Osmanlı Padişahı Kanuni Sultan Süleyman zamanında 1566 tarihinde Urfa Valisi Behram Paşa tarafından yaptırılmıştır (Kürkçüoğlu,2011).

1827 tarihinde şehri ziyaret eden Buckingham, kentte birçoğu bakımlı olan çok sayıda han ve kervansaraydan bahsetmektedir. Bunlardan biri olan Gümrük Han'ın hemen hemen yüz odalı olduğu, hepsinde de yerde hasır ve yatak olan odalarının bir kısmının 8-10 kişi alacak büyüklükte olduğunu ve hanın bir kapısının büyük kubbeli pazara (bedesten), bir kapısının yola açıldığını söylemektedir (Özme,2002).

1649 tarihinde Urfa'ya gelen Evliya Çelebi; *"..İki bedesteni vardır. Biri eski usul kargir kubbeli kavi bina, diğeri Tayyar oğlu Ahmet Paşa yapısı olup uzuncadır. Üç adet demir kapısı vardır"*(Seyhatname) diyerek bahsettiği bedestenin dış duvar kalınlığı yer yer 1,5 m yi bulmaktadır. Bedestende sırasıyla 2.51 m, 2.62 m, 2.6 m ve 2.55 m çapları olan 4 adet kubbe mevcuttur. Kubbe yükseklikleri ortalama 2,7 m dir. 4 kubbe ve ana aksların üzerini kapatan 4 beşik tonozdan oluşan yapının 2 tanesinin sonradan açıldığı düşünülen 5

adet kapısı bulunmaktadır. Işıklandırma az sayıdaki üst pencerelerden sağlanmaktadır. Doğu-batı yönünde uzayan yapı dıştan 52 m uzunluğundadır. Mevcutta 41 adet dükkan ile eyvan şeklinde ve depoları olan üç büyük dükkan yer almaktadır. Yapıda ağırlıklı olarak yöresel kıyafetlerin satıldığı satış birimleri yer almaktadır.

Bu çalışmada, Tarihi Şanlıurfa Bedesten (Kazzaz Pazarı)'in mimari ve yapısal özellikleri ile geleneksel Şanlıurfa ticari alan içerisindeki yeri ve önemi anlatılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Şanlıurfa, geleneksel ticari alan, bedesten

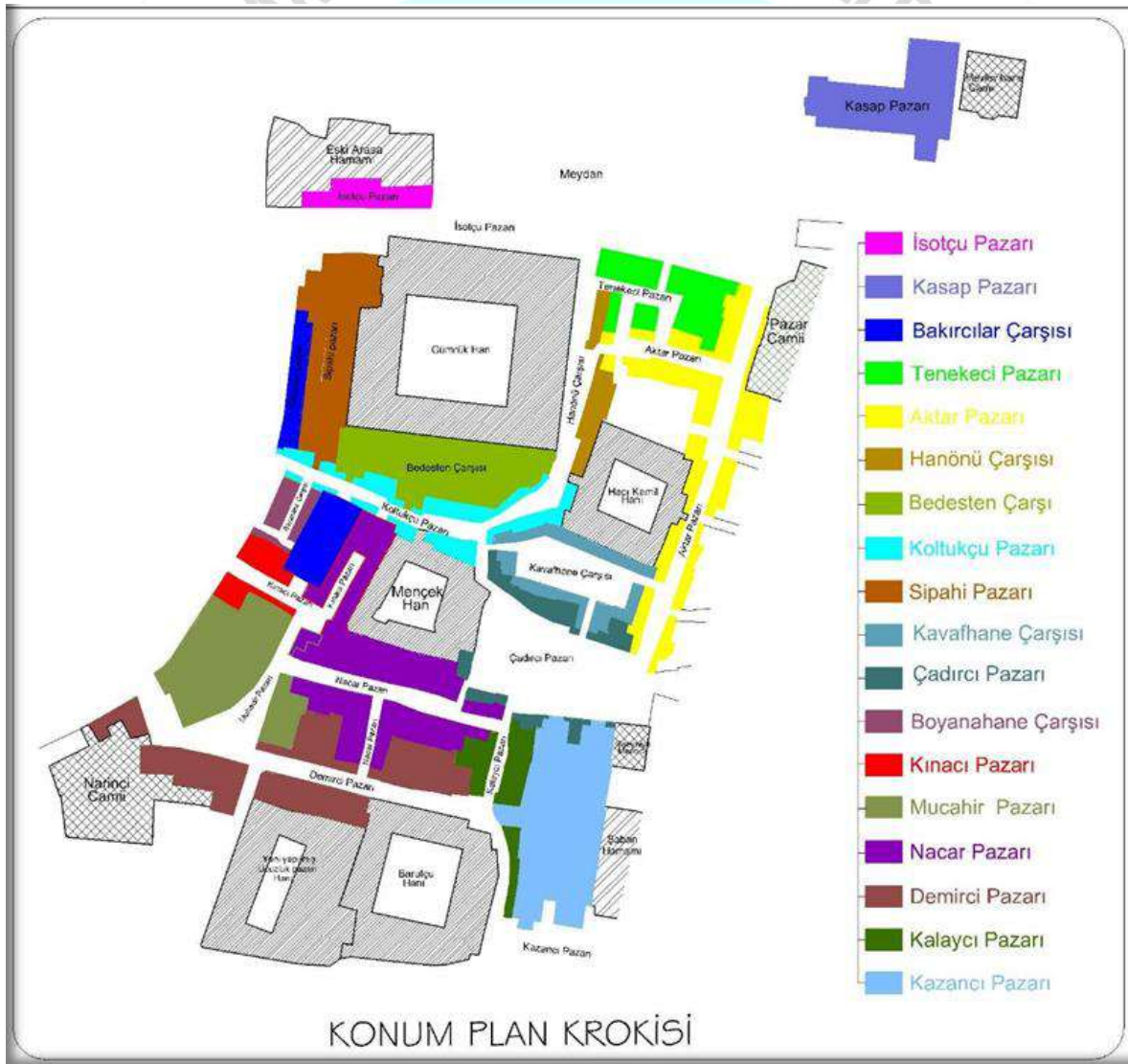
### 1. Tarihi Şanlıurfa ve Geleneksel Ticari Alanının Tarihsel Gelişimi

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin önemli merkezlerinden biri olan Şanlıurfa, 30-36 kuzey enlem ve 37-40 doğu boylamları arasında yer alır. Deniz seviyesinden 518 metre yüksekliktedir. Kuzey, batı ve güneyinde Fırat Nehri, doğusunda ise yine Fırat'ın kollarından olan Habur Irmağı ile sınırlanmıştır. Doğusunda Mardin, batısında Gaziantep, kuzeybatısında Adıyaman ve kuzeyinde de Diyarbakır ile çevrilidir. Güneyinde ise 1921'deki Ankara Antlaşması ile çizilen 223 km'lik Suriye sınırı bulunur. (<http://ekitap.kulturturizm.gov.tr/TR-80979/urfanın-tarihi-cografyasi.html>,2019)

Şanlıurfa tarihinin Paleolitik çağa kadar (M.Ö. 500.000 - 8.000) uzandığı tespit olunmuştur. Kazılarda neolitik çağ (M.Ö. 7250 - 5500), kalkolitik çağ (M.Ö. 5500 - 3200) ve ilk tunç çağına ait (M.Ö.3200 - 1800) çok sayıda değerli eserler ele geçirilmiştir (Öztürk,2012).

Şanlıurfa, Anadolu'yu Halep'e bağlayan kervan yolu üzerinde önemli bir ticaret merkezi konumundaydı. Doğudan ve Anadolu'dan Halep'e, Bağdat'a yada İskenderun Limanı'na giden kervanlar genel olarak Urfa'da konaklamakta olduğundan ticaret oldukça gelişmişti. 16. yüzyıl Osmanlı döneminde kervan ticaretiyle de beslenen Şanlıurfa'nın ticari alanları dönemin alışveriş merkezleri olan çarşılar ve hanlar aracılığıyla sürdürülmekteydi. Bu alanda yer alan ticari öğeleri hanlar, bedestenler, arastalar, çarşılar ve pazar yerleri oluşturmaktaydı. Ticari bölgeyi oluşturan yapılar özellikle Halilürrahman suyu çevresinde yoğunlaşmaktaydı. 1649 tarihinde Urfa'ya gelen Evliya Çelebi Seyehatnamesinde '**Çarşısı 400 dükkandır. Her türlü değerli eşya bulunur. Saraçhanesi İbrahim Halil Irmağı kıyısındadır**' cümleleriyle yine aynı bölgeden bahsetmektedir (Kürkçüoğlu,2011).

Bu alanda adı geçen fakat günümüze ulaşmayan en eski yapılar, Tüccar Pazarı, Uncu Pazarı, Bit Pazarı, İplikçi Pazarı, Tarakçı Pazarı, Terziler Çarşısı ve Kazazlar Çarşısı olarak çeşitli vakfiyelerde yer almaktadır. Şanlıurfa'nın Osmanlı döneminden kalma ticari alanları genel olarak Gümrük Hanı civarında yer almaktadır. Günümüze ulaşmış olan bu yapılar kazaz Pazarı, Sipahi Pazarı, Koltukçu Pazarı, Pamukçu Pazarı, Oturakçı Pazarı, Kınacı Pazarı, Pıçakçı Pazarı, Kazancı Pazarı, Neccar Pazarı, İsoçtu Pazarı, Demirci Pazarı, Çulcu Pazarı, Çadırcı Pazarı, Saraç Pazarı, Attar Pazarı, Tenekeci Pazarı, Kürkçü Pazarı, Eskici Pazarı, Keçeci Pazarı, Kokacı Pazarı, Kasap Pazarı, Boyahane Çarşısı, Kavafhane Çarşısı, Hanönü Çarşısı ve Hüseyiniye Çarşıları olarak mevcudiyetlerini sürdürmektedir (Kürkçüoğlu,2011).



**Şekil 1.**Şanlıurfa Geleneksel ticari alanında günümüzde tespiti yapılan han, çarşı ve pazarların önemli bir bölümünün yerleşim konumu (Demir,2019)

## 2. Şanlıurfa'nın Geleneksel Ticari Alan İçerisinde Bedesten (Kazzaz Pazarı)'in Yeri

### 2.1. Bedesten (Kazzaz Pazarı)'in Konumu ve Tarihi

Bedesten kelimesinin Bezzâzistan veya Bezistan'dan geldiği ileri sürülür. Bedestenler mücevher ve değerli taşlar olmak üzere silâhlar, müzeyyen koşum takımları ile değerli kumaşların da satıldığı yerlerdi. Genel olarak kapalı çarşı, arasta gibi yapılar bedesten ile karıştırılmaktadır. Oysaki hanların, pazar diye tabir edilen alışveriş mekanlarının hatta kimi zaman ahşaptan yapılmış arastaların arasından bir kale gibi sıyrılan bedestenler, şehirlerde merkezi konumda ve tek olmaları sebebiyle farklıdır (Eyice,1991).

Şanlıurfa ili, Eyyübiye ilçesi, Pınarbaşı Mahallesi tarihi hanlar-çarşılar bölgesinde yer alan ve kuzeyde Gümrük Hanı, güneyde Koltukçu Pazarı, doğuda Hanönü Çarşısı, batıda Sipahi Pazarının çevrelediği Şanlıurfa Bedesteni(Kazzaz Pazarı), Osmanlı Padişahı Kanuni Sultan Süleyman zamanında 1566 tarihinde Urfa Valisi Behram Paşa tarafından yaptırılmıştır (Kürkçüoğlu,2011).

1827 tarihinde şehri ziyaret eden Buckingham, kentte birçoğu bakımlı olan çok sayıda han ve kervansaraydan bahsetmektedir. Bunlardan biri olan Gümrük Han'ın hemen hemen yüz odalı olduğu, hepsinde de yerde hasır ve yatak olan odalarının bir kısmının 8-10 kişi alacak büyüklükte olduğunu ve hanın bir kapısının büyük kubbeli pazara (bedesten), bir kapısının yola açıldığını söylemektedir. (Özme,2002).

Batı kısmında H.1154(M. 1741) tarihli Rızvan Ahmet Paşa Vakfiyesinden anlaşıldığı üzere bir dükkanın bozularak bedestene geçiş kapısının sağlandığı Sipahi Pazarı yer almaktadır (Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi,2019). Doğu kısmında bedestenin ana kapısının açıldığı sokakta Hanönü Çarşısı, güney kısmında ise bedestenin 2 adet kapısının olduğu Pamukçu pazarıyla çevrelenmiştir.

İpeğin el ile işlenerek oluşturulması olan 'Kazazlık' ürünlerinin yapılarak satıldığı bedesten sanatın önemini yitirmesi sonucu değişmiş ve mevcut haliyle yöresel kıyafetlerin satıldığı yer halini almıştır. Halen Rızvan Ahmet Paşa Vakfı mülkiyetinde olan Şanlıurfa Bedesten'inde vakıf eliyle kiralananan mekanlar, kullanıcıları tarafından yöreye özgü kıyafet, vb. ürünlerin satıldığı dükkanlar olarak işlevini sürdürmektedir.

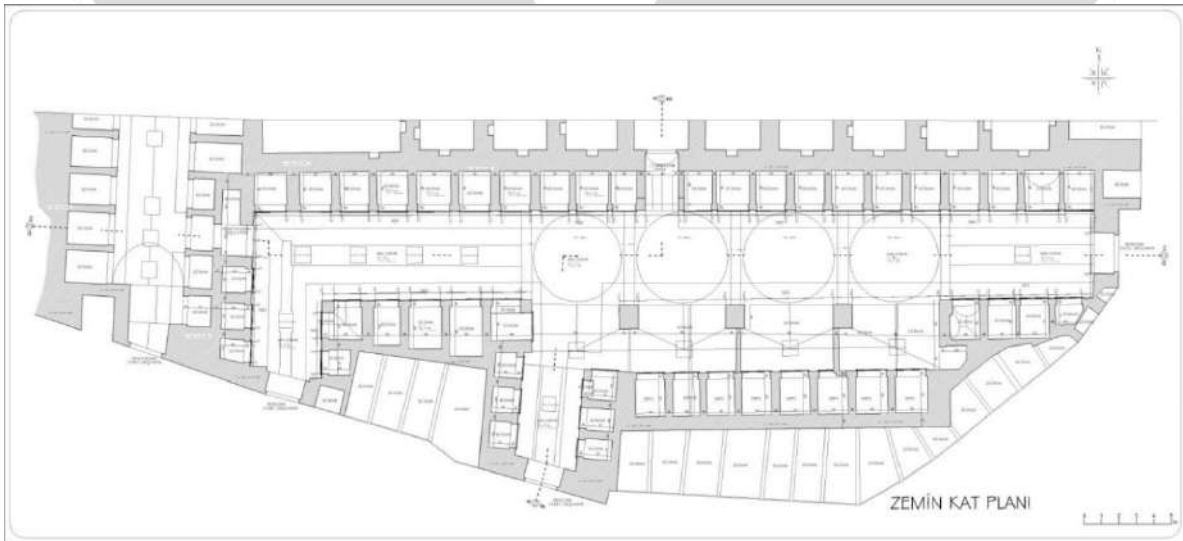




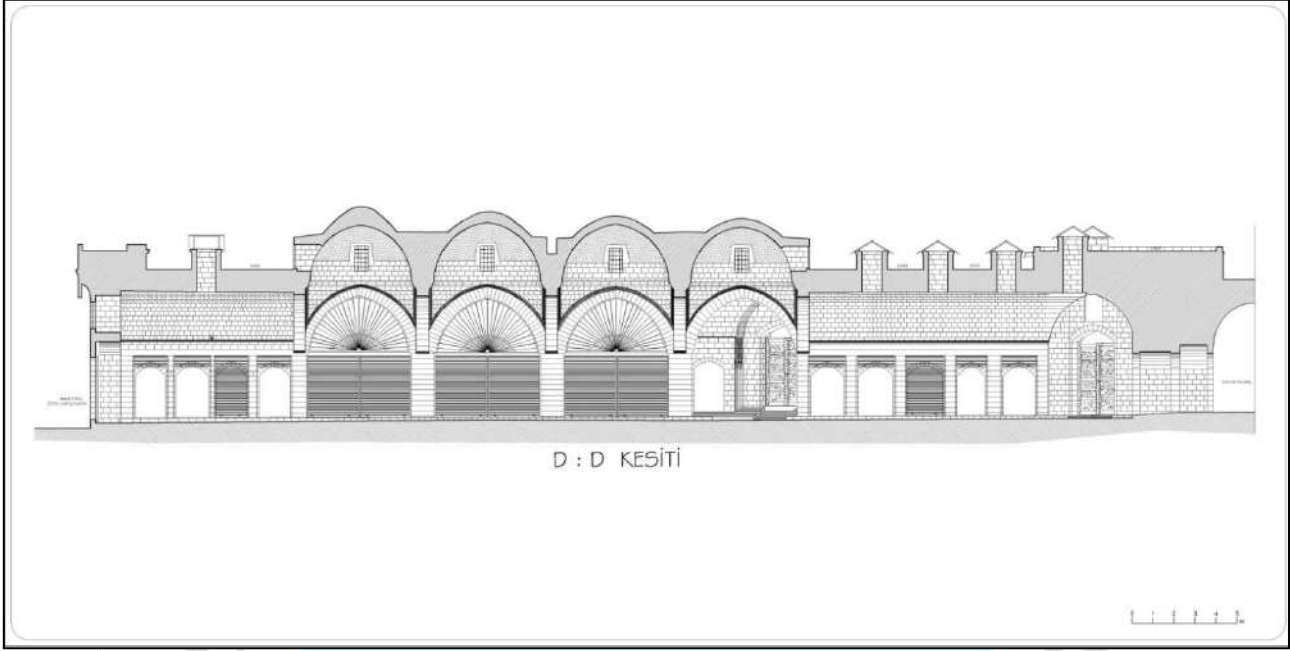
Şekil 2- Şanlıurfa Koruma Planında Geleneksel Ticari alan  
Şekil 3- Bedesten ve yakın çevresindeki yapılar

## 2.2. Mimari ve Yapım Özellikleri

Doğu- batı yönünde uzayan yapı dıştan 52 m uzunluğundadır. Ortadaki ana koridor doğudaki kapıyla sokağa açılırken, batıda Sipahi Pazarı'na bağlanmaktadır. Aynı koridor güneye yaptığı iki kısa kol ile de Pamukçu Pazarına 2 kapıyla açılmaktadır. Kuzeyde ise dizili 21 dükkanın ortasından Gümrük Hanına açılan kapısı mevcuttur. Doğu batı doğrultusundaki beşik tonoz, arka arkaya sıralı 4 adet kubbe ve beşik tonoz olarak örtülü ana koridorun orta ve batı kısmında güneye doğru uzanan ve Pamukçu Pazarına kapı ile açılan 2 adet tonozlu bölümü vardır. Düzgün kesme taşlarla örülmüş ve ortalama 1,7 metrelik en üst kısmı sıvalı kubbeler 2.51 m, 2.62 m, 2.6 m ve 2.55 m çaplarındadır. Kubbe yükseklikleri ortalama 2,7 m dir. Bedestenin ana girişini doğu cephesinde 143 cm kalınlığındaki duvarda 232 cm enindeki açıklık oluşturur. Kapı kanadı demir kaplı ahşaptandır.



Şekil 4. Bedesten'in rölöve planı (Demir,2019)



Şekil 5. Bedesten'in rölöve kesiti (Demir,2019)



Şekil 6. Doğu kapısından iç alanın görünüşü



Şekil 7. Kubbenin içten görünüşü

Bedestenin güney kısmında doğu kapısıyla aynı nitelikteki iki kapının genişliği 194 cm, Gümrük Han'a açılan ve doğu- kuzey kapılarına nazaran daha basık olan kuzey kapısının açıklığı ise 168 cm.dir. Yapıda karşılıklı olarak yaklaşık 3,2 m<sup>2</sup> alana sahip dükkanlar yer almaktadır. Kubbe izdüşümlerinin güneyinde 3 adet eyvan tarzı açıklık ve bu açıklığın hemen arkasında yine eyvana bakan yaklaşık 3,8m<sup>2</sup> alanında 8 adet mekan bulunmaktadır. Ancak eyvanlar niteliksiz malzemelerle kapatılarak dükkana çevrildiğinden bu mekanlar da dükkanların deposu olarak kullanılmaktadır.

Yapıda 41 adet dükkan, 3 adet niteliksiz malzemelerle kapatılarak dükkana çevrilmiş eyvan ile bunların deposu olarak kullanılan 8 adet mekan ve sonradan açıldığı tahmin edilen küçük depo niteliğinde 2 m<sup>2</sup>'lik alan yer almaktadır. Bedestenin dış duvarlarına bitişik yada

duvarların içine konumlanmış 22 adet farklı mülkiyet bilgileri (Mülkiyeti vakfa ait olmayan) olan dükkan bulunmaktadır. Bedestende sağlı sollu yer alan dükkanlar eski fotoğraflarından anlaşıldığı kadarıyla yerden yaklaşık 1 m. kadar yüksekte yer alırken, 1998 yılında Şanlıurfa Valiliğince yapılan onarımlar sırasında yer seviyesine indirilmiş, zemin döşemesi traverten taşı olarak değiştirilmiştir. Üst örtü ise niteliksiz beton eklentilerle kaplanmıştır.

Bedestendeki ışıklandırma 11 adet tepe penceresi, 10 adet kubbe penceresi ve doğu-güney kapılarının üzerinde yer alan 3 adet pencereyle sağlanmaktadır.

### 2.3. Yapım tekniği ve malzeme

Geleneksel yığma yapım tekniğinde inşa edilmiş Bedestene ait duvar, kemer, kubbe ve ışıklandırma bacaları yöresel kesme kireç taşı (kalsiyum karbonat esaslı) ile yapılmıştır. Kubbe yarıya kadar düzgün kesme taşla örülmüş olup, üst kısmı ise (1,7 m) sıva kaplıdır. Işıklandırma bacaları (tepe pencereleri), kubbe pencereleri ve kapı üstü pencereler geçmeli demir parmaklıklarla kapatılmış ve herhangi bir doğrama mevcut değildir.

### 3. Sonuç olarak

Şanlıurfa coğrafik konumu ve zengin üretim dallarından dolayı, çok geniş ve farklı kollarda ticari alanlara ve yapılara sahiptir. Farklı dönemlerde eklenerek büyüyen bu alandaki han yapıları Barutçu Hanı, Bican Aga Hanı, Fesadı Hanı, Gümrük Hanı, Hacı Kamil Hanı, Kumlu Hayat Hanı, Mençek Hanı, Millet Hanı, Samsat Kapısı Hanı, Şaban Hanı ve Topçu Hanı'dır. Çarşı ve Pazar şeklindeki yapılar ise, Sipahi Pazarı, Koltukçu Pazarı, Pamukçu Pazarı, Oturakçı Pazarı, Kınacı Pazarı, Pıçakçı Pazarı, Kazancı Pazarı, Neccar Pazarı, İsoçtu Pazarı, Demirci Pazarı, Çulcu Pazarı, Çadircı Pazarı, Saraç Pazarı, Attar Pazarı, Tenekeci Pazarı, Kürkçü Pazarı, Eskici Pazarı, Keçeci Pazarı, Kokacı Pazarı, Kasap Pazarı, Boyahane Çarşısı, Kavafhane Çarşısı, Hanönü Çarşısı ve Hüseyiniye Çarşılarıdır.

Bedesten, 1649 tarihinde Urfa'ya gelen Evliya Çelebi'nin *"...İki bedesteni vardır. Biri eski usul kargir kubbeli kavi bina, diğeri Tayyar oğlu Ahmet Paşa yapısı olup uzuncadır, Bütün kıymetli mücevherler bulunur."*(Seyhatname) şeklinde ifadesinden anlaşılacağı üzere ilk yapıldığı dönemler itibariyle mücevher ve değerli taşlar olmak üzere silâhlar, müzeyyen koşum takımları ile değerli kumaşların da satıldığı kendi işleviyle kullanılmıştır. Sonraki dönem ipeğin el ile işlenerek oluşturulması olan '**Kazazlık**' ürünlerinin yapıldığı Kazzaz Pazarı olarak hizmet vermiştir. Günümüzde de yöreye özgü



kıyafet, vb. ürünlerin satıldığı dükkanlarla işlevini sürdürmektedir. Geleneksel Şanlıurfa ticari alanında önemli bir yeri olan Bedesten, yakın zamanlı birçok müdahaleye karşın, bütünsel olarak korunarak günümüze ulaşmıştır. Yapım özellikleri ve malzemesi açısından kent karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Ana koridor çevresindeki çok sayıda dükkan ve eyvanın yanı sıra, Pamukçu Pazarına bakan dış yüzünde de muhtemelen bir bölümü sonradan eklenmiş dükkanlarla şehrin önemli ve aktif bir ticari yapısıdır. 16. Yüzyıl Osmanlı Dönemi olan yapı, özel vakıf mülkiyetindeki önemli kültür varlıklarımızdan ve günümüze az sayıda ulaşan bedesten yapılarından biridir.

Bedesten'in koruma ve bakım çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi, ilgili kamu kuruluşlarının deneyimli teknik elemanları tarafından projelendirilmesi ve doğru müdahale kararlarının alınması ile mümkün olabilecektir<sup>1</sup>. Böylece yapının özgün niteliğinin sürdürülebilmesi ve bir kültür varlığı olarak uzun süreli hizmet vermesi sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- 1-Eyice, S. 'Bedesten' 1992, Cilt.V İstanbul Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi
- 2-Kürkçüoğlu, A.C ve Kürkçüoğlu, S.S, 2011, Şanlıurfa Çarşıları-Hanları ve El Sanatları, (Şanlıurfa Belediye Başkanlığı Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü Yayınları)
- 3-Özme, A. Urfa (Merkez) Hanları, 2000, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi)
- 4-Evliya Çelebi, Seyahatname, Cilt: V, s.46-47 İstanbul 1970 (Çeviren: Z. Danışman),
- 5-URL <http://ekitap.kulturturizm.gov.tr/TR-80979/urfanın-tarihi-cografyasi.html>
- 6-Öztürk, Ö. 2012, Geleneksel Urfa Giysilerinde Kullanılan Altın Ve Gümüş Kemerlerin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- 7-Demir, H, 2019,Şanlıurfa Tarihi Bedesteninin (Kazaz Pazarı) Restorasyon ve Koruma Çalışması,Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programı (devam ediyor)
- 8- Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi, 20

<sup>1</sup> Şanlıurfa Bedesteni ve onun korunmasına yönelik bilimsel bir çalışma hazırlanmamış olup, devam etmekte olan yüksek lisans tezi ile bu çalışma değerli ve çok az örneği olan bedesten yapılarından biri olarak Şanlıurfa Bedesten yapısını tanıtmak, belgelemek, geleneksel ticari alan içerisinde yeri ve önemini ortaya çıkarmayı hedeflemektedir.



## TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİ İÇERİSİNDE HOCA AHMET CAMİ (AYNI MİNARE CAMİ)'NİN YERİ

**Evin Akmaz Bilgiç**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Fatma Meral Halifeoğlu**

Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Hoca Ahmet Cami, Diyarbakır Suriçi bölgesinin güneybatı bölümünde, Mardin Kapı'nın kuzeybatısında, Ali Paşa Mahallesinde yer almaktadır. Günümüzde herhangi bir vakfın mülkiyetinde olmayan ve şahısların mülkiyetinde bulunan yapı, tapu kaydı olarak 258 ada 9 parselde bulunmaktadır. Kaynaklardan ve Vakıflar Genel Müdürlüğü'nden edinilen vakfiye bilgisi doğrultusunda 1498 tarihinde Hoca Ahmet adında bir hayırsever tarafından inşa ettirildiği, Akkoyunlu Dönemi'ne tarihlendiği öğrenilmektedir (Yılmazçelik, 1995,s.58),(Beysanoğlu, 1963,s.193),(Beysanoğlu, 1998,s.473).

Diyarbakır tarihi kent mimarisi içerisinde dini yapılar önemli bir yere sahiptir. Farklı inançların ibadet mekânları olarak inşa edilen çok sayıda yapıyı kent dokusu içinde bir arada görmek mümkündür. İslamiyet inancının yayılma ve ibadetlerin gerçekleştirilme mekânı olarak gelişmiş olan cami ve mescitler Diyarbakır mimarisinde önemli bir yer tutmaktadır. Diyarbakır tarihi Suriçi bölgesinde toplamda 32 adet cami ve mescit farklı medeniyetlerin izlerini yansıtmaktadır. Bu camiler arasında süsleme açısından çok zengin olanların yanı sıra oldukça sade olanları da mevcuttur. Diyarbakır'da inşa edilen tarihi camilerde kullanılan ana yapı malzemesi genelde bazalt ve kalker taşı olup, tuğla daha çok üst örtü ve geçiş kemerlerinde kullanılmıştır.

Hoca Ahmet Cami, yörenin ana yapı malzemesi olan bazalt taşı ile çoğunlukla erken Osmanlı Dönemi Camileri'nde görülen ters T plan düzeninde inşa edilmiştir. (Sözen, 1981,s.82),(Tomanendal ve Yediyıldız, 2008,s.473).Süslemesiz bir yapı olup, caminin kuzeydoğusunda bazalt taştan, kare kaide üzerine oturan sekizgen gövdeli ve tek şerefeli bir

minaresi mevcuttur. Cami ana mekânı olan harimde mihrap bölümü güney cephede yarım sekizgen formunda çıkma yapmaktadır. Yapının üstü beşik tonoz ve çapraz tonozlar ile örtülmüştür. Caminin kuzeye bakan avlu cephesinde üç adet sivri kemerin iki adet sütun ve yan duvarlar üzerine oturduğu dört açıklıklı, üst örtüsü değiştirilmiş son cemaat yeri bulunmaktadır. Cami, iç mekân ve dış cephelerinde yapılan bilinçsiz onarımlar nedeniyle özgün dokusu zarar görmüş durumdadır.

Bu çalışmada Diyarbakır Suriçi'nde yer alan tarihi camiler içerisinde Hoca Ahmet Camii'nin mimari ve yapıım özellikleri incelenerek, diğer Diyarbakır Camileri içerisindeki yeri anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:**Diyarbakır, Suriçi, Cami, Hoca Ahmet Camii

### 1.Diyarbakır'ın Konumu ve Kısa Tarihi

Karacadağ lavları üzerine kurulan Diyarbakır kenti; coğrafi olarak denizden 650 m Dicle Nehri'nden 100 m yüksekte, Toros Dağları'nın güneyinde yer almaktadır. Bu kentin stratejik açıdan önemli bir merkez olma özelliğine katkıda bulunan en önemli unsur, ilk çağlardan itibaren **“Bereketli Hilal”** olarak adlandırılan Dicle ve Fırat Nehirleri arasındaki Mezopotamya'nın kuzey kısmında, Anadolu, Asya, Avrupa, Kafkaslar ve Akdeniz ticaret yolların kesiştiği noktada yer almasından kaynaklanmaktadır. Diyarbakır kentinin coğrafi konumundan dolayı ana ulaşım yollarının kavşağında bulunması, bu kenti pek çok medeniyetin izlerinin yer aldığı bir merkeze dönüştürmüştür(Beysanoğlu, 1996,s.3-6),(Tuncer, 1996,s.13),(Değertekin, 2000,s.23),(Güldoğan, 2011,s.15).

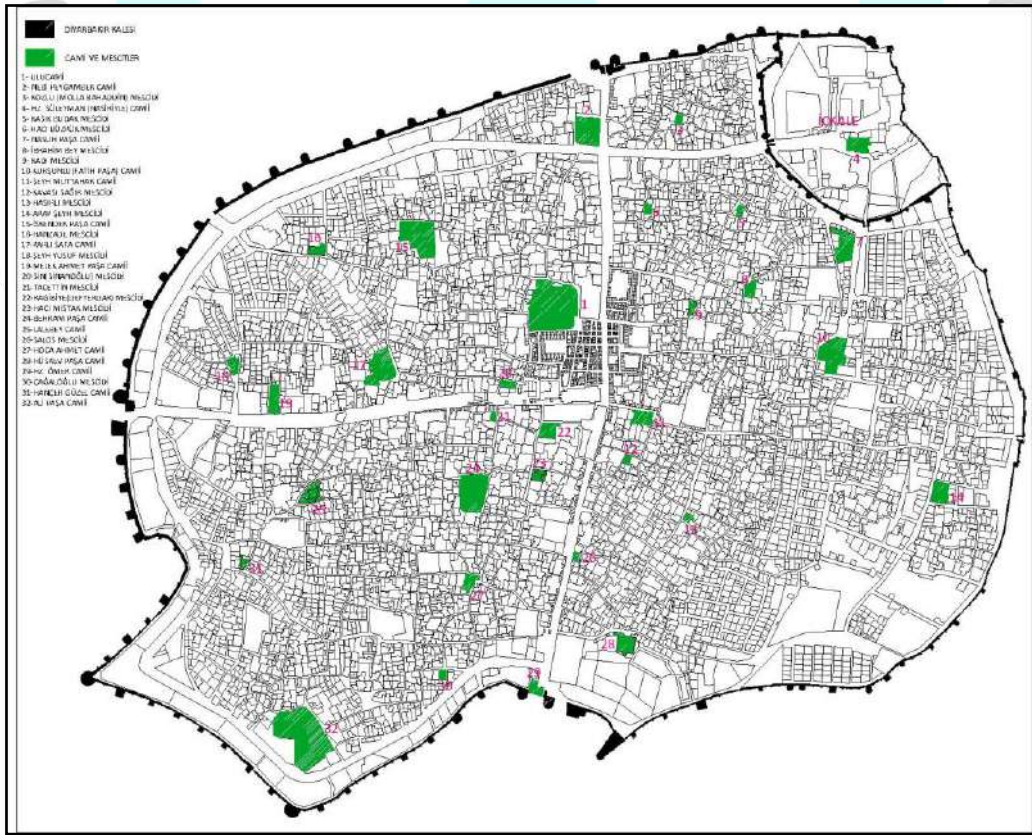
Diyarbakır kentinde Hurriler ve Mitaniler M.Ö. 3. binden itibaren egemen olmuştur. Bunlardan sonra kentte Asurlular hüküm sürmüştür. Asurlular'dan sonra bir dönem Urartular'ın egemenliğine giren bölge, ardından İskitler'in, Medler'in, Persler'in, Makedonlar'ın, Selevkoslar'ın, Partlar'ın, Büyük Tigran'ın, Romalılar'ın, Sasaniler'in, Bizanslılar'ın, Araplar'ın, Emeviler'in, Abbasiler'in, Şeyhoğulları'nın, Hamdaniler'in, Büveyhoğulları'nın, Mervaniler'in, Selçuklular'ın, İnanoğulları'nın, Nisanoğulları'nın, Artukoğulları'nın, Eyubiler'in, Anadolu Selçuklularının, Mardin Artuklularının, Timur'un, Akkoyunlular'ın ve Osmanlılar'ın egemenliği altına girmiştir(Beysanoğlu, 1996,s.100-126),(Tuncer, 2012,s.62),(Işık,2013, s.475),(Değertekin, 2000,s.23-24).

Diyarbakır’da hüküm süren medeniyetler kentte; kale, sur, saray, kilise, cami, kümbet, han, kervansaray, hamam gibi birçok yapı inşa etmişlerdir. Diyarbakır kentinde var olan mimari ve kültürel zenginlik, ilk çağlardan günümüze kadar bu coğrafyada yaşayan birçok medeniyetin farklı dil, din ve etnik yapısının ortak ürünüdür(Değertekin, 2000,s.24), (Güldoğan, 2011,s.15).

## 2.Suriçi Bölgesinde Günümüze Ulaşan Tarihi Camiler

Diyarbakır tarihi kent mimarisi içerisinde dini yapılar önemli bir yere sahiptir. Farklı inançların ibadet mekânları olarak inşa edilen çok sayıda yapıyı kent dokusu içinde bir arada görmek mümkündür. İslamiyet inancının yayılma ve ibadetlerin gerçekleştirilme mekânı olarak gelişmiş olan camiler ve mescitler, Diyarbakır mimarisinde önemli bir yer tutmaktadır. Suriçi bölgesinde toplamda 32 adet tarihi cami ve mescit yer almaktadır(Şekil 1). Bunlardan 16 adedi cami, 16 adedi ise mescit statüsündedir(Halifeoğlu, 2010,s.323).

Mimari üsluplarıyla farklı medeniyetlerin izlerini yansıtan bu camiler arasında süsleme açısından çok zengin olanların yanı sıra oldukça sade olanları da mevcuttur. Tarihi Diyarbakır camilerinin ana yapı malzemesi genellikle bazalt taşı olmakla beraber, kalker taşı, üst örtü, kemer gibi elemanlarda ise tuğla kullanılmıştır.



Şekil 1. Diyarbakır Suriçi Planında Tarihi Camilerin Yerleşimi-2019 (Akmaz Bilgiç,2019)



## 2.Hoca Ahmet Camii'nin Mimari ve Yapısal Özellikleri

### 3.1.Yeri ve Konumu

Hoca Ahmet Camii Diyarbakır Suriçi bölgesinin güneybatı diliminde, Mardin Kapı'nın kuzeybatısında, Ali Paşa Mahallesi'nde yer almaktadır(Şekil 5). Herhangi bir vakfa bağlı olmayıp, şahısların mülkiyetinde bulunan yapı, tapu kaydı olarak 258 ada, 9 parselde bulunmaktadır. Kaynaklardan edinilen veriler ve Vakıflar Genel Müdürlüğü'nden edinilen vakfiye bilgisi doğrultusunda, 1498 tarihinde Hoca Ahmet adında bir hayırsever tarafından inşa ettirildiği, dönem olarak ise Akkoyunlu Dönemi'ne tarihlendiği saptanmıştır(Yılmazçelik,1995,s.58),(Beysanoğlu,1963,s.193),(Beysanoğlu, 1998,s.473).Hoca Ahmet Camii Gayri Menkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun 19.01.1980 tarih ve A/2082 sayılı kararı ile Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlığı olarak tescillenmiş, Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 18.12.2009 tarih ve 2754 sayılı kararı ile I. Grup Yapı olarak tescili güncellenmiştir(Diyarbakır Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, 2019).

### 3.2.Mimari Özellikleri

Hoca Ahmet Camii ters T plan düzeninde inşa edilmiştir.(Sözen, 1981,s.82),(Tuncer, 1996,s.90),(Tomanendal ve Yediyıldız, 2008,s.473),(Şekil 4). Caminin kuzeydoğusunda bazalt taştan, kare kaide üzerine oturan sekizgen gövdeli ve tek şerefeli bir minaresi mevcuttur(Şekil 9-10). Cami geniş avlunun güneyinde yer almaktadır. Tek katlı bir yapı olan cami ana mekânının üstü, beşik tonoz ve çapraz tonoz birlikte kullanılarak örtülmüştür. Caminin kuzeye bakan avlu cephesinde üç adet sivri kemerin iki adet sütun ve yan duvarlar üzerine oturduğu dört bölümlü, üst örtüsü değiştirilmiş son cemaat bölümü yer almaktadır(Şekil 2). Hoca Ahmet Camii oldukça sade bir görünüme sahip, süslemesiz bir yapıdır.



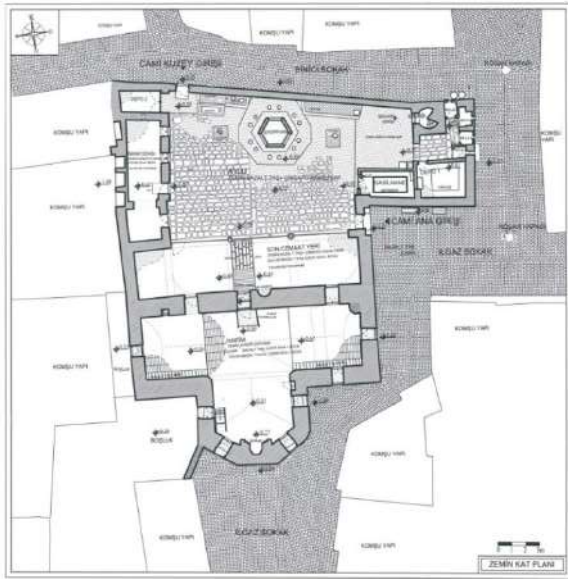
Şekil 2. Minareden Görünüşü caminin dam görünüşü



Şekil 3.Caminin güney cephesi



Hoca Ahmet Camii ana mekânı, Erken Osmanlı Dönemi Camileri'nde görülen ters T plan düzeninde inşa edilmiş olmakla beraber tabhane mekânlarına yer verilmemiştir. Akkoyunlular'ın farklı plan yorumlarıyla oluşturduğu bir örnektir(Tomanendal ve Yediyıldız, 2008,s.473)(Şekil 2-4).Erken Osmanlı cami örnekleri, yayılma ve yerleşme devirlerinde cami ve oturulan yer olma özelliğini birlikte taşımalarına karşın, Hoca Ahmet Camii'nde böyle bir örnek olmayıp, tamamen cami işleviyle yapılmıştır(Sözen, 1971,s.258).Caminin oturduğu 9 numaralı parsel 606m<sup>2</sup> alana sahiptir. Dış cephe duvarlarında ince yonu, ve kaba yonu ile yer yer moloz bazalt taşın birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu durumun farklı dönemlerde onarım amaçlı müdahalelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. İç mekân duvarları ve tavanı sıva üstü boyalıdır. Harime giriş son cemaat kısmında yer alan basık kemerli bir kapı ile sağlanmaktadır. Harim kapısı son cemaat kısmında tam orta aksta yer almayıp batıya kaçmaktadır. Ters T planlı olan harim 3 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerden biri mihrabın yer aldığı bölümdür, diğer ikisi ise doğu ve batıda yer almakta ve zemin kotları sadece bir basamakla ana mekân kotundan ayrılmaktadır. Harimin mihrap bölümü güneyde yer almakta ve yarım sekizgen formda güney cephede çıkma yapmaktadır. Mermerle kaplı olan mihrap beşgen formludur. Harimin üst örtüsü mihrabın olduğu bölümde çapraz tonoz formuna yakın, diğer bölümde ise doğu batı uzantılı beşik tonoz formundadır. Çapraz ile beşik tonozun birleşim noktası bazalt taş sivri kemer ile sonlanmaktadır. Harimin doğu kısmında beşik tonoz altında bir adet sivri bazalt taş kemer yer almakta ancak bunun karşılığı batı kısmında mevcut değildir. Harimde kuzey, güney, doğu ve batı cephelere bakan dikdörtgen formlu pencereler yer almaktadır. Harim giriş kapısının üstünde ahşap müezzin mahfili yer almaktadır.



Şekil 4-5.Hoca Ahmet Camii RölövePlanı-2019 (Akmaz Bilgiç,2019) ve Suriçinde yeri

Son cemaat yerinin doğu ve batı kısa kenarları kapalı durumdadır(Şekil 6). Kuzeye bakan avlu cephesi dört bölümden oluşmaktadır. Üç adet sivri kemer, iki adet sütun ve yan duvarlar üzerine oturmaktadır. Cephesi kesme bazalt taş olup, bu cephede üst örtüyü taşıyan iki sıra halinde bingi taşları bulunmaktadır(Şekil 5). Son cemaat yerinin mevcut üst örtüsü betonarme malzemeden olsa da özgün üst örtüsüne ait kubbe formunu anımsatan duvarda eğrisel kalıntılar mevcuttur. Harim girişinin doğusunda sivri kemerli bir mihrabiye yer almaktadır. Son cemaat yerinde harim giriş kapısının önü avlu ile aynı kotta olup, diğer yan alanlar yaklaşık 38 cm yüksekliktedir.



Şekil 5. Son Cemaat Yeri-2019



Şekil 6. Son Cemaat Yeri -2019



Şekil 7. Harim-Mihrap-2017



Şekil 8. Harimde Mihrap Bölümü-2017

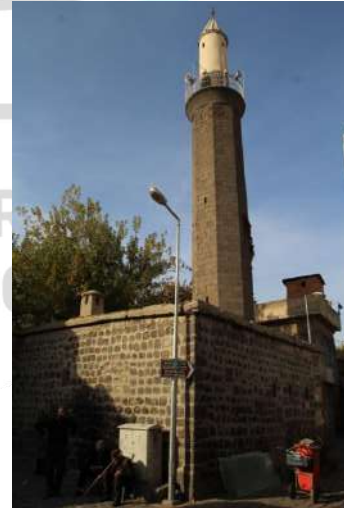
Avlu dörtgene yakın formda ve zemini bazalt taştandır. Avlunun kuzeybatı kısmında bazalt taştan bir mezar bulunmaktadır. Ana giriş doğuda sivri kemerli girinti içerisindeki basık kemerli kapıdan sağlanmaktadır. Kuzeyde ana kapıdan daha küçük ve basık bir kapı daha yer almaktadır. Doğusunda basık kemerli bir kemer açıklığı ile ulaşılan mekânın doğu duvarında

dört hacimli helâ bölümü bulunmaktadır. Bu mekândan ulaşılan bir depo ve bu deponun içinde bir adet dikdörtgen formlu havuz yer almaktadır. Avlu doğu girişine bitişik konumda, kapı kuzeyinde camiye ait gasilhane bulunmaktadır. Batıda cephesi kaba yonu ve moloz bazalt taşın birlikte kullanımıyla oluşturulmuş, imam odası yer almaktadır. İmam odasının iç mekân duvarları sıvalı ve boyalıdır.

Minare avlunun kuzeybatısında, camiden ayırık konumdadır. Minareye giriş avludan ve batısındaki dörtgen kapıdan sağlanmaktadır(Şekil 9). Kapı çevresi iki sıra kademeli girinti ile hareketlendirilmiştir. Minare kesme bazalt taştan yapılmıştır. Planı içten dairesel, dıştan ise kaide kısmında kare forma, gövde kısmında sekizgen forma sahiptir. Minare tek şerefelidir ve petek kısmı daireseldir. Şerefe, sekizgen gövdeden, içbükey bir hatla ve dairesel bir formla ayrılıp özgün metal korkulukla çevrelenmiştir. Minarenin petek kısmı şerefeye çıkışı sağlayan basık kemerli kapı hizasına kadar kesme bazalt taştan olup, kapı üstünden itibaren sıvalı ve boyalıdır. Konik petek, kurşun malzeme ile kaplı külâh ve bunun üzerine oturan metal alem ile sonlanmaktadır(Şekil 10).



Şekil 9. Minare-2018



Şekil 10. Minare-2017

### 3.3. Yapım Tekniği ve Malzeme



Geleneksel yığma yapım tekniğinde inşa edilmiş Hoca Ahmet Camii, bazalt taşın hakim olarak kullanıldığı bir yapıdır(Şekil 3). Yapıda bazaltın düzgün kesme taş biçimi ile kaba yonu ve moloz şeklinde kullanımı da bulunmaktadır. Yakın dönemli onarımlarda özgün üst örtü biçiminde ve betonarme ile malzeme kullanımında da değişiklikler olmuştur. Tonoz örgülerinde sıva altında tuğla kullanıldığı düşünülmektedir.

### 3.4.Yapıda Görsel Olarak Tespit Edilen Sorunlar

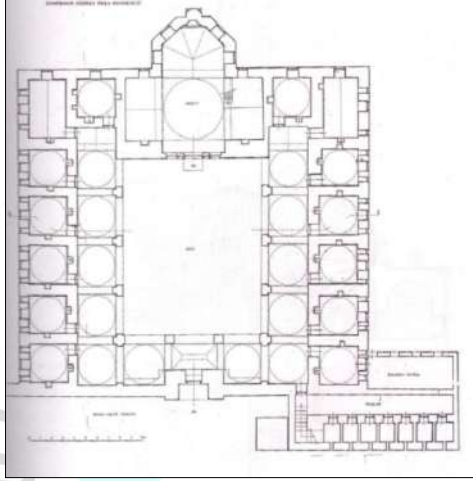
Hoca Ahmet Camii'nin iç mekân ve dış cephelerinde yapılan bilinçsiz onarım ve müdahaleler nedeniyle özgün dokusu kısmen zarar görmüş durumdadır. Cami avlusunun doğusunda yer alan gasilhane ile avluda yer alan şadırvan sonradan yapılmış niteliksiz eklerdir. Avlu kuzey cephe duvarı briket örgü ile yükseltilmiştir. Avlunun bazalt taş olan özgün zemini yer yer çimento esaslı sıva ile kaplanmıştır. Son cemaat yeri, imam odası, gasilhane, helâ ve depo bölümlerinin üst örtüleri caminin özgün mimarisine uymayan betonarme malzeme ile yenilenmiştir. Cami ana mekânı ile bütün iç mekânların duvar ve tavanları çimento esaslı harç ile sıvanıp boyanmış durumdadır(Şekil 6-7-8) Harim bölümünün güney ve doğu cephelerinde yer alan pencerelerin alt kotu bazalt taş duvar örülerek yükseltilmiştir(Şekil 3). Harim zemini büyük oranda ahşap rabita ile kaplanmış özgün döşeme kısmen açıkta kalmış durumdadır. Mihrap özensiz ve aslını saklayacak biçimde mermer ile kaplanmıştır(Şekil 8). Harimin tonoz olan üst örtüsünde düzensizlikler mevcut olup, strüktürel sorunlar gözlenmektedir. Son cemaat yerinin kemer açıklıkları camekân ile kapatılmıştır. Cami çevresinde drenaj sorunu olduğundan yağın yağmur suları cami dış cephe duvarlarına zarar vermektedir. Yapıda sadece insan eliyle değil aynı zamanda minare ve cami cephelerinin taş yüzeylerinde de meydana gelen malzeme deformasyonu, kırılmalar, erime ve çiçeklenme gibi doğa etkisiyle meydana gelen sorunlar mevcuttur.

### 4. Hoca Ahmet Cami'nin Diğer Tarihi Diyarbakır Camileri ile Karşılaştırılması

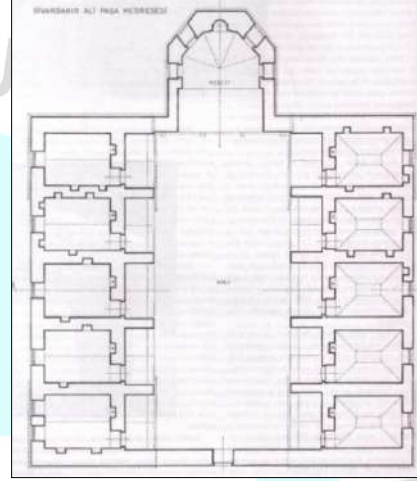
Suriçi bölgesi, birçok anıtsal yapı grubu gibi cami mimarisi açısından da oldukça zengindir. Bu yapılar farklı plan tipleri, süsleme, bezeme, malzeme ve yapım teknikleri ile her biri kendi içinde özel bir kimlik taşımaktadır. Sözen, Hoca Ahmet Camii'ni, Tabhaneli Yapı Tipi grubunda değerlendirerek ayrıca bu yapı gurubuna örnek olarak Hüsrev Paşa Camii ve İskender Paşa Camii'ni vermektedir(Sözen, 1971,s.257). Ancak Hoca Ahmet Camii'nde yerinde yaptığımız incelemelerde tabhane mekânlarına ve belirtilerine rastlanılmamıştır ve tabhane mekânlarının olmadığı Tomanendal ve Yediyıldız tarafından da belirtilmektedir. (Tomanendal ve Yediyıldız, 2008,s.473),(Şekil 4). Sözen Diyarbakır'da Hoca Ahmet



Camii'nin yakın örneklerinin Hüsrev Paşa Camii ve Alipaşa Medresesi dersane kısmı olduğunu belirtmektedir(Sözen, 1971,s.258-259).Bu camiler incelendiğinde; Hoca Ahmet Camii, Hüsrev Paşa Camii ile Ters T plan düzeni yönünden benzerlik taşımaktadır(Şekil 11). Hoca Ahmet Camii, Hem Hüsrev Paşa Camii'nde hem de Ali Paşa Medresesi'nde yer alan mescit kısmında yarım sekizgen formunda çıkma yapan mihrap önü bölümü ile aynı formda dışarı çıkma yapması yönünden benzerlik göstermektedir(Şekil 11-12).



Şekil 11. Hüsrev Paşa Camii ve Medresesi Planı(Tuncer, 1996,s.119)



Şekil 12. Ali Paşa Medresesi Planı(Tuncer, 1996,s.136)

#### 4.SONUÇ

Hoca Ahmet Camii, surlarla çevrili geleneksel kent alanının güneybatı dilimi içerisinde yer alan önemli anıtsal yapılardan biridir. Yapılan bilinçsiz onarımlar nedeniyle özgün yapısı kısmen zarar görse de mimari doku, malzeme ve plan özelliğini korumaktadır. Ters T planlı bağımsız bir cami ve sekizgen minare biçimi ile Diyarbakır'da tek olma özelliğine sahip bir Akkoyunlu Dönemi eseridir(Şekil 4). Yapının, şahısların mülkiyetinde olması herhangi bir vakıf veya kamu kurumunun mülkiyetinde olmaması yapının esaslı onarımının aksatılmasına neden olmaktadır.

Kamuya açık ve sürekli hizmet veren bir anıtsal yapı olarak Hoca Ahmet Camii'nin koruma ve bakım çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi, ilgili kamu kuruluşlarının deneyimli teknik elemanları tarafından projelendirilmesi ve doğru müdahale kararlarının alınması ile mümkün olabilecektir. Şahıs mülkiyetinde oluşu devlet yatırımlarında yer almasını engellediğinden, kamulaştırılması koruma açısından daha yararlı olabilecektir.

Yapıyı konu olarak ele alan kapsamlı bir bilimsel çalışma da bulunmadığından, geçirdiği evre ve müdahaleler daha çok caminin kendisi üzerindeki incelemelerden öğrenilebilmektedir<sup>1</sup>. Yapının özgünniteliğinin sürdürülebilmesi, bir kültür varlığı olarak uzun süreçli hizmet verebilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılmasının -kamulaştırma mümkün oluncaya kadar- Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından koruma altına alınarak, yapılacak müdahalelerde etkin olmasıyla mümkün olabileceği düşünülmektedir.

## 5. Kaynaklar

Akmaz Bilgiç,E., 2019,Diyarbakır Tarihi Hoca Ahmet Camii (Ayni Minare Camii)'ninRestorasyon ve Koruma Çalışması,Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programı (devam ediyor)

Beysanoğlu,Ş.,(1963), “*Bütün Cepheleriyle Diyarbakır*”,Şehir Matbaası, s.193,İstanbul.

Beysanoğlu,Ş.,(1996), “*Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi*”, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sanat Yayınları,1.cilt,s.3-6,100-126,Ankara.

Beysanoğlu,Ş.,(1998), “*Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi*”,Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sanat Yayınları, 2.cilt,s.473,İstanbul.

Değertekin,H.,(2000),“*Dünden, Bugüne Diyarbakır ve Diyarbakır Surlarının OnarımıI. Bütün Yönleriyle Diyarbakır Sempozyumu*”,s.23-24,Ankara.

Güldoğan,V.,(2011), “*Diyarbakır Tarihi*” ,s.15,Ankara.

Halifeoğlu, F.M., (2010),“*Diyarbakır Suriçi'nde Yer Alan Mescitler, I. Uluslararası Nebiler, Sahabiler, Azizler ve Krallar Kenti Sempozyumu*” ,s.323,Diyarbakır.

Işık, İ., (2013), “*Diyarbakır Ansiklopedisi*” , s.475, Ankara.

Sözen,M.,(1971), “*Diyarbakır'da Türk Mimarisi*” ,s.257-258-259,Diyarbakır'ı Tanıtma ve Turizm Derneği Yayını, İstanbul.

Sözen,M.,(1981), “*Anadolu'da Akkoyunlu Mimarisi*” ,s.82,Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu,İstanbul.

Tuncer,O.C.,(1996),“*Diyarbakır Camileri Mukarnas, Geometri, Orantı*”,Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sanat Yayınları,s.13-90-119-136.

<sup>1</sup>Hoca Ahmet Camii ve onun korunmasına yönelik bilimsel bir çalışma hazırlanmamış olup, devam etmekte olan yüksek lisans tezi ile bu çalışmada değerli yapıyı tanıtmak, belgelemek, Tarihi Diyarbakır Camileri içerisinde yeri ve önemini ortaya çıkarmayı hedeflemektedir.

Tuncer, O.C.,(2012) “*Diyarbakır Surları*” ,s.62,Ankara.

Yediyıldız,B.,Tomanendal,K.,(2008),“*Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Diyarbakır*”,s.473,  
Diyarbakır Valiliği Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü, Ankara.

Yılmazçelik,İ.,(1995),“*XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Diyarbakır (1790-1840)*”,Türk Tarih Kurumu Yayınları,c.XIV, sayı:21,s.58,Ankara.



## TARİHİ DİYARBAKIR CAMİLERİNDE TESPİT EDİLEN TAŞIYICI SİSTEM HASARLARI İLE GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ

**Dr. Nursen Işık**  
Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Fatma Meral Halifeoğlu**  
Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Diyarbakır camileri, plan düzenleri, malzemeleri ve cepheleriyle çeşitlilik gösteren, minareleri kare, çokgen ya da yuvarlak planlı yapılardır. Günümüze ulaşan tarihi camilerin büyük çoğunluğu 7. yy ile 16. yy dönem aralığında inşa edilmiştir. Suriçi Bölgesinin kuzeydoğu diliminde, Ulu Cami, İskender Paşa Cami, Parlı Safa (Palu) Cami, Melik Ahmet Paşa Cami güneydoğusunda Behram Paşa Cami, Lala Kasım Bey Cami, Ali Paşa Cami güneybatısında Kasım Padişah Cami (Dört Ayaklı Minare ve Şeyh Mutahhar), Kurşunlu (Fatih Paşa) Cami, ile kuzeyde İç Kale’de bulunan Hz Süleyman Cami önemli tarihi camiler arasında yer almaktadır. Bu yapılar Suriçi Bölgesi’nin önemli noktalarında konumlanmış, günümüzde aktif olarak kullanılan anıtsal yapılardır.

Diyarbakır camileri, yapım tekniği ve malzemelerine göre değişiklik göstermektedir. Camilerdeki taşıyıcı sistem sorunlarına bağlı oluşan farklı hasar türleri görülmektedir. Bunların birçoğunda hatalı restorasyon uygulamaları ve kullanıcı kaynaklı müdahaleler yer almaktadır. Duvarlarda ayrışma ve malzeme kaybı, sütunlarda kısmi eksen kayması hasarlarının da yaygın olduğu tespit edilmiştir. Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre caminin bazı bölümlerinde niteliksiz ekler yapıldığı ve tesisatlara bağlı hasarlar oluşturmuştur. İskender Paşa ve Hoca Ahmet (Ayn Minare) Camilerinde oturma hasarlarına bağlı kot değişimleri ile nem hasarları daha belirgin sorunlar olarak öne çıkmaktadır. Minarelerin bazılarının camilere bitişik nizamda olması nedeniyle yapıda oluşan hasarlar minarede de etkisini göstermiştir.

Diyarbakır camilerinden İskender Paşa Cami, Parlı Safa Cami, Ali Paşa Cami, Hoca Ahmet Paşa Cami (Ayn- Aynalı Minare), Behram Paşa Cami ve Nebi Cami’de mevcut taşıyıcı sistem hasarları gözlemsel olarak tespit edilmiştir. Ulu Cami, Hüsrev Paşa Cami, Lala Kasım Bey Cami ve Melik Ahmet Paşa, Fatih Paşa (Kurşunlu Cami) camilerinin restorasyonlarının



tamamlanması nedeniyle taşıyıcı sistem hasarları giderilerek, güçlendirme ve tamamlayıcı müdahalelerle camilerin mevcut durumları iyileştirilmiştir.

Bu çalışmada, Suriçi Bölgesinde yer alan tarihi camilerin mevcut hasarları gözlemsel olarak belirlenmiş, mevcut hasar düzeylerinin gösterildiği tablo oluşturularak, hasar türlerine göre güçlendirme ve tamamlayıcı müdahale önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Tarihi Diyarbakır Camileri, Suriçi Bölgesi, hasar, güçlendirme

### 1.Suriçi Bölgesinde Günümüze Ulaşan Tarihi Diyarbakır Camileri

Diyarbakır kenti, Suriçi bölgesindeki tarihi ve kültürel değerleriyle dünya kültürel mirasında yer bulan geçmişte birçok medeniyetin yaşadığı önemli bir yerleşim merkezidir. Kentin ilk yerleşim yeri olan Suriçi bölgesi plan tipleri ve boyutları değişkenlik gösteren burç ve surlarla çevrilidir. Bu bölgede, 601<sup>2</sup> tescilli ve farklı yapı türlerine sahip kültürel, ticari ve sosyal ve geleneksel ve anıtsal yapılar yer almaktadır.

1900 yılındaki bir salnameye göre, kentte 24 cami, 21 mescit, 8 hamam, 1 belediye, 1 hastane, 6 tekke, 11 kilise, 20 han, 1 basımevi, 1 üstü örtülü çarşı, 3 kitaplık, 11 medrese, 13 çeşme, 1 askeri rüştiye, 1 mülki rüştiye, 1 öğretmen okulu, 5 ilkokul, 10 subay okulu, 9 Hıristiyan okulu, 2 yabancı okul, 1 Yahudi okulu, 1 sanat mektebi ve 1 İdadinin olduğu belirtilmektedir<sup>3</sup>. Günümüze kadar bu yapıların bir kısmı yıkılmış ve yok olmuştur.

Diyarbakır Suriçi Bölgesinde günümüze ulaşan boyutları, işlevi ve konumlarına göre değişkenlik gösteren han, hamam, kervansaray, kilise, medrese ve cami gibi birçok anıtsal yapı yer almaktadır. Kaynaklarda<sup>4</sup> Diyarbakır'ın Hz Ömer'in halifelik döneminde (634-644), 637 yılında Arapların egemenliğine geçtiği ve 639 yılında ise İslam dünyasına girme tarihi verilmektedir.

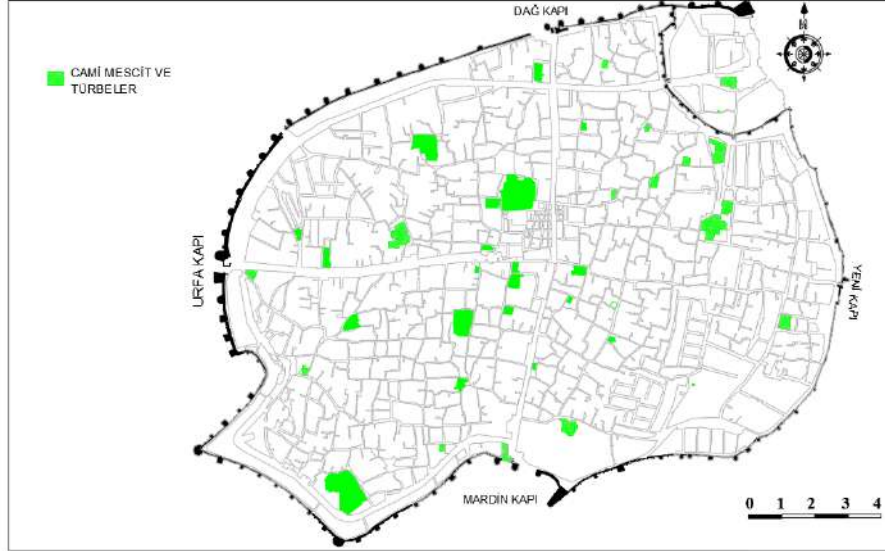
Tarihi Suriçi Bölgesi'nde yer alan günümüze ulaşan Diyarbakır Camileri plan düzenleri, malzemeleri ve cepheleriyle farklı türlerde büyük çoğunluğu 7.yy ve 16.yüzyıl dönem aralığında inşa edilmişlerdir. Camilerin ana unsurlarından biri olan minareler, kare, çokgen ve silindirik formda plana sahiptir. Suriçi Bölgesinin kuzeydoğu diliminde Ulu cami, İskender Paşa Cami, Parlı Safa (Palu) Cami ile Melik Ahmet Paşa Cami, güneydoğu diliminde, Behram Paşa Cami, Lala Kasım Bey Cami ile Ali Paşa Cami yer almaktadır. Kasım Padişah

<sup>2</sup> Diyarbakır Koruma Kurulu 2017 Tescilli Yapı Kayıtlarına göre Düzenlenmiştir.

<sup>3</sup> Tuncer, O.C. 2015. "Diyarbakır Camileri". Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Kültür ve Sanat Yayınları, s.15. Ankara.

<sup>4</sup> Tuncer, O.C. 2015. "Diyarbakır Camileri". Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Kültür ve Sanat Yayınları, s.13. Ankara.

Cami (Dört Ayaklı Minare ve Şeyh Mutahhar), Kurşunlu (Fatih Paşa) Cami, bölgenin güney batısında, Hz Süleyman Cami ise kuzeyde İç kale bölgesinde bulunmakta olup tarihi camiler arasında yer almaktadır. Bu camiler, Suriçi Bölgesi'nin önemli noktalarında konumlanması nedeniyle, günümüzde ibadethane olarak aktif bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Diyarbakır Cami Mescit ve Türbelerin Suriçi Bölgesi'ndeki Konumu<sup>5</sup>

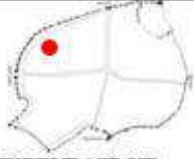
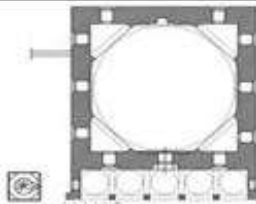

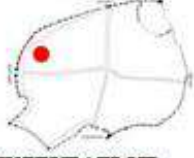
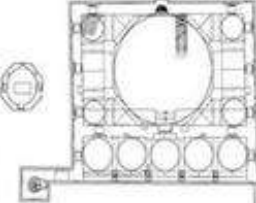

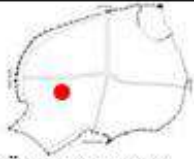
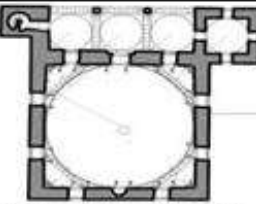

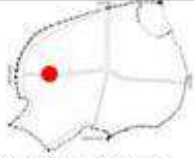
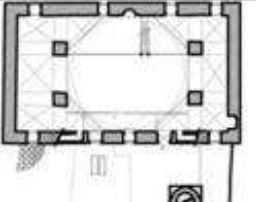

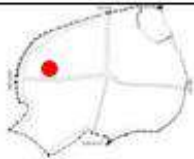
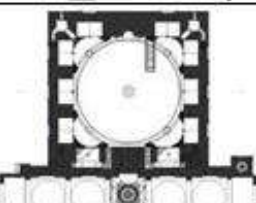


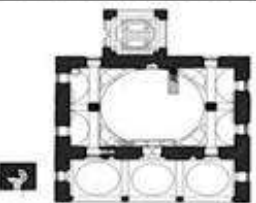

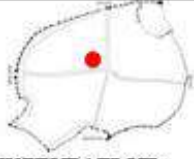


Diyarbakır Camilerinde kubbeli veya düz damlı olarak iki şekilde inşa edilmiştir. Ulu cami, Hoca Ahmet Bey Cami, müştemilatları düz damlı, diğer camilerin üstü kubbelidir. Ali Paşa Cami ile Parlı Safa (Palu) Cami piramidal külah biçiminde kiremit örtülü olup, diğer camilerin bir kısmında kubbelerde kurşun levhalar kullanılmıştır. Yapı malzemesi olarak bazalt, kalker, tuğla ve ahşap malzeme, kullanılarak, inşa edilmişlerdir. Camilerin birçok bölümünde bazalt ve kalker taşı almaşık biçimde kullanılmakla birlikte sadece bazalt taştan yapılmış camilerde bulunmaktadır.

Diyarbakır'daki cami ibadet alanlarında, bazalt ayak ve sütunlar taşıyıcı özellikte olup, kadınlar mahfiline caminin giriş bölümlerinin kenarlarında konumlanan merdivenler vasıtasıyla ulaşılmaktadır. Kadınlar mahfilindeki döşeme sistemi bazı camilerde ahşap malzeme ile alttan ahşap dikmelerle desteklenerek yapıldığı gibi, taş döşemeyle geçilmiş olan camilerde bu bölüm bazalt taştan yapılmış ayak ve sütunlarla taşınmıştır ( Tablo 1).

Tablo 1. Suriçi Bölgesi'ndeki Bazı Camilerin Konumu Ve Mimari Özellikleri<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi KAİP 2012 Planından alınarak düzenlenmiştir.

<sup>6</sup> Cami Planları Vakıflar Bölge Müdürlüğünden Alınmıştır.

	SUR İÇİNDEKİ YERİ VE KONUMU	ADI	DÖNEMİ	PLANI	CEPHESİ
1	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	İSKENDER PAŞA CAMİ	16yy		
2	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	PARLI SAFA CAMİ	15yy		
3	 GÜNEYBATI:GB	LALA KASIM BEY CAMİ	16yy		
4	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	MELİK AHMET PAŞA CAMİ	16yy		
5	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	BEHRAM PAŞA CAMİ	16yy		
6	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	NEBİ CAMİ	16yy		
7	 <u>KUZEYBATI-KB</u>	ULU CAMİ	7yy		



## 2. Geleneksel Diyarbakır Camilerinde Taşıyıcı Sistem Sorunları ve Hasarları

Tarihi Diyarbakır camilerinde taşıyıcı sistem hasarları gözlemsel olarak tespit edilerek, hasar tabloları elde edilmiştir. Gözlemsel tespitlerde her yapı türünün yapım tekniği ve malzemesi incelendikten sonra, *duvarlardaki ayrışma, çözülmeye bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, kemer ve örgü elemanlarında oluşan taşıyıcı sistem hasarları, üst örtü ve döşemelerde oluşan taşıyıcı sistem hasarları, derz boşalmasına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, eksen kaymasına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, neme bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, restorasyon hatalarına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, kullanıcıya bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, doğa koşulları ve bakımsızlığa bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları, yapıda bağlayıcı harcın özelliğini kaybetmesi/yok olması ile oluşan taşıyıcı sistem hasarları* başlıkları altında değerlendirilmiştir.

### Duvarlardaki ayrışma, çözülmeye bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Camilerde ayrışma ve çözülmelerin en yoğun görüldüğü taşıyıcı elemanlar duvarlardır. Duvarlardaki ayrışmalar özellikle yük dağılımında meydana gelen düzensizlik nedeniyle oluşmuştur. Son cemaat yerlerinde meydana gelen ayrışmalar, bu bölümlerdeki üst örtünün betonarme döşeme ile geçilmesi ve buna bağlı oluşan aşırı yük ile yük aktarımındaki düzensizlikten kaynaklanmaktadır. Özellikle bu bölgelere yakın duvarlardaki taşlar arasında üstten yüke bağlı harç ve derzlerin boşalması ile ayrışmaların arttığı görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. İskender Paşa Camisi Batı Cephesinde Oluşan Duvarlardaki Ayrışma Hasarları

### Kemer ve lentolarda oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Kubbe ve tonozlardan gelen yüklerin sütun, ayak ya da duvarlara aktarılmasını sağlayan yatay taşıyıcı elemanlar kemerlerdir. Tek revaklı bazen de çift revaklı olarak inşa edilen camilerdeki kemerler arasında itki kuvvetinin karşılanmasını sağlamak amacıyla gergi çubukları bulunmaktadır. Tonoz ve kemerlerde kullanılan gergi çubukları ahşap ya da metal olabilmektedir.



Diyarbakır camilerinde duvar ve kemer kesitlerinin zayıfladığı alanlarda da ahşap ya da metal gergi çubukları kullanılmıştır. Ancak bazı camilerde, gergi çubuklarının duvara düzensiz yerleştirilmesi ile duvarda harç ve derz boşalmalarına bağlı gelişen ayrışmaların kemerlerde olumsuz etki yarattığı görülmektedir. Ayrıca gergi çubuklarının almaşık duvar örgüsünde mukavemeti yüksek bazalt taş yerine kalkere sabitlenmiş olması, mukavemeti daha zayıf olan kalker taşında boşalmalara bağlı parça kopmasına yol açmıştır (Şekil 3).



Hoca Ahmet (Ayn Minare)



Behram Paşa Cami

**Şekil 3 .** Yıpranmış ve korozyona uğramış gergi çubuk ve bileziklerin duvar, sütun ve kemerlerde oluşturduğu ayrışma hasarları

Camilerdeki pencere ve kapı lentolarında meydana gelen çatlaklar yapıdaki müdahalelere bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Yatay taşıyıcı eleman olan lentolarda gelen yük düzensizliği ve aşırı yük etkisi ve düzensiz oturma çatlaklara yol açmıştır. Lentoda oluşan çatlakların kılcal düzeyde olmadığı ve bu nedenle taşıyıcı elemanlar olumsuz etkilenerek hasarlar oluşmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. İskender Paşa Cami Lentolarında Oluşan Çatlak Hasarları

### Üst örtü ve döşemelere bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Üst örtüde meydana gelen hasarların büyük bölümünün sıva ile kaplanan cami kubbelerinde meydana geldiği görülmüştür. Üst örtünün betonla kaplanmasından kaynaklanan aşırı yük düzensizliği ve zaman içinde bozulan beton sıvalardan sızan suların etkisiyle çatlak ve nem hasarları tespit edilmiştir. Ayrıca kurşun kaplanan cami kubbelerinde kurşun plakaların birbirine eklenen kısımların zaman içinde bozulmaya uğraması ya da iyi monte edilmemesine

bağlı kubbe içine su sızmaları meydana gelmiş, bu durum taşıyıcı sisteme zarar vererek nem hasarlarına ve strüktürel çatlaklara neden olmuştur.

Camilerin son cemaat yerlerinde onarımlar sonucu üst örtü döşemelerinin betonarmeye çevrilmesi ile aşırı ve düzensiz yük etkisiyle ayrışma meydana gelmiş, derzlerin boşalması nedeniyle de bağlayıcılık özelliği zayıflamıştır. Yük altında lentolarda çatlak, kemer ve duvarlarda açılma deformasyonları oluşmuştur (Şekil 5, Şekil 6).



Şekil 5. Üst Örtüsü betonarme ile değiştirilen İskender Paşa



Şekil 6 Üst Örtüsü betonarme ile değiştirilen Hoca Ahmet Camii (Ayn Minare) 2019

Camilerde meydana gelen üst örtü hasarlarının bir kısmı zemine bağlı oluşabilmektedir. Zemindeki düzensizlik ya da boşluklar nedeniyle üst yapı ölçeğinde kubbede çatlak hasarları ile duvar ve kemerlerde ayrışma, çözüme hasarları oluşmuştur. Bu nedenle kubbe ve üst örtüde meydana gelen çatlak ve ayrılma hasarlarının sadece aşırı yüklemeye ya da malzeme ağırlığından olmadığı ve bu durumun zeminle ilişkilendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Melik Ahmet Camii Kubbesinde Zemine Bağlı Oluşan Çatlak Hasarları



Camilerde döşemeler zemin ve ara kat döşemesi olarak iki şekilde bulunmaktadır. Kadınlar mahfilinin bulunduğu camilerde döşeme ahşap ya da taş olarak inşa edilmiştir. Cami zemin döşemelerinde (İskender Paşa Camii, Hoca Ahmet Camii), genellikle oturma hasarları olduğu görülmektedir.

Zeminden kaynaklı oturmalar, cami taşıyıcı sisteminde temelden üst örtüye kadar önemli hasarlara neden olabilmektedir. Kubbelerde başlayan çatlakların duvar ve lentolarda devam

etmesinin, zemindeki boşluklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Boşluklu zemine sahip olan tüm yapılarda oturma hasarları meydana gelebilmektedir.

### Derz boşalmalarına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Genellikle derz boşalmalarına bağlı hasarlar, duvarlardaki ayrışma ve çözülmenin görüldüğü alanlarda bulunmaktadır. Üst örtü ve kubbe ağırlığının sürekliliğin bozulduğu ve yük iletim eksikliği olan duvarlarda derz boşalmaları artarak, duvar yüzeyi boyunca ayrışmaları hızlandırmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. İskender Paşa Camide derz boşalmalarına bağlı oluşan ayrışma hasarları

### Eksen kaymasına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Aşırı yükün getirdiği baskıya bağlı sütunların alt ve üst başlıklarında aks ya da eksen kayması hasarları olduğu görülmüştür. Camilerin bir kısmında sütunlar arası gerilmeyi azaltmak ve bağlantıyı sağlamak amacıyla gergi bilezikleri yerine, onarım çalışmalarında niteliksiz harçlar kullanılmıştır. Harçların zamanla patlaması, aşırı ve düzensiz yük nedeniyle özellikle sütunların altında çatlaklar ve kopmalar şeklinde hasarlar oluşturmuştur. Ayrıca bazı camilerde sütunların alt ve üst parçalarıyla, sütun kaidelerinde kullanılan malzemelerin farklı olması ve bu malzemeler arasındaki bağlantının zayıflığı da taşıyıcı sistemde olumsuz etki yaratmıştır. Duvarlarda görülen eksen kayması zemindeki oturmaya bağlı oluşmaktadır. Duvarların oturduğu zeminin homojen olmaması, bağlayıcı harcın yetersizliği ve malzeme kaybına bağlı bel verme şeklinde aks kayma hasarlarına yol açtığı görülmüştür (Şekil 9).



İskender Paşa Cami

Ali Pınar camii

Hoca Ahmet (Ayn Minare) Camii

Şekil 9. Cami sütunlarındaki aks kayması Cami dış ve iç duvarlarında oluşan kayma hasarları



### Neme bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Su yalıtımın yeterli ya da hiç yapılmaması nedeniyle sıvayla kapatılan duvarlarda ve kubbelerde kılcal çatlaklardan su sızması ile hasarlar meydana gelmiştir.

Kubbelerde oluşan nem sorunları malzemelerde bozulmaları hızlandırarak caminin duvar, kemer, lento ve döşemelerine ulaşarak hasar oluşturmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. İskender Paşa Camisinde Neme Bağlı Oluşan Sistem Hasarları



Şekil 11. Hoca Ahmet Camilerinde Neme Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları ve Taşıyıcı Sistem Hasarları



### Restorasyon hatalarına bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Zaman içinde yıpranan camilerin özgünlüğü ve taşıma prensibi göz ardı edilerek yapılan müdahaleler hasarların artmasına neden olmuştur. Özellikle camilerin bir kısmında üst örtünün betonla değiştirilmesi ile aşırı yük altında kalan kemer, sütun, ayak ve lentolarda çatlak, harç kaybı ve malzemeler arasında ayrılmalar meydana gelmiştir. Ahşap kiriş görünümlü ya da düz olarak yapılan betonarme döşemeler nedeniyle camilerin bu bölümleri ağır ve düzensiz bir yük altında kalmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Hoca Ahmet Paşa Camideki beton döşemeye bağlı oluşan hasarlar



Şekil 13. Ali Paşa Camisinde betonarme döşeme etkisiyle oluşan kayma hasarları

Camilerde yapılan restorasyon uygulamalarında kısmen yıkılmış ya da hasarlı üst örtüleri, beton döşeme yapılarak değiştirilmiştir. Betonla kaplanan yüzeylerde kılcal çatlakların iklim etkisiyle büzülüp genişmesi sonucunda kısmi hasarlar oluşmuş ve taşıyıcı sistemin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Ayrıca kubbenin korunması amacıyla bazı camilerde kullanılan



kurşun levhaların periyodik bakımının yapılmaması nedeniyle çürüme ve kısmen kayıplara neden olarak, kubbelerin dış ortama karşı savunmasız kalmasına neden olmuştur.

Restorasyonlarla yenilenen tesisatlar nedeniyle duvarlarda açılan boşluklar malzemelerde tahribatlara yol açmıştır. Ayrıca camilerdeki aydınlatma, ısıtma ve soğutma tesisatları için açılan kanallar taş malzemelerde çatlak hasarları oluşturmuştur. Cami girişlerinde, genellikle kadınlar mahfilinin altına yerleştirilen elektrik panolarının herhangi bir kaçak durumunda, camide meydana gelebilecek yangına bağlı hasarlar oluşturacağı düşünülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Camilerde Restorasyon Sonrası Hatalı Tesisat Uygulamaları

Camilerdeki sütun ve kemerler arasında gergi bilezikleri veya gergi çubukları kullanılmamış, sütun parçaları birbirine çimento harçlarla birleştirilmiştir. Gergi bilezik ve çubuklarının olmaması nedeniyle malzemeler arasında uyum içindeki yük taşıma özelliği azalmış olup, taşıyıcı sistemdeki sürekliliği bozmuştur (Şekil 15, Şekil 16).



Şekil 15. İskender Paşa Cami



Şekil 16. Behram Paşa Cami Son Cemaat Yerlerindeki

Sütunlarda Gergi Bileziklerinin Yapılmamasıyla Oluşan Eksen Kayması Hasarları

### Kullanıcıya bağlı oluşarı taşıyıcı sistem hasarları

Özel vakıf mülkiyetine sahip olan camilerde herhangi bir denetim olmadan yapılan hatalı müdahaleler sonucu cami duvar ve döşemelerde niteliksiz eklentiler oluşturulmuştur. Son cemaat yerlerinin kapatılması, taştan yapılmış duvarların sıvanması, cami ve müştemilat kısımlarının üst örtülerinin beton ya da metal profillerle kapatılması gibi uygulamalar kullanıcılar tarafından yapı taşıyıcı sistemi düşünülmeden yapılan müdahalelerden birkaçıdır. Ayrıca, ısıtma ve soğutma sistemlerinin sağlanması amacıyla tesisatların (klima motorları)

duvarlara getirmiş olduğu yüklere bağlı taşlar arasında çözülme ve ayrışmalar şeklinde hasarlar oluşmuştur (Şekil 17).



Şekil 17. Hoca Ahmet, Nebi Camilerinde Kullanıcı Kaynaklı Hatalı Uygulamalar

### Doğa koşulları ve bakımsızlığa bağlı oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Doğa koşulları ve bakımsızlıktan dolayı, cephe ve duvarlarında floral (bitki oluşumu) ve kirlenme şeklinde bozulmalar olduğu görülmüştür. Bitki oluşumlarının bulunduğu duvarlarda derzlerde açılmalar, taşlar arasında boşalmalar meydana gelmiştir. Bu boşalmaların yapı üstlerinde başladığı, duvarlarda aşağı doğru çözümlerle devam ettiği tespit edilmiştir. Camilerde düzenli bakımların yapılmaması, cemaat ya da çalışanlar tarafından yapılan küçük onarım ve müdahaleler yetersiz kalmış ve buna bağlı hasarların arttığı görülmüştür (Şekil 18).



Şekil 18. İskender Paşa Camisinde Bitki Oluşumu ve Kirlenme ile



Şekil 19. Hoca Ahmet Camisinde Bakımsızlığa Bağlı Oluşan Nem ve Ayrışma Hasarları



Doğa koşullarına bağlı oluşan bir diğer hasar türü de kemerlerde kullanılan gergi çubukları ile sütunlardaki gergi bileziklerinin korozyona uğramasıdır. Korozyonun etkisiyle oluşan taş malzemede parça kopmaları mukavemetin azalmasına neden olmaktadır (Şekil 17).



Şekil 20. İskender Paşa ve Behram Paşa Camilerinde Gergi Çubuk ilke Bileziklerindeki Korozyon Hasarı

### Yapıda bağlayıcı harcın özelliğini kaybetmesi/yok olması ile oluşan taşıyıcı sistem hasarları

Duvar ve cepheler ile diğer taşıyıcı yapı elemanlarını birbirine bağlayan malzemeler arasında birlikteliği oluşturan bağlayıcı harçlar yapı taşıyıcı sisteminde oldukça önemli bir görev üstlenmektedir. Bağlayıcı elemanın yok olması, tüm yapı ölçeğinde malzemelerdeki mukavemetin azalmasına ve taşıyıcı sistemdeki sürekliliğin bozulmasına neden olmaktadır. Camilerdeki hatalı restorasyon ya da niteliksiz tamamlamaların getirmiş olduğu aşırı yük dağılımına bağlı olarak kemer, duvar ve sütunlardaki bağlayıcı harçlarda kopma ya da boşalmalar yapı taşıyıcı sisteminde olumsuz etki yaratmaktadır (Şekil 21, Tablo 2).



Şekil 21. Camilerdeki Harçların Boşalması ve Yok Olmasına Bağlı Oluşan Hasarlar

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019









Ali Paşa



Behram Paşa



Melik Ahmet Paşa



Fatih Paşa



İskender Paşa

Şekil 22.Silindirik Gövdeli Minaresi Olan Camiler



Nebi Cami



Dört Ayaklı Minare



Hz Süleyman Cami



Ulu Cami



Hoca Ahmet Paşa Cami (Ayn Minare)



Şekil 23.Dörtgen Kesit Minareleri Olan Camiler

Şekil 24. Çokgen Formlu Minareli Cami

### 3.1.Minarelerde Taşıyıcı Sistem Sorunları ve Hasarları

Diyarbakır camilerindeki minarelerde görülen en önemli hasarlar, minarelerde kullanılan malzemelerdeki ayrışma, harç kaybı, derz boşalması, bitki oluşumu ve kirlenme şeklindedir (Hoca Ahmet Paşa Cami).

Minarelerin konumlandıkları zemin yapısına bağlı olarak gelişen aks kayması ve hatalı restorasyon (Dört Ayaklı Minare) ile minare gövdesindeki taşlar arasındaki ayrışmalar ve şerefe bölümlerinde görülen malzeme kaybı ve parça kopması gibi bozulmaların taşıyıcı sistem hasarlarına neden olduğu düşünülmektedir. Kirlenme ve doğa koşullarına bağlı oluşan bitki oluşumları, zaman içinde ilerleyerek taş malzemeyi etkileyerek mukavemetinin bozulmasına neden olmaktadır (İskender Paşa Cami) Minare kapı lentolarında meydana gelen çatlakların da oturmalara bağlı geliştiği ve zemin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 25).



Hoca Ahmet Cami



Parlı Safa Cami



İskender Paşa Cami



Dört Ayaklı Minare

Şekil 22.Diyarbakır Cami Minarelerindeki Ayrışma, Kirlenme, Derz Boşalması Hasarları

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak Diyarbakır camilerinde ve minarelerdeki taşıyıcı sistem sorunları ve bunlara bağlı oluşan hasarların büyük ölçekte olmadığı, doğru ve etkili güçlendirme uygulamalarıyla var olan sorunların ortadan kaldırılabilmesi düşünülmektedir. Camilerde yapılacak güçlendirme çalışmaları ile tamamlayıcı müdahaleleri birlikte uygulanmalıdır. Cami taşıyıcı sistemlerinin güçlendirilmesi amacıyla yapılacak uygulama önerileri sıralanacak olursa;

- Camilerdeki avlu ve harim bölümlerinin zeminlerindeki varsa oturmalarından kaynaklandığı düşünülen kot düzensizliklerinin giderilmesi, avlu ve çevresinde zemin yapısı ve temel kotunun yüzeysel olarak belirlenmesi amacıyla yeraltı taraması GPR (Ground Penetrating Radar) yapılmalıdır. Tespit edilecek sorunlara göre ilgili uzmanlar tarafından zemin ve temel güçlendirme önerileri geliştirilmelidir.
- İlgili uzmanlar tarafından belirlenecek farklı bölgelerden sondaj ve gözlem çukurları açılarak zemin yapısı, yeraltı su seviyesi ve oluşan mevcut deformasyonlar belirlenmelidir. Camilerin çevresinden yeraltı sularının uzaklaştırılması amacıyla çevresel drenaj yapılmalıdır.
- Cami duvarlarının alt bölümlerindeki boşalma şeklinde yer alan taş ve harç malzeme kayıpları aslına uygun malzeme, teknik ve işçilikle tamamlanırken bağlayıcılık ve dayanım, lif katkılı malzemeye arttırılmalıdır.
- Duvar yüzeylerinde malzeme hasarına bağlı oluşan mukavemet kaybı, aslına uygun malzeme, teknik ve işçilikle tamamlanarak bütünlüğü sağlanmalıdır. Çatlak hasarları için yapılacak detaylı temizlik sonrası ilgili uzmanlar tarafından konservasyon çalışması yapılmalı, taşıyıcı duvarlarda oluşan bünyesel boşlukların giderilmesi amacıyla özgün harca uygun karışımla enjeksiyonla dayanımları artırılmalıdır. Taşlar arasında bağlantı zayıflığını gidermek amacıyla, taşıyıcı elemanlardaki malzemeler arasında metal kenet veya dikiş uygulaması yapılmalıdır.
- Duvar, sütun ve ayaklardaki sıva ve boyalı kısımlar temizlenmelidir. Uzmanlarca yapılacak boya temizliğinden sonra, varsa yüzey kayıpları giderilmeli, alt ve üst sütun başlıklarına metal bilezik veya çember takılarak meydana gelebilecek aks kayma hasarları önlenmelidir.
- Minarelerde görülen kısmi ayrışma, harç kaybı ve derz boşalmalarının giderilmesi için iskele kurularak detaylı inceleme yapılmalı, uzmanlarca güçlendirme ve tamamlayıcı müdahaleler geliştirilmelidir. Minare şerefe kısmındaki malzeme kayıpları, aslına uygun malzeme ve teknikle tamamlanmalıdır. Minare merdiven basamaklarında

görülen aşınma hasarları için taş konservasyonu yapılmalı gerekirse kırık ve çatlak olanlar aslına uygun malzeme ve teknikle değiştirilmelidir.

- Kadınlar mahfilindeki döşemelerin uzmanlarca bakımı yapılarak ahşap dikme ve kirişleri güçlendirilmelidir. Bunun yanında yakın zamanlı niteliksiz boyalar temizlenerek koruyucu müdahalelerle bakımı yapılmalıdır.
- Oturmalara bağlı kubbede çatlak ve dış yüzeydeki ayrışmalar için gerektiğinde kubbe askıya alınıp, ilgili uzmanlarca uygun görüldüğünde çekme gerilmelerinin karşılanması ve kubbenin açılmasını önlemek amacıyla çelik çemberle güçlendirilmelidir. Kemer, tonoz ve kubbelerde varsa çatlak hasarlarının bulunduğu alanlarda uzmanların kararı doğrultusunda kısmi enjeksiyon ve çelik dikişlerle hasarlı alanlar güçlendirilmelidir.
- Camilerin son cemaat yerlerindeki kemer tempan yüzeylerindeki derz boşalmaları ile tuzlanmaya bağlı oluşan yüzey kaybı taş konservasyonu yapılarak giderilmelidir. Bu alanlardaki kemerler arasına gergi demirleri konumlandırılarak, kemerlerin ayrışma ve açılma hasarları önlenmelidir. Son cemaat yerlerindeki yağmur sularının tahliyesini sağlayacak çörtener, varsa yıpranmış üst örtü ile birlikte yeniden yapılmalıdır. Yağmur tahliyesini sağlayan çörtenerin yok ya da yetersiz olması nedeniyle kemerlerin tempan yüzeylerinde oluşan derz boşalması, kirlenme, yosunlaşma ve ayrışmalar temizlendikten sonra, ilgili uzmanlar tarafından gerekiyorsa enjeksiyonla güçlendirilmelidir.
- Tüm pencere ve kapılar ile minare kapı lentolarındaki çatlaklar ilgili uzmanlar tarafından konserve edilerek gerekli görülürse enjeksiyonla güçlendirilmelidir. Lentoların üzerinde bulunan hafifletme kemeri içine sonradan yapılmış dolgu malzemeleri temizlenmelidir. Duvar bağlantısı zayıflamış, yerinden oynamış lentolarda güçlendirme çalışması yapılmalıdır.
- Camilerde yıpranan tüm tesisatlar yenilenerek, yapı özgünlüğünü bozmayacak çözümler üretilmelidir. Özgün mimari ile uyumsuz ve görsel kirliliğe neden olan klima ve tesisatlar kaldırılmalıdır.
- Bazı camilerdeki betonarme döşeme ile değiştirilen son cemaat yerinin üst örtüsü hazırlanacak kapsamlı proje doğrultusunda yeniden yapılmalıdır.
- Camilerin iç ve dış cephe yüzeylerinde detaylı bir inceleme sonucu bazalt ve kalker taş örgü sıralarında, aşınmış malzemelerde ve yapı elemanı boyut ve biçimselliğinde bilim kurulunun görüşleri doğrultusunda sağlamlaştırma çalışmaları yapılmalıdır.



- Cami avlularında özgün olmayan şadırvan yapı özgünlüğünü tamamlayacak nitelikte yeniden yapılmalıdır.
- Kubbeli camilerde hasara uğrayan kurşun kaplamaları ilgili uzmanlar gözetiminde sökülerek yenilenmelidir.
- Cami cephelerindeki hasar görmüş taş malzemeye sabitlenen metal pencere korkulukları ile avluya girişte cami çevresindeki duvarlar üzerinde bulunan korkulukların bakımı yapılmalı, bütünselliğini kaybedenler yenilenmelidir.
- Cami avlularında ihtiyaç duyulan birimler yapıya uyumlu biçimde oluşturulmalıdır. Yapı özgünlüğüne uymayan nitelsiz yapılar kaldırılmalıdır. Camilerin gabarisini ve özgünlüğüne aykırı olmayan, aslına uygun malzeme ve teknikle abdest alma yerleri tuvalet ve imam odası yapılarak, yapı yerleşkesi oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak; Diyarbakır'da bulunan cami ve minarelerde meydana gelen taşıyıcı sistem sorunları ve bunlara bağlı oluşan hasarların yapısal sistem ve bütünlüğü bozmayacak ölçüde olduğu tespit edilmiştir. Uzmanlar denetiminde ve özgün mimariye uygun yapılacak güçlendirme uygulamalarıyla var olan sorunların ortadan kaldırılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca camilerin büyük bir bölümünün ibadete açık olması nedeniyle taşıyıcı sistemde güvenlik riski oluşturabilecek düzeye gelenlerin ivedilikle güçlendirilerek onarılması bu kültür varlıklarımızın sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Beysanoğlu, Ş., (1990). Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi 2 Cilt (Başlangıçtan Akkoyunlular'a Kadar), Diyarbakır Büyük Şehir Belediyesi Kültür yayını.
2. Işık, N. (2017). “Geleneksel Yığma Yapılarda Taşıyıcı Sistem Hasarları ve Nedenlerinin Tespiti ile Güçlendirme ve Tamamlayıcı Müdahale Önerileri; Diyarbakır; Suriçi Örneği” Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Diyarbakır.
3. Sözen, M., (1971). Diyarbakır'da Türk Mimarisi, Tanıtma ve Turizm Derneği Yayınları, İstanbul.
4. Tuncer, O.C. 2015. “Diyarbakır Camileri”. Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Kültür ve Sanat Yayınları, s.13. Ankara.
5. Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi (2019). Diyarbakır.
6. Venedik Tüzüğü (1964). Tarihi Anıtların ve Yerleşmenin Korunması Onarımı için Uluslararası Tüzük” II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi.





## TARİHİ DİYARBAKIR HANLARINDA TAŞIYICI SİSTEM SORUNLARININ GÖZLEMSEL TESPİTİ VE ÖNERİLER

**Öğr. Gör. Dr. Nursen Işık**

Dicle Üniversitesi

**Doç. Dr. Fatma Meral Halifeoğlu**

mhalife@gmail.com

### ÖZET

Tarihi Suriçi Bölgesinde yer alıp günümüze ulaşan dört han bulunmaktadır. Bu hanlar; Hasan Paşa Hanı, Hüsrev Paşa Hanı (Deliller), Çifte Han (Eski Borsa Hanı) ve Sülüklü (Kazancı) Han'dır. Bu hanların yapım tarihleri kaynaklarda<sup>1</sup> (1572-1575) 16 yy ve sonrası olarak belirtilmektedir. Cuinet<sup>2</sup>, Diyarbakır'da 19 adet han, Buckingham<sup>3</sup>, 15 han ve kervansarayın bulunduğu bilgisini vermektedir.

Diyarbakır Hanları, dört kanadı tonozlu ya da ahşap kirişli sütun ve ayaklarla desteklenmiş revaklı, bodrum, zemin ve birinci katı olan yapılardır. Günümüzde boyutları değişken olan hanlarda ana yapı malzemesi olarak bazalt, kalker, tuğla kullanılmıştır.

Hüsrev Paşa Hanı ile Hasan Paşa Hanı avlulu, dört kanadı revaklarla çevrilmiş plana sahip olup, bodrum, zemin ve birinci kattan oluşmaktadır. Revaklarının üzeri tonozlarla örtülü handa günümüze kadar bir çok defa restorasyon çalışması yapılmıştır.

Sülüklü (Kazancı) Han tek katlı olup, üstü ahşap kirişlerle geçilen revaklarla çevrili ve avluludur. Çifte Han (Eski Borsa Hanı), avlulu ve revaklarla geçilen plana sahip olmasına rağmen, önemli bir bölümü yıkılmış ve ağır hasarlıdır.

Günümüze ulaşan hanlarda zaman içinde yapısal sorunlara yol açan farklı düzeylerde taşıyıcı sistem hasarları meydana gelmiştir. Bu çalışmada, günümüze ulaşan Hüsrev Paşa Hanı (Deliller Hanı), Hasan Paşa, Sülüklü (Kazancı Han) ve ağır hasarlı durumdaki Çifte Han'ın (Eski Borsa Hanı) taşıyıcı sistem sorunları, yerinde yapılan gözlemsel incelemeler

<sup>1</sup> Korkusuz, M., 2003. Seyahatnamelerde Diyarbakır. Kent Yayınları. İstanbul

<sup>2</sup> Cuinet, V. 1891. "La Turquie d'Asie: Géographie Administrative Statistique Descriptive et Raisonnée de Chaque Province de L'Asie Mineure", Paris

<sup>3</sup> Buckingham, J. S., 1827. Travels in Mesopotamia, London.

doğrultusunda ele alınmıştır. Duvarlarda ayrışma, çözülmeye bağlı, kemer ve örgü elemanlarında, üst örtüde, döşemelerde derz boşalması, eksen kaymasına, nem, restorasyon hataları, kullanıcı kaynaklı, doğa koşulları ve bakımsızlık, yapı eleman kaybına bağlayıcı harcın özelliğini kaybetmesi/yok olması ile oluşan taşıyıcı sistem hasarları ana başlıklar altında incelenerek, bu hasarlarla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca bu hanların mevcut hasar düzeyleri ile ilgili hasar tabloları çıkarılarak, güçlendirme önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Diyarbakır, Suriçi Bölgesi, Gözlemsel Tespit, Taşıyıcı Sistem Hasarları, Tarihi Diyarbakır Hanları

### 1. Tarihi Diyarbakır Hanlarının Konumu ve Kısa Tarihi

Diyarbakır Suriçi Bölgesinde günümüze ulaşan dört han bulunmaktadır. Yapım tarihleri kaynaklarda<sup>4</sup> 16. Yüzyıl olarak belirtilen hanlar; Hasan Paşa Hanı, Hüsrev Paşa Hanı (Deliller), Çifte Han (Eski Borsa Hanı) ve Sülüklü (Kazancı) Han'dır.

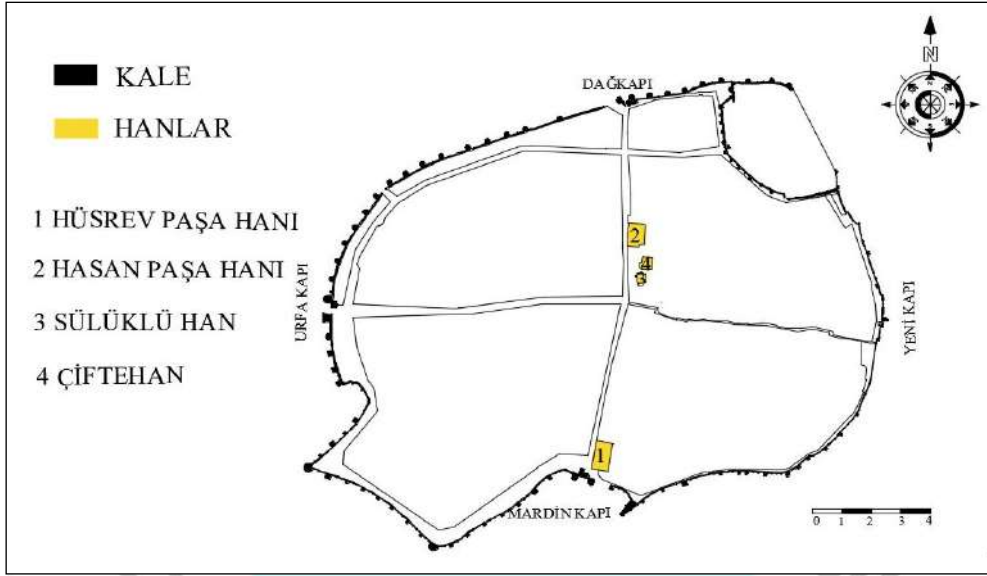
Avlu ve onu saran kanatlardan oluşan tarihi hanlar iki ya da üç katlı yapılardır. Bodrum ya da zemin katta bulunan ahırın dışında avluyu saran revak sırası, eyvan ve hemen arkasındaki kapalı mekan olarak yer alan odalardan oluşmaktadırlar (Şekil 1).

**Hüsrev Paşa Hanı;** Diyarbakır'ın Osmanlı Valisi Hüsrev Paşa tarafından 1527-1528 (h. 934) yılında yaptırılmıştır. Hüsrev Paşa Hanı ya da "Kervansaray"<sup>5</sup> olarak da bilinen yapıya Hicaz'a gidecek olan hacıları götürecek rehberlerin (delillerin) bu handa konaklamaları nedeniyle Deliller Hanı adını almıştır<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> Korkusuz, M., 2003. Seyahatnamelerde Diyarbakır. Kent Yayınları. İstanbul

<sup>5</sup> Akbulut, a.g.e., 1998, 58.

<sup>6</sup> Sözen, a.g.e.,1971, 193; a.y., Türk Mimarisinin Gelişimi ve Mimar Sinan, 1975, 121; Köprülü, İ. "Diyarbakır Deliller Hanı'nın Otel Olarak Düzenlenmesi", II. Vakıf Haftası, Ankara, 1987, 72; Ersoy, B., "Diyarbakır Deliller Hanı", Kültür ve Sanat, 28, Diyarbakır Özel Sayısı, Ankara, Aralık 1995,22; Yıldırım, M., "Diyarbakır Hasan Paşa Hanı Koruma ve Değerlendirilmesi", Y.T.Ü. (Fen. Bil. Enst. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) İstanbul, 1996, 34; Beysanoğlu, Anıtları ve Kitabeleriyle Diyarbakır Tarihi, II, Diyarbakır, 1998, 571; 2000'e Beş Kala Diyarbakır, 161; Altun, A., "Deliller Hanı", Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi, IX, İstanbul 1994, 140, Karaca, N. Seyahatnamelere Göre Diyarbakır'ın Osmanlı Dönemi Mimari Dokusu Üzerine Bir Değerlendirme, Y.Y.Ü. (Sos. Bil. Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2010) Van.s.95



Şekil 1. Diyarbakır Hanlarının Suriçi Bölgesindeki Konumu

**Hasan Paşa Hanı;** 1571 (h.978) yılında Diyarbakır Valiliğine atanan Hasan Paşa tarafından başlanmış, daha sonra Diyarbakır Valisi Özdemiroğlu Osman Paşa tarafından tamamlanmıştır<sup>7</sup>. Gazi caddesi üzerinde bulunan Hasan Paşa Han'ının Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılında restorasyonu yaptırılmıştır. Hanın Gazi caddesi üzerindeki zemin katında ticari amaçla kullanılan dükkanlar yer almaktadır.

**Çifte Han (Eski Borsa Hanı);** Yapım tarihi kesin olarak bilinmeyen hanın, 1840 tarihinde %40 hissesi Şeyhzade İbrahim Paşa'nın mülkü olup evladiyet üzere vakfetmiştir (Yılmazçelik, 1995)<sup>8</sup>. Gazi caddesi Çifte Han sokakta cumbalı girişi bulunan, hanın ağır hasarlı olması nedeniyle ana girişi kapatılmış olup, ortası avlulu bodrum, zemin ve birinci kattan oluşmaktadır. Özel Mülkiyet altındaki handa yakın dönemde restorasyon yapılamamıştır.

**Sülüklü (Kazancı) Han;** Gazi caddesi, Savaş mahallesinde yer alan han, bodrum ve zemin kattan oluşmakta ve ahşap kirişli revaklarla çevrili, ortada avlusu bulunmaktadır. Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılında restorasyonu yaptırılan bu yapı kafeterya olarak işletilmektedir.

## 2. Tarihi Diyarbakır Hanlarının Mimari ve Yapım Özellikleri

<sup>7</sup> Beysanoğlu, a.g.e., 2003, 618; 2000'e Beş Kala Diyarbakır, Diyarbakır, 1995, 66-67.

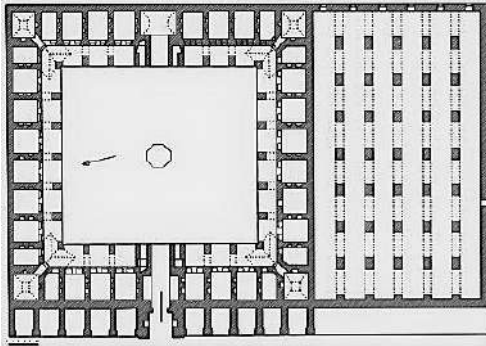
<sup>8</sup> Yılmazçelik, İ., (1995). XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Diyarbakır



Tarihi Suriçi Bölgesinde yer alan hanlar geleneksel yığma yapım tekniğiyle inşa edilmiş, bazalt ve kalker taşı yapım malzemesi ağırlıkta kullanılmış yapılardır. Revak tonozları ile iç mekan kubbe ve kemerleri tuğladandır. Ortasında avlusu bulunan ve avlu çevresinde revaklarla çevrili olan hanların mimari özellikleri ve günümüz kullanımları günümüzde farklılık göstermektedir.

**Hüsrev Paşa (Deliller) Hanı;** Gazi Caddesinin güneyinde Mardin Kapı yakınındadır. Dörtgen planlı, hana batı cephesindeki taç kapıdan girilmektedir. Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 1950 ve 1982 yıllarında restorasyonu yapılan bu han, turistik amaçla kullanımına açılması kararından<sup>9</sup> sonra otel olarak işletilmeye başlanmıştır. Bodrum, zemin ve birinci kattan oluşan ortasında havuzu olan avluya ulaşılmaktadır. Avlunun çevresi bazalttan yapılmış kare ayaklarla taşıtılan revaklarla çevrili olup, bu alanlarda han odaları bulunmaktadır. Gazi caddesi üzerindeki ana kapının sağ ve solundaki zemin katında ticari mekanlar sıralanmıştır. Giriş kapısının karşısında bulunan doğu cephesinde han odalarına çıkan merdivenler yer almaktadır. Yapıda yöresel malzeme olan bazalt taşı ile kalker taşı birlikte almaşık örgülü kullanılmıştır.

Hanın, kaynaklarda<sup>10</sup> ahır bölümü güney cephesinde olup, tek katlıdır. Ahır bölümünün ön kısmına dükkanlar sıralanmıştır. (Şekil 2,3 Tablo 1).



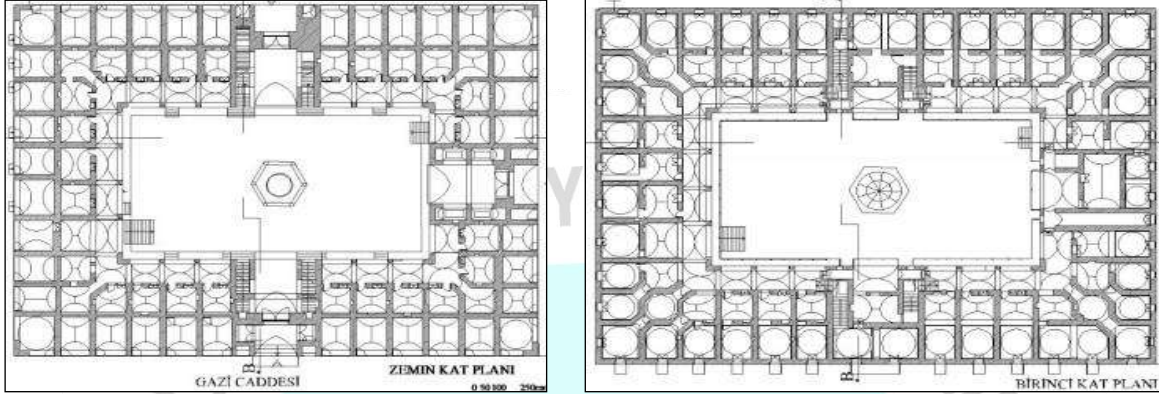
Şekil 2. Hüsrev Paşa Hanı Zemin Kat Planı (Karaca, N) Şekil 3. Hüsrev Paşa Hanı Giriş Cephesi 2018

**Hasan Paşa Hanı;** Gazi caddesi üzerinde bulunan han, avlulu, dört kanadı revaklarla çevrilmiş dörtgen planlı, bodrum, zemin ve birinci kattan oluşmaktadır. Revaklarının üzeri tuğla malzemedен yapılmış tonozlarla örtülü handa, günümüze kadar birçok defa restorasyon çalışması yapılmıştır. Tuğla tonozların yapı üzerindeki yükü hafifletmek amacıyla küpler

<sup>9</sup> Köprülü, İ. "Diyarbakır Deliller Hanı'nın Otel Olarak Düzenlenmesi", II. Vakıf Haftası, Ankara, 1987, 72.

<sup>10</sup> Altun, "Deliller Hanı", Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi, IX, İstanbul 1994, 141.

kullanılmıştır. Cephede yöresel taş olan bazalt ve kalker taşı almalı örgülü kullanılmıştır (Şekil 5, Şekil 6). Ana girişi batı cephesinden sağlanan güneyinde tarihi kuyumcular çarşısına açılan ve doğu yönünde olmak üzere iki girişi daha bulunmaktadır. Doğu cephesinde üst kata çıkan merdivenler bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Hasan Paşa Hanı Kat Planları (Yıldırım, M. 1996)



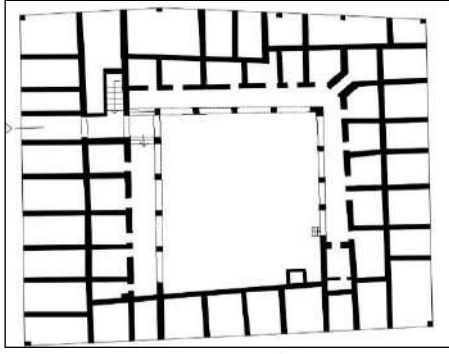
Şekil 5. Diyarbakır Hasan Paşa Hanı Batı Cephesi 2019



Şekil 6. Diyarbakır Hasan Paşa Hanı Avlu ve Revakları

**Sülüklü (Kazancı) Hanı;** Suriçi Bölgesi kuzeydoğu diliminde, Savaş Mahallesi ile Gazi caddesi Demirciler çarşısı içindedir. Eski yoğurt pazarına açılan bir girişi daha bulunmaktadır. Han tek katlı olup, bazalt taşından yapılmış ayaklarla taşıtılan revaklarla çevrilidir. Avlu çevresinde konumlanmış revakların üstü ahşap kirişlerle geçilmiştir. 2010 yılında restorasyonu tamamlanan han günümüzde kafeterya olarak kullanılmaktadır.

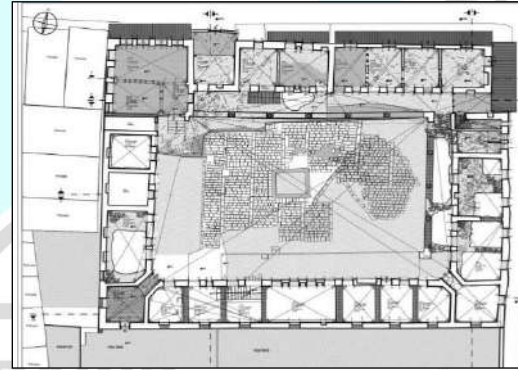
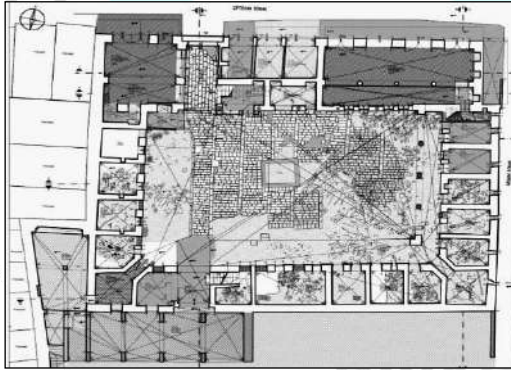




Şekil 7. Sülüklü (Kazancı) Hanı Planı

Şekil 8. Sülüklü (Kazancı) Hanı Kuzeydoğu Cephesi

**Çifte Han (Eski Borsa Hanı);** Suriçi Bölgesi'nin kuzey doğusunda yer almaktadır. Yapının, Çifte Han Sokak'taki kuzey kanadında ana girişi ahşap çatıklı cumbanın altından ve Yoğurt Pazarı içinde bulunan Çifte Han Pasajı olarak adlandırılan, betonarme bir yapının içinden olmak üzere iki girişi bulunmaktadır. Çifte Han sokağı ile Arman sokağın kesişiminde bulunan yapının, giriş kapısı üzerindeki ahşap cumbanın duvarlarının büyük bölümünün hasarlı ve yıkık olması nedeniyle ana girişi tehlike oluşturduğu için kapatılmıştır. Günümüzde yapıya giriş, Çifte Han Pasajından sağlanmaktadır. Avlu çevresinde dört kanadı revaklı sistemle inşa edilmiş yapının sadece kuzey cephesindeki revakları üst katı ağır hasarlı olarak günümüze ulaşmıştır (Şekil 9, Şekil 10).











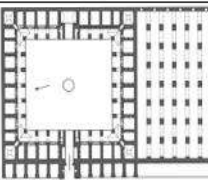



Şekil 9. Diyarbakır Çifte Han (Eski Borsa Hanı) Planları (Ağırman. E.2015)



Şekil 10. Diyarbakır Çifte Han (Eski Borsa Hanı) 201

**Tablo 1.** Diyarbakır Hanlarının Konumu ve Mimari Özellikleri

	SUR İÇİNDEKİ YERİ VE KONUMU	ADI	DÖNEMİ	PLANI	CEPHESİ
1	 KUZEYDOĞU:KD	HASANPAŞA HANI	16yy <sup>1</sup> 1582		
2	 GÜNEYDOĞU:GD	ÇİFTE HAN (ESKİ BORSA HANI)	16yy		
3	 GÜNEYDOĞU:GD	SÜLÜKLÜ HAN (KAZANCILAR HANI)	17 yy		
4	 GÜNEYDOĞU:GD	HÜSREV PAŞA HANI (DELİLLER HANI)	16yy (1527-1528)		

### 3. Tarihi Diyarbakır Hanlarında Gözlemsel Olarak Tespit Edilen Taşıyıcı Sistem Sorunları

Diyarbakır Suriçi Bölgesinde günümüze ulaşan Hüsrev Paşa (Deliller) Hanı, Hasan Paşa, Sülüklü (Kazancı) Han ve Çifte Han'ın (Eski Borsa Hanı) taşıyıcı sistem sorunları, yapılan alan çalışmasında gözlemsel tespitlerle belirlenmiş, hasar kimlikleri ve mevcut durumları fotoğraflarla belgelenmiştir. En çok öne çıkan hasarlar sınıflandırılarak başlıklar altında toplanmıştır.

#### 3.1. Duvarlarda Ayrışma, Çözülme ve Malzeme Kaybına Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hüsrev Paşa ve Sülüklü Hanında, ayrışma, çözülme ve malzeme kayıpları gibi hasarlar tespit edilememiştir.

Hasan Paşa'da hatalı restorasyon, yoğun ticari işlev ve sirkülasyon duvar, döşeme, sütun, sütun başlığı ile basamaklarda aşınma ve malzeme kaybına neden olmuştur (Şekil 11).

Çifte Han taşıyıcı sistem ve yapısal durum açısından ağır hasarlıdır. Mülkiyet problemleri nedeniyle, restorasyonu yapılamayan bu han, zaman içerisinde daha çok yıpranmıştır. Kuzey



cephesinde bağdadi yapım sistemli cumba ve çıkmanın tüm dış duvarı çökmüş, bu kısım demir çubuklarla desteklenmiştir (Şekil 12).



Şekil 11. Hasan Paşa Hanı Batı Cephesinde Ayrışma, Çözülme Hasarı 2019



Şekil 12. Çifte Han Doğu Duvarında Oluşan Ayrışma, Çözülme Hasarı 2019

### 3.2. Üst Örtü, Kemer ve Örgü Elemanlarında Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hasan Paşa Hanı'nın tuğla malzemeyle yapılmış tonozlarla geçilmiştir. Tonozların üstü kalın beton sıva tabakaları ile kapatılmış olması ile özgün örtüdeki hasarlar anlaşılammakta ve bu şekliyle yapı gereksiz yük baskısına maruz kalmaktadır. Ayrıca mekanlarda ısıtma-soğutma konforunu sağlamak amacıyla yerleştirilen klima motorlarının dama yerleştirilmesi ile yaratılan titreşim ve akıtılan suların beton çatlaklarından sızarak özgün kubbelere ulaşması, üst örtü hasarlarının artmasına neden olmuştur. Hanın batı kanadının birinci katında bölümler arası geçişteki lentolarda çatlaklar ile gezemek altlarındaki silmelerde eksilmeler olduğu ve bazı silmelerde de çatlakların bulunduğu tespit edilmiştir. Hanın Kuyumcular çarşısına açılan doğu kapısındaki kemer akslarında kayma ve kopmalar ile revak tonozlarında nem hasarları bulunmaktadır (Şekil 13, Şekil 14).



Şekil 13. Hasan Paşa Hanı Üst Örtü ve Kubbelerindeki Kılcal Çatlak Hasarı



Şekil 14. Hasan Paşa Hanı Revak Kemerlerindeki Ayrışma Hasarı 2019

Çifte Han'da üst örtünün olmaması nedeniyle tüm taşıyıcı elemanlar doğa koşullarına karşı savunmasız kaldığından duvar, döşeme ve kemerlerde hasar düzeyleri artmıştır. Doğu duvarının avluya bakan revaklarının yıkılması ile iç duvar ve döşemelerde bağlantı ve dengeli

yük dağılımı tümüyle yok olmuştur. Arman Sokağa açılan doğu duvarındaki pencerelerin ahşap hatılları bağlayıcılığını ve taşıyıcılığını kaybetmiş, duvarın bu açıklıklarda mesnetsiz kalmasına neden olmuştur. Üst örtüsü olmayan, açık ortamdaki yıkılan revakların ahşap kirişleri mesnetsiz kalarak kırılmış ve bir kısmı asılı kalmıştır. Artan hasarın tehlike oluşturacak düzeye ulaşması nedeniyle kuzeydeki dükkanlar boşaltılmıştır. Yapının strüktürel çatlaklar, duvarların bel vermesi, harç kaybı, derzlerin boşalması gibi mevcut hasarlar ile zamana karşı direndiği, ancak bu hasarların geçen zaman aralığında giderek arttığı gözlemlenmiştir.

Sülüklü Han'da restorasyon sonrası yenilenen kemer ve örgü elemanlarında herhangi bir taşıyıcı sistem hasarı gözlemlenmemiştir. Hanın üst örtüsünün betonarme döşeme ile değiştirilmesi ile yapının özgünlüğü bozmuş, ahşap kirişlemeler üzerinde aşırı yükleme nedeniyle döşemede sehimler oluşmuştur. Hanın dama çıkışı için, döşemenin birden fazla yerden açılması, ahşap çatı detaylarının doğru düzenlenmemesi, sobayla ısıtma, ahşap kirişlerin sürekliliğini bozmuştur (Şekil 15, Şekil 16).



Şekil 15. Çifte Han'da Üst Örtüye Bağlı Oluşan Hasarlar 2019



Şekil 16. Sülüklü Han'da Üst Örtüye Bağlı Oluşan Hasarlar 2019

Hüsrev Paşa (Deliller) Han'ında üst örtüden kaynaklı özel bir taşıyıcı sistem hasarı tespit edilememiştir.

### 3.3.Eksen Kaymasına Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Çifte Han'da yapısal stabilitenin bozulması ile yer yer yıkım ve çökmeler bulunmaktadır. Aks kayması ve bunun getirdiği kopma ve ayrışmalar genelde tüm duvarlarda mevcuttur. Aks kaymalarının, kemer ve yatay taşıyıcı elemanların tümünde ağır hasarlı olarak devam ettiği ve bu durumun bütünsel olarak tüm taşıyıcı sistemde etkili olduğu görülmektedir. Doğu cephe duvarında üst örtünün yıkılmasına bağlı iç alanlarda sütun, ahşap giriş gibi taşıyıcı elemanlarda düzensizlik ve dayanım kaybı meydana gelmiştir. Doğa koşulları ve muhtemel yeraltı sularının etkisiyle duvar harç ve derzlerinde önemli ayrışmalar meydana gelerek



mevcut duvar mukavemetini kaybetmiş ve sokağa doğru 30.48 cm kadar kaymıştır. Doğu duvarında şişme, parça kopması, derz boşalması ile harç kaybı hasarlarının olduğu görülmüştür. Arman Sokak'ta yaya sirkülasyonunun devam ettiği, aks kayması bulunan duvarda yıkılma tehlikesi bulunmaktadır. Yıkılan revaklar yapıda hasarların artmasına ve duvarlarda aks kaymasına neden olmuştur. Kemer akslarındaki kaymalar, yapıda risk oluşturacak düzeye ulaşmıştır. Kuzey cephesinin avlu cephesinde revaklar kapatılmış, üst döşeme ve kemer ve duvarlarda aks kayması, kopma ve ayrışma hasarlarına bağlı oluşan yıkılma ve çökmeler sürmektedir (Şekil 17, Şekil 18).



Şekil 18. Çifte Han Doğu Duvarındaki Eksen Kayma Hasarı



Şekil 19. Çifte Han Kuzey Duvarındaki Yıkılan Üst Örtüsü

Hasan Paşa Hanı zemin kat revaklardaki sütunlar ile avluda yer alan şadırvan sütunlarının alt kısmında parça kopması, erime ve neme bağlı sütun üst başlıklarında çatlaklar oluşmuştur. Sütun altlarında gergi bileziklerinin olmaması nedeniyle eksen kaymaları mevcuttur (Şekil 20, Şekil 21).



Şekil 20. Hasan Paşa Hanı Şadırvanı Sütun Altında

Eksen Kayması ve Malzeme Kaybı

2019 Hüsrev Paşa ve Sülüklü Han'da yapılan gözlemsel tespitler sonrası, taşıyıcı sistemi etkileyecek düzeyde hasar oluşmadığı belirlenmiştir.



Şekil 21. Hasan Paşa Hanı Batı Revakındaki

Sütun Başında Parça Kopması, Erime Hasarı

### 3.4. Neme Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hüsrev Paşa Hanında çörttenlerin doğru konumlanmaması sebebiyle yağmur sularının cepheyi yalayarak geçmesi ile kireçlenme- tuzlanma hasarları meydana gelmiştir. Bu durum, dış cephede derzlerin boşalmasına neden olmuştur.

Sülüklü Han'da su tahliyesi ile yalıtımının yanlış çözümlenmesi ve üst örtünün beton ile kaplanması nedeniyle ahşap kirişlemelerde sehim ve tuzlanma oluşmuştur. Bodrum katta yer alan tonoz örtünün çimento esaslı sıvayla kaplanması ve nem yalıtımının iyi yapılmaması nedeniyle yer yer hasarlar meydana gelmiştir

Çifte Han üst örtüsü yıkılmış, dış ortam koşullarına açık bir durumdadır. Duvarlarının büyük bölümünde neme bağlı bitki oluşumları bulunmakta, ahşap kirişler çürüyerek kırılmıştır. Yağmur vb. sular karşısında derzlerin ve bağlayıcı harcın hızla aşınması, duvar, kemer ve diğer taşıyıcı yapı elemanlarının zayıflamasına neden olmaktadır.

Hasan Paşa Hanı'nda zemin ve birinci kattaki revakların üstündeki tonozlarda, tesisat ve dış ortam etkisiyle nem hasarlarının oluştuğu, sıvalı olan tonozlarda sıvaların neme bağlı olarak döküldüğü görülmüştür (Şekil 22).



Hüsrev Paşa



Sülüklü Han



Hasan Paşa



Çifte Han

Şekil 22. Hanlarda Neme Bağlı Oluşan Hasarlar 2019

### 3.5.Restorasyona Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hüsrev Paşa ve Hasan Paşa Hanında, zemin ve birinci kattaki tüm revakların tonozları çimento esaslı sıva ile kaplanmıştır. Bu nedenle bu bölümlerde malzemeden kaynaklanan yapısal sorunlar tespit edilememiştir. Ancak bu sıvama, malzeme seçimi ve tuğla tonozların



nefes almasını engelleyen hatalı bir uygulama olmuştur. Aynı malzeme tüm oda ve revak taş örgü yüzeylerinde itinasız yapılan derz çalışması ve kubbe üstü kaplamayla da yapısal ve görsel sorunlara neden olmuştur.

Hüsrev Paşa, Hasan Paşa ve Sülüklü Hande genel olarak özgün mimariye aykırı malzeme kullanımı, özensiz işçilik ve teknik, aşırı kullanıma bağlı yüklemeye (işlev ,klma motoru ve tesisatlar) gibi sorunlar tespit edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 23. Sülüklü Han'da Hatalı Restorasyonla Değiştirilen Üst Örtü Hasarı



Şekil 24. Hasan Paşa Hanı'ndan Hatalı Restorasyonla Değiştirilen Üst Örtü Hasarı

### 3.6. Doğa Koşulları, Bakımsızlık ve Kullanıcıya Bağlı Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hüsrev Paşa Hanı'nda otel olarak işleve bağlı tesisatla ilgili küçük müdahaleler dışında herhangi bir hasar görülmemiştir.

Hasan Paşa Hanının, Gazi Caddesi üzerindeki batı cephesindeki balkon döşemeleri beton malzeme kullanılarak yenilenmiş ve altlarına metal çerçeve geçirilmiştir. Metal çerçevelerin korozyona uğraması, duvar ve döşemelerde birleşim noktalarında bozulmalara yol açmıştır. Balkon döşemelerine klima motorları ve malzemelerin bırakılması ile sehim ve aşınmalar oluşmuştur. Üst örtüdeki su depoları ile klima motorları, aşırı yüklemeye ve nem hasarlarına neden olmuştur (Şekil 25).

Sülüklü Han'da, ısınma amacıyla kurulan soba borularının revakların üstündeki ahşap kirişlerin içinden açılan boşluktan çıkarılarak kullanılması döşeme taşıyıcı sisteminde sürekliliği bozmuş, ısı etkisiyle ahşapların lif yapısını bozmuştur (Şekil 26).



Şekil 25. Hasan Paşa Kullanıcıya Bağlı Oluşan Çatlak Hasarı



Şekil 26. Sülüklü Han'da Aşırı Yüke Bağlı Oluşan Sehimsizlik Hasarı

Çifte Handa niteliksiz eklentiler ve aykırı müdahaleler ana yapı sistemini bozulmasını hızlandırmıştır. Kuzey revaktaki dolguların yapıya getirdiği yükün artırması, hasarların sürekliliğine neden olmuştur. Kuzeybatı cephesindeki cumbanın büyük bölümünün yıkılmasıyla, ahşap kirişlerde strüktürel hasarlar oluşturmuştur (Şekil 27, Şekil 28).



Şekil 27. Çifte Han Kuzey Cephesinde Doğa Koşulları ve Bakımsızlığa Bağlı Oluşan Hasar



Şekil 28. Çifte Han Güney Cephesinde Doğa Koşulları ve Bakımsızlığa Bağlı Oluşan Hasar

### 3.7.Yapı Elemanı Kaybı ve Yapı İçinde Yer Alan Bağlayıcı Harcın Özelliğini Kaybetmesi/ Yok Olması ile Oluşan Taşıyıcı Sistem Hasarları

Hüsrev Paşa, Hasan Paşa taşıyıcı elemanlarında bağlayıcı harç kayıplarının taşıyıcı sistemi etkileyecek düzeyde olmadığı görülmüştür.

Sülüklü Han'da, yapı eleman kaybı üst örtüde bulunmaktadır. Ahşap kirişli özgün toprak dam yerine, betonarme döşeme yapılarak üst örtü değiştirilmiştir. Betonarme döşemenin etkisiyle ahşap kirişlerde düzensiz ve aşırı yükleme nedeniyle sehimler oluşmuş, ve ahşap kirişlemelerin kısmi bozulmasına neden olmuştur (Şekil 29).





Şekil 29. Sülüklü Han'da Toprak Dam Kaybı Sonrası Betonarme Döşeme Yapılmasına Bağlı Sehim Hasarı

Çifte Han'ın kuzey cephesinde ana giriş kapısı üstünde yer alan cumbanın, duvar ve döşemesi yıkılarak yapı eleman kaybına yol açmıştır. Kuzey, doğu ve batı cephesinin üst örtüsü yıkılmış, ara döşemelerde kısmi kayıplar olduğu görülmüştür. Ayrıca hanın kuzey bölümü dışında tüm revakları yıkılarak yok olmuştur. nde yapı eleman üst ve ara döşemesi, bir çok duvar, döşeme, revaklar ile kemer ve sütunların önemli bir bölümü yıkılarak yapısal kayıplar oluşmuştur (Şekil 30).



Şekil 30. Çifte Han'da Toprak Dam Kaybı ile Batı Girişindeki Ahşap Çatkılı Duvar Kaybına Bağlı

Oluşan Hasarlar 2019

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019





incelenerek tablolarla açıklanmaya çalışılmıştır. Hanlarda gözlemsel olarak tespit edilen hasarlar;

**Hüsrev Paşa Hanının** restorasyon sonrası otel olarak kullanımı nedeniyle tesisat kaynaklı sorunlar ve neme bağlı bozulmalar ön plandadır. **Hasan Paşa Han'ında** yoğun ve ağır bir ticari işlev ile hatalı malzeme seçimi, özgün mimariye aykırı müdahaleler sonucu oluşan hasarlar, yapıda taşıyıcı sisteme de zarar vermiştir. **Sülüklü Han'da** yanlış malzeme seçimi ve teknik kullanımı ile hatalı restorasyon uygulamaları, yapısal sorunlara yönelik tedbirlerin alınmaması sonucu bir takım taşıyıcı sistem sorunları ve bozulmalar oluşmuştur. **Çifte Han** ise, taşıyıcı sistem ve mevcut durum açısından en ağır hasarlı olanıdır. Mülkiyet problemleri nedeniyle, restorasyonu yapılamayan handa hasarlar zaman içinde artmıştır. Yapı için doğru müdahalelerin ertelenmesi ile yapısal sistemi ve ağır taşıyıcı sistem hasarları meydana gelmiştir.

Bu çalışmada yapılan gözlemsel tespitler sonucunda, Hüsrev Paşa, Sülüklü Han ve kısmen Hasan Paşa hanındaki hasarların taşıyıcı sistemi kırılma boyutuna boyuta ulaşmadığı görülmektedir. Ancak bir kısmı özel mülkiyete ait olan Çifte Han'da bugüne kadar herhangi bir restorasyon çalışması yapılmamış, yapı bakımsız ve ağır hasarlıdır. Bu nedenle Çifte Han'da ivedilikle ilgili kurum ve uzmanlar tarafından restorasyon ve güçlendirme çalışmaları başlatılmalıdır. Yapının doğu duvarında tehlikeli boyutlara ulaşan aks kayması mevcut olup, bu duvarın bulunduğu ve aktif olarak kullanılan sokak yaya girişine kapatılmalıdır.

Bunun yanında dört harihi hanın yatay ve düşey taşıyıcı sisteminde yapılacak güçlendirme uygulamalarında;

- İlgili kurumların denetiminde hazırlanacak rölöve, restitüsyon ve restorasyon projesi ile birlikte, statik projesi, hasar analizleri hazırlanmalı, uzmanlar denetiminde aşamalı biçimde müdahale ve güçlendirme kararları alınmalıdır.
- Duvar, sütun, payanda, lento, hatıl, kubbe, kemer ve tonozlarda oluşan çatlak, yüzey, malzeme kaybı v.b gibi hasarlarda uzmanlarca yapılacak inceleme ile kısmi müdahalelerde bulunulmalı, taş konservasyonu ile kayıplar giderilmelidir.
- İlgili uzmanlar tarafından aslına uygun teknik ve malzemelerle hazırlanan enjeksiyon harçlarıyla gerekli bölgelerde bünyesel boşluklar giderilerek yapıların dayanımı arttırılmalıdır.
- Güçlendirme önerilerine katkı sağlayacak, tamamlayıcı restorasyon müdahale önerileri her yapı özelinde değerlendirilmelidir.

- Yıkılan bölümlerin hafriyatları ile niteliksiz boya, is, kir ve sıva kaplamalarının kaldırılması uygun temizleme çalışma ve tekniği ile yapılarak yapısal sorunlar izlenmelidir.
- Yapının özgünlüğünü ve işlevini bozmayacak form ve üslupta yapılacak çağdaş eklerin geri dönülebilir malzeme ve teknikle yapı gabarisini aşmayacak şekilde yapılması sağlanmalıdır.

Tarihi Diyarbakır Hanları, surlarla çevrili geleneksel kent alanında yer alan önemli anıtsal yapılarımızdandır. Yapılan bilinçsiz müdahaleler, yoğun ve aşırı yükler nedeniyle özgün yapıları kısmen zarar görsede mimari doku, malzeme ve plan özelliklerini korumaktadırlar. pının, şahısların mülkiyetinde olması herhangi bir vakıf veya kamu kurumunun mülkiyetinde olmaması yapının esaslı onarımının aksatılmasına neden olmaktadır.

Kamuya açık ve sürekli hizmet veren bu anıtsal yapıların koruma ve bakım çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi, ilgili kamu kuruluşlarının deneyimli teknik elemanları tarafından projelendirilmesi ve doğru müdahale kararlarının alınması ile mümkün olabilecektir. Bir kısmı şahıs mülkiyetinde olan Çifte Hanın tamamen yok olmadan kamulaştırılması koruma açısından daha yararlı olabilecektir. Yapının özgün niteliğinin sürdürülebilmesi, bir kültür varlığı olarak uzun süreçli hizmet verebilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılmasının- kamulaştırma mümkün oluncaya kadar - Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından koruma altına alınarak, yapılacak müdahalelerde etkin olmasıyla mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bu yapı ile birlikte diğer hanların işlevsel ve mimari açıdan sürekliliğinin sağlanması kültürel mirasımız ve tarihimiz açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, Diyarbakır Hanlarında, özellikle taşıyıcı sistemlerindeki var olan hasarların ivedilikle giderilmesi ve periyodik bakım ve onarımlarının yapılması ile bu hanların geleceğe güvenle devredilmesi mimari mirasın sürekliliği açısından çok değerlidir.

## 5. KAYNAKLAR

1. Altun, A., (1994) "Deliller Hanı" Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi, IX, İstanbul, 140-141
2. Akbulut, İlhan, (1998), Diyarbakır, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Yayını, No:8, Cansan Basımevi, İstanbul., 58.
3. Berchem, Strzygowski 1910 "Amida Materiaux Pour Lepigraphie Et L'Histoire Musulmanes du Diyar-Bekr" Heidelberg. Paris.

4. Beysanoğlu, Ş. (1996), Diyarbakır Tarihi, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Yayını, Ankara.
5. Beysanoğlu, Ş. (1998), “Anıtları ve Kitabeleriyle Diyarbakır Tarihi”, II, Diyarbakır, 571.
6. Buckingham, J. S.,(1827). Travels in Mesopotamia, London
7. Cuinet, V. (1891). “La Turquie d'Asia: Geographie Administrative Statistique Descriptive et Raisonnee de Chaque Province de L'Asie Mineure”, Paris
8. Eti, U,(1938),“Diyarbakırlı Melek Ahmet Paşa ve Eserleri”, Karacadağ, S.I-2, Diyarbakır, s.10
9. Ersoy, B., “Diyarbakır Deliller Hanı”, Kültür ve Sanat, 28, Diyarbakır Özel Sayısı, Ankara,
10. Günkut, Bedri, (1995), Diyarbakır Tarihi, Diyarbakır Halkevi Yayını, Diyarbakır. S.22.
11. Işık, N. 2017. “Geleneksel Yığma Yapılarda Taşıyıcı Sistem Hasarları ve Nedenlerinin Tespiti ile Güçlendirme ve Tamamlayıcı Müdahale Önerileri; Diyarbakır; Suriçi Örneği” Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Diyarbakır.
12. Karaca, N., (2010) “Seyahatnamelere Göre Diyarbakır’ın Osmanlı Dönemi Mimari Dokusu Üzerine Bir Değerlendirme”, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi. Van. s.95
13. Korkusuz, M., (2003). “Seyahatnamelerde Diyarbakır”. Kent Yayınları. İstanbul
14. Köprülü, İ. “Diyarbakır Deliller Hanı’nın Otel Olarak Düzenlenmesi”, II. Vakıf Haftası, Ankara, 1987, 72.
15. Pınar, İlhan, (1999), “Gezginlerin Gözüyle Diyarbakır (1701-1924)”, Diyarbakır: Müze Şehir, Yapı Kredi Yayınları, No:1271, İstanbul
16. Sözen, Metin, (1971), “Diyarbakır’da Türk Mimarisi”, Diyarbakır’ı Tanıtma ve Turizm Derneği Yayını, İstanbul.
17. Venedik Tüzüğü (1964). “Tarihi Anıtların ve Yerleşmenin Korunması Onarımı İçin Uluslararası Tüzük” II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi.
18. Yavuz, A. T., (2011). “Osmanlı Döneminde Diyarbakır Hanları”. Medeniyetler Mirası Diyarbakır Mimarisi s. 256. Diyarbakır.
19. Yıldırım, M., (1996) “Diyarbakır Hasan Paşa Hanı Koruma ve Değerlendirilmesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 34.
20. Yılmazçelik, İ., (1995). XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Diyarbakır.

**BİTLİS'TE II. ABDULHAMİT DÖNEMİ YAPISI: "BİTLİS ŞARBAYLIĞI"****Dr.Öğrt.Üyesi Gülin Payaşlı Oğuz**

Dicle Üniversitesi, Diyarbakır

**ÖZET**

19.yy'da Tanzimat'ın ilanı ve 1864/1867 Vilayet Nizamnameleriyle ülke yönetimi yeni baştan düzenlenirken Osmanlı kentlerinde de yeni düzenlemeler yapılmıştır. Getirilen bu yeni yönetim anlayışı çerçevesinde merkezi yönetim, halka hizmetlerini ulaştırmak için şehirler ve kasabalarda; hükümet konağı, belediye, adliye, karakol, postahane, kütüphane gibi yapılar inşa eder. Dönemin eklektik anlayışı ile inşa edilen bu yapılar tüm ülkeye yayılır.

Sultan II. Abdülhamit'in 1876 yılında tahta çıkmasıyla başlayan ve 1909 yılında tahttan indirilmesiyle son bulan 33 yıllık dönem ise pek çok siyasi, ekonomik ve toplumsal gelişmelerin beraberinde merkeziyetçi anlayışla yapılan birçok kamu binasının yapılmasına tanıklık etmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bitlis ilimizde de bu dönem eserlerini görmek mümkündür. Bu çalışma ile Bitlis Şarbaylığı yapısının plan, cephe ve mimari özelliklerinin değerlendirilerek günümüz durumu hakkında detaylı bilgilerin verilmesiyle bu yapının belgelenmesi amaçlanmaktadır.

**Giriş**

1864 yılında çıkarılan Vilayet Nizamnamesi ile taşra kentlerinde modern anlamdaki belediye teşkilatlanması başlamıştır. Osmanlı Devleti'nde inşa ve imar faaliyetlerinin yürütülmesi konusunda önemli bir kurum da belediyelerdir. Belediye, kentin kendini yönetmesidir. Osmanlı Devleti'nde modern anlamdaki belediye teşkilatı kurulmadan önce bazı hizmetler vakıflar tarafından yürütülüyordu. Tanzimat öncesinde kadıların, belediye, yargı ve idare noktasında yetkileri vardır. Kadılar sadece bulunduğu kentin değil aynı zamanda bu kente bağlı kaza ve köylerinde yönetiminden sorumludur(Ortaylı, 1996).

Tanzimat'la birlikte, ihtiyaç duyulan yeni yapı türlerinin karşılanması için yoğunlaşan imar faaliyetlerinin, XIX. yüzyılın sonunda, özellikle II. Abdülhamit Dönemi'nde taşrada arttığı bilinmektedir(Yazıcı, 1998). II. Abdülhamit Dönemi (1876-1909), XIX. yüzyıl Osmanlı toplumu için modernleşme ve doğal olarak da bir değişim sürecidir. II. Abdülhamit'in tahta



çıkışının 25.yıldönümü sebebiyle Anadolu'nun pek çok yerinde ilbaylık, şarbaylık<sup>1</sup> gibi pek çok kamu binası inşa edilmiştir.

Bitlis'te ise bu döneme ait yapılar arasında, Bitlis Şeyh Muhammed Efendi Türbesi, Hoca Hasan Türbe ve Zaviyesi (1882) ve Küfrevi Türbesi ve Zaviyesi (1898) gösterilmektedir (Duymaz,2003:119). Bitlis halkı tarafından "Eski Belediye Binası" olarak bilinen Şarbaylık Binası da yapım yılı itibariyle (1898-9) II.Abdülhamit dönemi eseri olarak kabul edilmelidir(şekil 1).



Şekil 1. Bitlis Küfrevi Türbesi(1898)

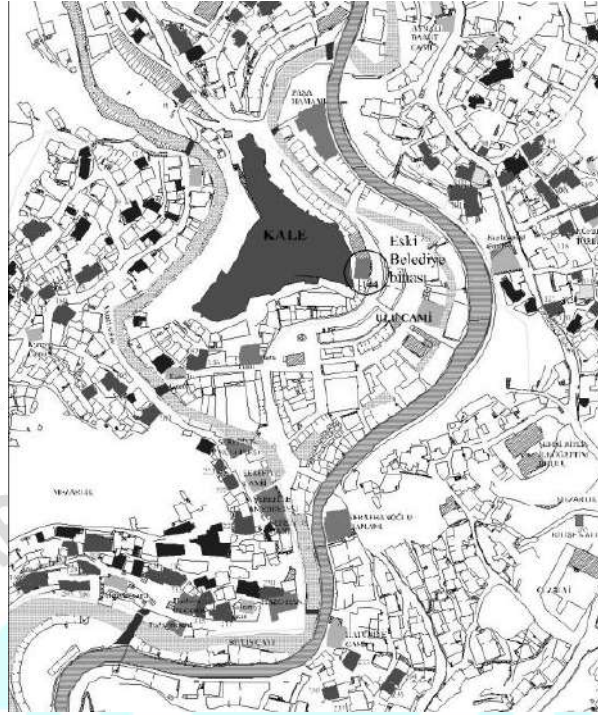
Bitlis Şarbaylığı (1898, resim kaynağı:TEKDAL, 2018; 90)

### Mimari Tanımlama

İl merkezinde Bitlis Kalesi'nin doğu yönündeki eteğinde konumlanan Bitlis Şarbaylık binası, 1989 yılında DKTVKK 01.12.1989 Tarih ve 317 sayılı kararı ile tescillenmiştir. Cumhuriyet döneminde Bitlis Belediyesi ve alt birimleri tarafından kullanılan yapı halen Bitlis Belediye'sinin mülkiyetinde bulunmaktadır. 2013-2015 yılları arasında restorasyonu yapılarak Sanat Merkezi olarak kullanılmaya başlanmıştır. (şekil 2).

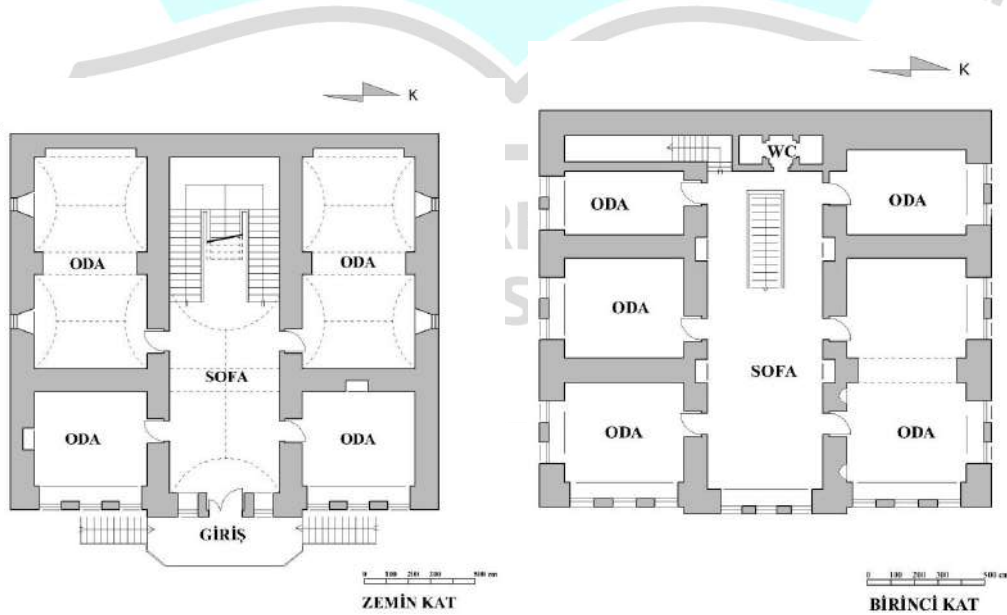
DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

<sup>1</sup> Dil devriminin ilk yıllarına kadar valiye "ilbay" valilik binasına "ilbaylık"; belediye başkanına "Şarbay", belediye binasına ise "Şarbaylık" denirdi.



Şekil 2. Haritada yapının yeri

Bitlis küfeki taşıyla yığma yapım sistemiyle yapılan iki katlı düz damlı yapı, kareye yakın bir formda ve iç sofalı (karniyarık tipi) bir plana sahiptir (şekil 3). Merkezdeki sofanın öne çıkarılmasıyla belirginleştirilen kısımdan yapıya giriş sağlanır. Yol kotundan yükseltilen yapıya girişi sağlayan merdivenler giriş sahanlığının iki yanında yer alır. Giriş sahanlığı sokağa doğru bir genişleme yaparak bir platform oluşturulmuştur. Bu platformun yöneticiler tarafından halka hitap etmek için kullanıldığı eski fotoğraflardan anlaşılmaktadır. Bu platformun altındaki niş içerisinde, halkın kullanımında olan bir çeşme bulunmaktadır (şekil 4).



Şekil 3. Bitlis Şarbaylık Binası plan krokisi (Payaslı Oğuz, 2006)



Şekil 4. Giriş platformu ( 1939<sup>2</sup>)

Giriş platformunun altındaki çeşme (2017)

Mimarını bilinmeyen yapının giriş kapısının üstünde bir kitabe bulunmaktadır(şekil 4). Bu kitabede şöyle yazmaktadır;

- (1) Hazreti sultan Hamid-i Han terakki perverin
- (2) Feyz-i lütfu ihya eyledi bu mülk-ü devleti
- (3) Saye-i şahanede ikmal edildi bu bina
- (4) Verdi ziynet beldeye tarz-ı cedid-ü heybeti
- (5) Burca fethi çıktı bir mısradı tarih-i tam
- (6) Oldu inşaya sebep Vali Ömer Bey himmeti
- (7) Rebiülevvel
- (8) Sene 1315 hicri (1898 miladi)<sup>3</sup>.



Şekil 4. Giriş kapısı üzerindeki kitabe (2006)

Kalenin yamacına bitişik konumlanan yapının zemin katındaki mekanlar iç sofanın sağında ve solunda yer alırken girişin tam karşısındaki bölümde yani iç sofanın bir ucundaki üç kollu merdiven ile üst kata çıkış sağlanır(şekil 5). Zemin katta toplam 4 oda bulunmaktadır. Girişin

<sup>2</sup> 1939 yılında 2.Cumhurbaşkanı, İsmet İnönü'nün Belediye binası önünden Bitlis halkına hitabı

<https://twitter.com/nataliavazyan>

<sup>3</sup> Kitabeyi çeviren, Arş.Gör. Enes ARKAN (Bitlis Eren Üniversitesi Mimarlık Fakültesi)



sağındaki ve solundaki iki odanın üst örtüsü ahşap kirişlemeli iken sofa ve diğer iki odanın üst örtüsü taş beşik tonozdur. İlk odalara göre daha geniş olan arka odaların mazgal pencereleri mevcuttur.



Şekil 5. İç sofadan üst kata çıkışı sağlayan üç kollu merdiven(2006 / 2017)

Yapının batı cephesi kaleye bitişik olduğundan bu yönde cephesi bulunmamaktadır. Üst katta merdivenlerin arkasına yer alan kaleye bitişik olan bölüme tuvaletler ve dama çıkış merdiveni yerleştirilmiştir. Batı cephesinden pencere açılmadığı için tuvaletlerin havalandırması dama açılan bacalarla sağlanmaktadır(şekil 6).



Şekil 6. Tuvaletlerin havalandırma bacaları(2006)

Üç kollu merdivenle çıkılan üst katta ise sofaya açılan altı oda bulunmaktadır. Sofanın kuzeyindeki iki oda arasındaki duvar yıkılarak odalar birleştirilmiştir. Ancak yapının kuzeyinde iki katlı güneyinde tek katlı olan yapılar şarbaylık binasına bitişik inşa edildiğinden bazı pencereler kullanılamamaktadır.

Üst katın tamamının üst örtüsü ahşap kirişlemelidir. Yapının tamamı düz damlıdır. Restorasyon sırasında dama hafif eğimli metal bir çatı yapılmıştır(şekil 7).





Şekil 7. Restorasyon sonrasındaki eğimli çatı görüntüsü(2017)

Restorasyon öncesinde yapının zeminden kaynaklı bir su sorunu olduğu gözlemlenirken restorasyon sonrasında hem zeminden hem damdan kaynaklı su sorununun devam ettiği görülmüştür. Restorasyon sırasında çimento esaslı harç kullanımından kaynaklı doğu cephesi yüzeyinde bozulmalar dikkat çekmektedir(şekil 8). Giriş kapısı üstündeki kitabenin de boyanarak özgünlüğünün kapatılması kötü restorasyon uygulamasının örneği olarak gösterilebilir(şekil 9).



Şekil 8. Şarbaylık binası doğu cephesi restorasyon öncesi/ 2006 ve restorasyon sonrası/2017 durumu



Şekil 9. Kitabenin restorasyon öncesi/ 2006 ve restorasyon sonrası/2017 durumu

## SONUÇ

Giriş kapısının üstündeki kitabe yapının II.Abdülhamit döneminde (1876-1908) inşa edildiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra kare plan formundaki iki katlı taş yapı II.Abdülhamit döneminin tipik kamu yapılarının mimarisinin izlerini taşımaktadır. Dönemin kamu yapıları için belirleyici olan ve neredeyse standartlaşmış bir uygulama haline gelen orta akstaki giriş bölümünün çok az öne çıkarılarak belirginleştirilmesi ve düşey bağlayıcı olan üç kollu merdiven ile yalnızca silme ve sövelerle oluşturulan gösterişsiz orta merkezli simetrik cephe düzeni bu binada da karşımıza çıkmaktadır.

Venedik tüzüğü'nün 3. Maddesinde de belirtildiği gibi bu yapının bir dönem eseri olarak da belgelenmesi önemlidir. Bitlis Şarbaylık binası da II.Abdülhamit dönemi eseri olarak belgelenmelidir.

Tarihi yapıların korunmasındaki amaçlardan biri de yapının sürekliliğinin sağlanmasıdır. Sürekliliği sağlamak içinde işlevini yitirmiş anıtsal bir yapının toplumsal amaç için kullanılması gerekmektedir. Bitlis Şarbaylık binası da uzun yıllar belediye birimlerine hizmet verirken bakımsız kalmış ve hatalı onarımlara maruz kalmıştır. 2013-2015 yıllarında yapılan restorasyon sonrasında koruma anlamında yapılan müdahalelerin bozulma sorunlarını çözme açısından yetersiz kaldığı görülmektedir.

## KAYNAKLAR

Duymaz, A. Şevki, 2003, II. Abdülhamid Dönemi İmar Faaliyetleri (Türkiye Örnekleri) Süleyman Demirel Üniversitesi SBE Tarih ABD, Doktora Tezi, Isparta.

Ortaylı, İlber, 1996, “Tanzimat’tan Cumhuriyet’e Yerel Yönetimler”, *Şehir Ve Yerel Yönetimler*, C. I, S.458-459. S.445-446, İstanbul.

Tekdal, Danyal, 2018, II. Abdülhamid Döneminde Bitlis Vilayeti, Pamukkale Üniversitesi SBE, Doktora Tezi; 90.

Yazıcı, Nurcan, 1998, " Trabzon Örneğinde Tanzimat’tan Cumhuriyet’e Hükümet Konağı Binaları ", Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume 1/5 Fall 2008.





## TARİHİ YAPILARDA MEKÂNSAL BELLEĞİN KORUNMASI: VAHAP AĞA HAMAMININ DÖNÜŞÜMÜ

**Yüksek Lisans Öğrencisi Meltem Tekin**  
Dicle Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi, Gülin Payaşı Oğuz**  
Dicle Üniversitesi

### ÖZET

Geçmiş dönemlerde yapının işlevsel değeri, sürekli bakımının yapılması şeklindedir. Yapının yaşamını sürdürmesi için bu rutin bakımlar bir gereklilik olmuştur. Bu ilke günümüzde de geçerliliğini korumakla birlikte, ilk işlevini yitirmiş veya mevcut kullanıcı eylemlerine yetersiz kalan yapılar da çeşitli dönüşümler yapılarak korunmaktadır. Ünlü İtalyan koruma uzmanlarından Piero Gazzola bu konuya; ‘Bir mimari anıt artık yapıldığı amaca hizmet edemiyorsa, korunması pratik bir gereklilik olmaktan çıkar, kültürel bir görev haline gelir. Bu konuya verilen önem gelecek kuşakların kültürel olgunluğuna ve kültür miraslarını koruma konusuna duyacakları ivediliğe dayanacaktır.’ şeklinde değinmiştir. (Ahunbay, 1996)

Tarihi yapılar inşa edildikleri dönemden itibaren, belleksel gelişimini kullandıkları süre boyunca devam ettirirler. Mekân ve bellek ilişkisi genellikle kentsel, yapısal ve mekânsal göstergeler üzerinden kurulur. Kullanılmayan tarihi yapı ya da çevrelerde belleğe ilişkin göstergeler zaman içinde kapatılabilir veya yok olabilir. Bu yüzden yapıları veya çevrelerini kullanarak koruma; belleğe ilişkin göstergelerin zarar verilmeden açığa çıkarılması ve geçmiş ile gelecek arasındaki bilgi ağının sürdürülmesi, önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. (Çakır - Gönül, 2015)

Tarihi yapılarda mekânsal belleğin korunmasına ve sürdürülmesine değinen bu çalışmada; mekân ve bellek ilişkisi, Vahap Ağa Hamamı’na verilen restoran işlevi üzerinden kurulmaya çalışılmıştır. Daha sonrasında tarihi yapılardaki müdahale biçimlerinden renovasyon (yeniden işlev verme), mekânsal belleğin korunması açısından irdelenerek, Vahap Ağa Hamamı tarihi, kültürel değeri, konumu ve yapının genel durumu bakımından nitelikli bir örnek olduğundan, yapı üzerinde analiz çalışması gerçekleştirilmiş ve restorana dönüşümü ele alınmıştır.

Sonuç olarak; yeniden işlevlendirilen tarihi yapıların korunmasında mekânsal belleğin kullanıcılar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve bu değer kaybedilmeden göstergeler aracılığıyla sürdürülmesi gereği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca dönüşüm işleminin her safhasının uzman kişiler tarafından yapılması ve uygulama esnasında titiz bir şekilde kontrolünün



sağlanması, tarihi göstergelerin yok olmasının önüne geçilmesinde önemli bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarihi yapı, yeniden işlevlendirme mekânsal bellek, Vahap Ağa Hamamı.

## 1. GİRİŞ

Tarihi yapıların sahip olduğu değerleri ortaya çıkaran unsurların başında mekânsal belleğe ilişkin göstergeler gelir. Bu bakımdan mekânsal bellek göstergeleri, tarihi yapıların yok olmasının engellenmesi, korunması ve gelecek kuşaklara sağlıklı bir şekilde aktarılması açısından üzerinde durulması gereken önemli bir konudur.

Tarihi yapıların sahip oldukları mekânsal bellek göstergelerinin, üzeri kapatılmadan veya yok edilmeden, korunarak sürekliliğinin sağlanması gerekir. Bu durum tarihi yapıları korumaya ve yapıya dair yaşamın sürdürülmesine ilişkin kararların ve iç mekân tasarım parametrelerinin doğru değerlendirilmesi ile mümkün olabilir. Araştırma kapsamında yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda iç mekân tasarım parametreleri, mekânsal bellek göstergelerinin korunması açısından değerlendirilip Vahap Ağa Hamamının restorana dönüştürülmesi üzerinden incelemeye alınmıştır. (Çakır, Gönül, 2015;87)

Huyssen'e göre bellek; "Algı, deneyim ve hayal edilenlerin birleşimidir. Yaşanılan çağa ve bu çağın bağlamına uzak zamanlara dair imgeler, kişinin imgelemesi sonucu olarak zihinde canlanır. Kişinin yaşadığı zamandan geçmişe ve geleceğe bakabilmesini, eski zamanların imgeleriyle bugün bu imgelere kişinin kendi yorumlarını katarak buluşturan belleğin canlanmasıdır." (Huyssen,1995; 35).

## 2. TARİHİ YAPILARA MÜDAHALE BİÇİMLERİNDEN RENOVASYONUN MEKÂNSAL BELLEĞİN KORUNMASI KAPSAMINDA İRDELENMESİ

"Anıtlarınıza iyi bakın, o zaman restorasyona gerek kalmayacaktır. Zamanında çatıya konulan bir kurşun levha, yağmur oluklarından vaktinde temizlenen birkaç dal ve yaprak, hem çatıyı hem de duvarları büyük hasarlardan koruyacaktır." (Ruskin,1849;186) diyerek basit onarımların, kapsamlı ve büyük maliyet gerektiren onarımlara tercih edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu durumun göz önünde bulundurulması, tarihi yapıların sahip oldukları değerleri yitirmeden korunması açısından önemlidir. Hasarlar basit biçimde onarılmayarak büyüdüğünde tarihi değerler yok olabilir ya da büyük müdahaleler gerekebilir. Bu müdahaleler, uzman kişilerce gerçekleştirilmediğinde de tarihi yapı koruma açısından risk altına girebilir. Atina Tüzüğünde; 'Yaşayan, yani ayakta duran anıtlara, yalnızca özgün

işlevinden çok uzak olmayan ve binada gerekli uyarlamaların önemli hasara neden olmayacak şekilde yapılabileceği yeni kullanım verilmesi kabul edilebilir.’ şeklinde yeniden işlev verme ile ilgili madde bulunmaktadır. Venedik Tüzüğünde ise onarımın, uzmanlık gerektiren bir iş olduğu, belge ve bilgiye dayalı biçimde yapılması ve varsayımların başladığı yerde de durması gerektiği savunulur.

Tarihi yapıların korunması ve yaşanılabilir olması için farklı müdahale yöntemleri gerekebilir. Kimi zaman tarihi yapının ihtiyacına göre birden çok uygulama birlikte kullanılabilir. Renovasyon, rehabilitasyon, konservasyon, rekonstrüksiyon ve taşıma uygulamaları gibi yöntemler kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında renovasyon yöntemi kullanılarak yeni işlev verilmiş Vahap Ağa Hamamı incelenmiştir.

**Renovasyon uygulamaları mekânsal bellek göstergeleri kapsamında irdelendiğinde;** mekândaki belleğe ilişkin göstergelerin sahip olduğu tarihi değerler ön plana çıkar. Fiziki ömrünü sürdüren tarihi bir yapı yeniden işlevlendirilebilir. Yeniden işlevlendirme aşamasında tarihi değer niteliği taşıyan mekânsal bellek göstergelerinin yok edilmemesi veya üstlerinin örtülmemesi gerekir. Aksine bunların açığa çıkarıldığı koruma yaklaşımları mekânsal belleğin korunarak sürekliliğinin sağlanması ve yapının tarihi değerini yitirmemesi açısından önemlidir.(Çakır, Gönül, 2015;92)

### 3. YENİDEN İŞLEVLENDİRİLEN TARİHİ YAPILARDA MEKÂNSAL BELLEĞİN KORUNMASI: VAHAP AĞA HAMAMI ÖRNEĞİ

#### 3.1. Hamamın Tarihçesi ve Genel Özellikleri

Yapının üzerinde kitabesi yoktur. Eserin asıl adı Osmanlı Dönemi’ndeki belgelerde ve kaynaklarda **Abdülvehap Ağa Hamamı** olarak geçmesine rağmen günümüzde bu ad kısaltılarak **Vahap Ağa Hamamı** olarak değiştirilmiştir. (i.Yılmazçelik) Kaynaklarda da yapının **XVI.-XVII.** yüzyıllarda inşa edildiği belirtilmektedir.(E.Yeşilbaş)

Hamam planı ve mimarisi bakımından Diyarbakır’da Osmanlı Dönemi’nde inşa edilen hamamların klasik özelliklerini taşımaktadır. Hamamın yapılış tarihi hakkında kesin bir tarih olmamasına rağmen özellikle Evliya Çelebi’nin ve İbrahim Yılmazçelik’in verdiği bilgiler hamamın tarihlenmesi konusunda yardımcı olmaktadır. **XVII.** Yüzyılda Diyarbakır’a uğrayan Evliya Çelebi Dağkapı’ya yakın bir yerde yolun kenarında Zibici Hamamı olarak adlandırılan bir hamamın olduğunu ve bu ismin hamamdan yakılan çöplerden (zibil) dolayı hamama

verildiğini belirtmektedir. Evliya Çelebi'nin belirttiği konum, Vahap Ağa Hamamı'nın bugünkü yerine işaret etmektedir. (M. V. Bruinessen- H. Boeschoten ) İbrahim Yılmazçelik **1802** tarihli belgede Vahap Ağa Hamamı'nın Sofa Camii'nin vakfindan olduğunu ve suyunu Hamravat'tan aldığını belirtmektedir. (i.Yılmazçelik) Evliya Çelebi ve İbrahim Yılmazçelik'in verdiği bilgiler ve diğer bilgilerden yola çıkarak Vahap Ağa Hamamı'nın **XVI.** yüzyılda Osmanlı Dönemi'nde inşa edildiğini söyleyebiliriz.

**1318-1900** tarihli Diyarbakır İl Salnamesi'nde Abdülvehap Ağa Vakfı Hamamı sıcak ve soğuk su veterleriyle, mecrasının tamir edildiği belirtilmektedir. (A.Z.İzgöer)

Çeşitli dönemlerde onarımlar gören hamama **1960** yılında bir dizi dükkân eklenmiştir. Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 19.01.1980 tarih ve A/2082 sayılı kararıyla I.grup tescilli yapı olarak belirlenen hamam, günümüzde hala sağlamdır.

Vahap Ağa Hamamı, doğu batı yönünde, kareye yakın bir alana yerleştirilmiştir. Günümüze ulaşan ve ılıklığa açılan, Telgrafhane sokakta yer alan ve sonradan açılan kapı ile hamama geçilir. Ancak özgün kapı bu kapının doğusunda yer alır. Hamam, kentin ticaret aksı üzerinde, gelir getiren bir yapı olarak uzun yıllar soğukluk bölümü hamamdan kopararak kira usulü ile işletmeye verilmiştir. **2013** yılında yapılan restorasyon ile soğuklukta yer alan eklenti ara duvar ve döşeme kaldırılarak özgün biçimine dönüştürülmüştür (Dagtekin., Hillez.,2011). 11.72x12.00 m ölçülerinde kareye yakın planlı soğukluk örtüsü, köşelerde dört sivri kemer ve trompların taşıdığı kubbedir. Kubbe dışarıdan dört yanında sivri kemerli birer pencere olan sekizgen kasnak üzerine oturtulmuştur. Kasnağın ortasında her yüzünde sivri kemerli birer pencere olan sekizgen planlı bir fener yer alır. Vahap Ağa Hamamında (Kılıcı 1970) soğukluğun ticaret mekânına dönüştürülmesi ile ılık soğukluk işlevini görmüştür.

“L” biçimindeki ılıklığa, güney yönde basık kemerli sokak kapısından girilir. Soğukluğa paralel olan birinci ılık, 3.65x11.50 m, ikinci ılık, 3.97x15.20 boyutlarında olup her ikisi de üç kubbe ile örtülüdür. İkinci ılıklığın batısındaki kubbenin bulunduğu yerden, batıdaki köşe halvetten sıcaklık sofasına girilir. Sıcaklık dört eyvan ve aralarda köşe halvet hücre olan haçvari plan tipindedir. Sıcaklık sofası 5.50 m çapında kubbe ile örtülüdür. 3.68x 2.75 m ölçülerindeki eyvanlar tonoz, kenar uzunlukları 2.90 m olan halvetler ise kubbeyle örtülüdür. Su deposu ve külhan sıcaklığın devamında yer alır. (Dagtekin ,2017).

#### 4. YENİDEN İŞLEVLENDİRİLEN TARİHİ YAPILARDA MEKÂNSAL BELLEĞİN KORUNMASINA İLİŞKİN PARAMETRELER

Vahap Ağa Hamamı tarihi ve kültürel değer bakımından nitelikli bir örnek olduğundan bu yapı üzerinde analiz çalışması gerçekleştirilmiş ve dönüşüm kapsamında ele alınmıştır. Yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda mekânsal belleğin korunmasına ilişkin parametreler iki başlıkta ele alınmıştır. İlk olarak, tarihi yapılarda mekânsal bellek göstergelerinin sahip olduğu değerler üzerinde durulmuştur. İkinci olarak ise, mekânsal bellek göstergelerinin korunmasına ilişkin tasarım parametreleri ele alınmıştır.



**Tablo 1:** Parametreler(Çakır, Gönül, 2015;95)

##### 4.1. Mekânsal bellek göstergelerine ilişkin parametreler

**Tarihsel ve Kültürel Değer:** Tarihi yapılar eskilik değeri boyutunda, inşa edildikleri dönemin yaşam biçimlerine, sosyal, kültürel ve ekonomik özelliklerine ilişkin pek çok veriyi taşırlar. Bu yapıların sahip oldukları tarihsel ve kültürel değerler göstergeler üzerinden okunarak sürekliliğini sağlarlar. Bu nedenle, tarihi yapıların yeniden işlevlendirme sürecinde, tarihsel ve kültürel yönden değer taşıyan mekânsal belleğe ilişkin göstergeler özenle korunmalıdır.

(Çakır, Gönül, 2015)



**XVI.-XVII.** yüzyıllarda inşa edildiği belirtilen Vahap Ağa Hamamı, planı ve mimarisi bakımından Diyarbakır'da Osmanlı Dönemi'nde inşa edilen hamamların klasik özelliklerini taşımaktadır. Konumu açısından çarşı hamamı olarak uzun yıllar faaliyet göstermiştir. Gazi Caddesinin ve tarihi yapıların merkezinde bulunması açısından tarihi ve kültürel bir öneme sahiptir. Ayrıca kentin ticaret aksı üzerinde yer almasından dolayı, dönüşüm esnasında bu kriter göz önünde bulundurulmuştur.



**Fotoğraf 1:** Vahap Ağa Hamamı Eski Genel Görünüş,(1977, Dr. Adil Tekin)



**Fotoğraf 2:** Vahap Ağa Hamamı Yeni Genel Görünüş,

**Özgünlük ve Enderlik Değeri:** Tarihi bir yapı sahip olduğu bütün özellikleri ile korunarak günümüze ulaşabilmişse korumanın özgünlük değeri boyutunda önemli bir yere sahiptir. Bu durumda mekânsal belleğe ilişkin göstergelerin de zarar görmeden korunduğu düşünülür. (Çakır, Gönül, 2015)

Vahap Ağa Hamamının, restorana dönüşüm sürecinde mimari ve dönemsel kimliğin yansımaları korunduğu için özgünlük değeri bakımından önemlidir. Renovasyon sonrasında mekânsal bellek göstergeler aracılığıyla okunabilmektedir. Bu durum yapıda bellek ve iç mekân ilişkisinin korunarak sürdürüldüğünü gösterir.

Vahap Ağa Hamamının, dönüşüm öncesi ve sonrası durumu incelendiğinde, yapı büyük bir değişim geçirmemiştir, sadece üstlendiği görev değişmiştir. Hamamlar uzun saatler kalınan mekânlar olduğundan, eskiden beri kullanım itibarıyla yemek yeme ile dolaylı ilişkisi olan yapılardır. Daha önceden hamam olarak kullanılan tarihi bir mekânın işlevi ve üstlendiği

görev düşünüldüğünde, orada yemek yenmesi heyecan verici ve farklı bir deneyimdir. Yapının mekânsal belleği için oldukça önemlidir. Böylelikle ziyaretçiler eski hamamların işlevi ve planlaması hakkında bilgi sahibi olabileceklerdir. Ayrıca bu durum yapının özgünlük değerini de öne çıkarmaktadır.



Fotoğraf 3: Hamamın ılık bölümünün eski hali, (Diyarbakır Koruma Kurulu Arşivi)



Fotoğraf 4: Hamamın ılık bölümünün yeni hali, (Diyarbakır Koruma Kurulu Arşivi)

**Estetik ve Sanatsal Değer:** Tasarım yaklaşımları, mimari üslup, bezeme ve süsleme özellikleri ile ait oldukları dönemin niteliklerini yansıtan tarihi yapılar estetik ve sanatsal değerlere sahiptir. Bu değerler göstergeler üzerinden okunarak mekânsal bellekte yerini alır. Tarihi yapılar fiziksel özelliklerinin yanı sıra sanatsal ve estetik açıdan, mekânsal belleğe ilişkin göstergelerle bir bütün olarak değerlendirilmeli ve korunmalıdır. (Çakır, Gönül, 2015)

Kareye yakın soğukluk bölümü, L biçimindeki ılık bölümü, haçvari plan tipindeki sıcaklık bölümü ile özgünlüğünü korumaktadır. Kubbe geçişindeki mukarnaslar ve sıcaklıkta bulunan ışıklıklar sayesinde oluşan motifler de mimari kimliğini korumaktadır.



Fotoğraf 5: Hamamın Soğukluk bölümünde yer alan mukarnaslar



Fotoğraf 6: Sıcaklık bölümünün kubbesi

**Anı Değeri ve Kullanım Sürekliliği:** Her bireyin ve topluluğun geçmişte yaşanmış olaylarla ilgili anıları bulunmaktadır. Bu anılar bazı durumlarda yapıyla bütünleşir. Kişinin doğup



büyüdüğü ev, iç savaşta duvarları delinen evler, iyi ya da kötü yaşanmışlığı olan anılar iç mekânlarda tarihin cansız tanıklarındır. Tarihi yapıların kullanımlarının sürekliliği içinde mekânsal belleği canlı ve dinamik tutan bu göstergeler, her türlü yenileme ve onarım sürecinde dikkatle ele alınarak korunmalıdır. (Çakır, Gönül, 2015)

Mekânların işlevlere göre düzenlenmesi, süreklilikle karşıtlık oluşturur. Kapalı, belli bir işleve odaklanmış mekân kurguları ancak o işlevin uzun süre kullanılması durumunda işe yarar. Kullanımın değişmesi durumunda ise mekânda süreklilik sağlanır ve yapının ömrü uzar. Sonuç olarak Osmanlı 16.-17. yüzyılları döneminin özelliklerini taşıyan Vahap Ağa Hamamı, uzun yıllar kullanılması ve anı değeri bakımından toplumun belleğinde yer etmiştir. Dönüşüm ve yeniden işlev için bu yapının çarşı hamamı olması, kolay ulaşılabilir olması ve Diyarbakır Hamamları arasında en bilinen hamam olması seçilmesini sağlamıştır.



Fotoğraf 7: Hamamın Sıcaklık bölümünün eski hali (Diyarbakır Koruma Kurulu Arşivi)



Fotoğraf 8: Hamamın Sıcaklık bölümünün yeni hali

**Teknik ve Teknolojik Değer:** Tarihi yapılar inşa edildikleri dönemin teknolojisi, yapım tekniği ve malzeme bilgisi hakkında bilgiye sahiptirler. Bu bilgilerin mekânsal bellek göstergeleri üzerinden okunarak sürekliliğinin sağlanması, koruma, karar ve uygulamalarının dikkate alınmasını gerektirir. (Çakır, Gönül, 2015)

Vahap Ağa hamamı, güney cephesinde bulunan basık kemerli kapı, yonu bazalt taşlardan, duvar ise moloz bazalt taşlardan oluşmaktadır ve özgünlüğünü korumaktadır. Yapıda bulunan kurnalar üzerinde ters lale motifine rastlanmıştır. Bu ters lale motifinin Mimar Sinan'ın Selimiye Camii'nde kullandığı ters laleye benzediği ileri sürülmektedir. Bundan ötürü yapıldığı dönemde düşünüldüğünde, yapının Mimar Sinan'ın döneminde yapıldığı ve onun çalışmalarından etkilendiği veya onun yaptığı savı ileri sürülmektedir.



Fotoğraf 9:Hamamda bulunan Ters lale motifli kurna



Fotoğraf 10:Hamamda bulunan Ters lale motifli kurna



Fotoğraf 11:Hamamın Soğukluk kubbesi ve fener



Fotoğraf 12:Ilıklık kubbesindeki fil gözü pencereler

#### 4.2. Mekânsal bellek göstergelerinin korunmasına ilişkin tasarım parametreleri

**Bağlam:** Var oldukları sürece tarihi yapılar sahip oldukları değerlerle çevreleriyle ilişki içindedirler. Kullanım değerini sürdüren yapılarda işlevin etkisinde sürdürülen bu ilişki göstergeler üzerinden açığa çıkar. Bu göstergelerin korunmasıyla mekânsal belleğin bağlamsal açıdan yansımaları tarihi yapılarda değer oluşturmaya devam edecektir. Bu yüzden yeniden işlevlendirilen tarihi bir yapıda mekân tasarımına etki eden parametreler ışığında bağlamın önemi göz ardı edilmemelidir. (Çakır, Gönül, 2015)



“Kent belleği geçmişi, bugünü ve geleceğe ait ipuçlarını içinde barındırır. Anıtlar, bazen bir sınır ögesi olarak duvar, bazen de bir bina, bugünden geçmişi hatırlatır ve kolektif belleğin taşıyıcıları olur. Kent anıtlarıyla yaşar ve hafızalara kaydedilir ”(Yıldırım, Güney, 2010;115).

Vahap Ağa Hamamının ilk kullanımı da düşünüldüğünde merkezi ve ticaret aksı üzerinde bulunması verilmiş olan işlevin belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu bağlamsal parametre dikkate alınarak yer-mekân korunup yeni işlev verilmiştir. Hamamın dönüşümü, yapılan gözlemlere dayanılarak Gazi Caddesinde hareketlenmeye ve canlılığa sebep olmuştur.



Fotoğraf 13-14:Hamamın Soğukluk bölümünde akşam ve gündüz saatleri



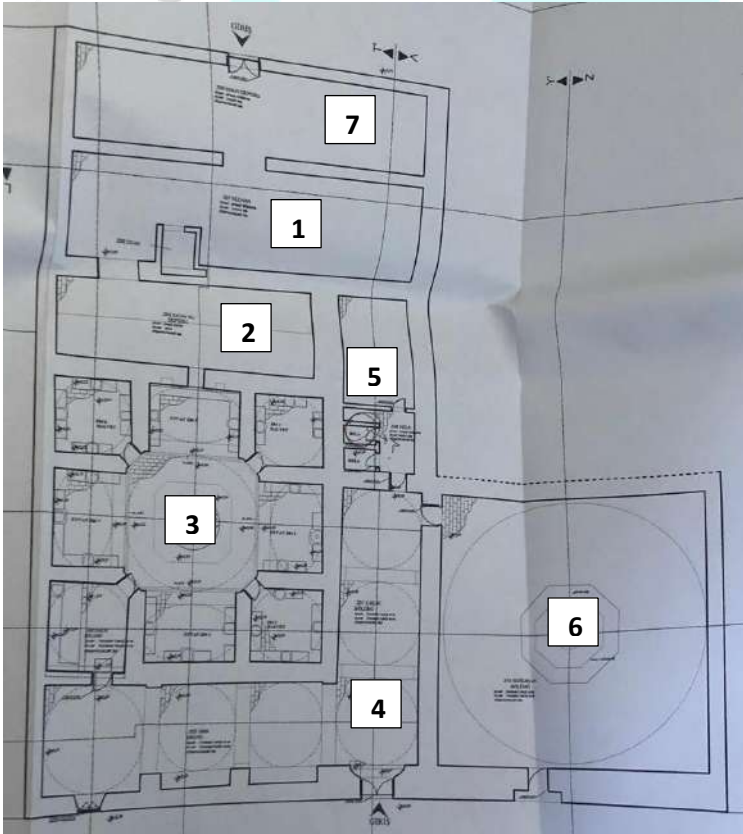
Fotoğraf 15-16-17: Hamamın giriş ve ön cepheleri

**Yeni İşlevin Program ve Mekân Organizasyonuna Etkisi:** Tarihi bir yapı işlevini yitirse de yeni bir işlevle varlığını sürdürebilir. Yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda yeni programın özgün mekânsal kimliğe uygunluğu tasarım sürecindeki önemli kararların başında gelir. Belirlenen yeni program yapının fiziksel özelliklerinin yanı sıra mekânsal belleğinin de korunması açısından önemlidir.



- 1.Külhan
- 2.Su deposu
- 3.Sıcaklık
- 4.Ilıklık
- 5.Wc+Giyinme Odası
- 6.Soğukluk

Fotoğraf 18:Hamamın özgün planı (Dagtekin ,2017).



- 1.Külhan(Mutfak)
- 2.Su deposu(Servis Alanı)
- 3.Sıcaklık(Yemek Alanı)
- 4.Ilıklık(Giriş ve Yemek Alanı)
- 5.Wc
- 6.Soğukluk(Yemek Alanı)
- 7.Depo

Fotoğraf 19:Hamamın restorasyon projesi (Diyarbakır Koruma Kurulu Arşivi)

**Yapısal Bileşenlerde ve Mimari Elemanlarda Belleksel Göstergeler:** Tarihi yapılar mekânsal bellek kapsamında değerlendirilirken yapısal bileşenleri ve mimari elemanlarıyla birlikte ele alınmalıdır. Bir yapının duvar, döşeme, kolon, kiriş, merdiven gibi yapısal bileşenleriyle mimari elemanları malzeme, biçim ve yapım teknikleri açısından mekânsal

belleğe ilişkin göstergelerdir. Bu göstergeler korunarak mekânsal belleğin bütünlük içinde sürekliliği sağlanmış olacaktır. (Çakır, Gönül, 2015)

Hamam dönüşüm sürecinde, yapı için karakteristik anlam taşıyan soğukluk bölümündeki havuz, mukarnaslı geçiş elemanları, ters lale figürlü kurnalar, kapı, özgün tepe pencereleri ve fil gözleri korunmuştur. Bu durum yapının mekânsal belleğinin göstergeler üzerinden okunması ve korunması bakımından önemli bir yaklaşımdır.

Hamamın Soğukluk bölümünün doğu duvarı bilinmeyen bir tarihte yıkılmış ve yerine betonarme kolonlar ve sundurma bir ek yapılmıştır. Restorasyon süresinde bu duvardaki tüm ekler kaldırılmış fakat betonarme kolonlar kaldırılmamıştır. Soğukluk bölümünde üst örtüyü oluşturan sekizgen kasmağa oturan özgün kubbenin statik açıdan yıkılacağı ön görülmüş ve bu kolonlara güçlendirme yapılarak kaplama yapılmıştır. Her ne kadar özgün kubbenin yıkılması ihtimali göz önünde bulundurularak bu niteliksiz ekler kaldırılmamış olsa da dönüşüm sonucunda bu ekler yapıya ait hissini vermemekte ve aykırı olduğu çok net bir şekilde göze çarpmaktadır.



**Fotoğraf 20:** Kubbede bulunan fil gözleri



**Fotoğraf 21:** Ilıklık kuzey duvarı, Wc kapısı





Fotoğraf 22: Ters lale motifli kurna



Fotoğraf 23-24: Mukarnaslı geçiş elemanları



Fotoğraf 25-26: Soğukluk doğu duvarındaki çelik kolonlar ve aykırı duran yanlış malzeme kullanımları

**Malzeme Seçimi:** Yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda yapısal ve mekânsal ihtiyaçlar yeni malzeme kullanımını gerektirebilir. Bir tasarımcı tercih ettiği malzemeyle, mekânsal belleğe ilişkin göstergeleri ön plana çıkartabileceği gibi geri plana da itebilir. Bu konuda birçok farklı görüş bulunmaktadır. Tarihi yapıdakiyle aynı ya da benzer malzeme seçim yaparak, mekânla zıtlaşmak istemeyen tasarımcılar olduğu gibi, modern bir anlayışla mekânın tarihi dokusundan farklı malzemeler de tercih edilebilir. (Çakır, Gönül, 2015)

Vahap Ağa Hamamı dönüşümü yapılırken tasarımcı birçok modern malzemeyi aynı zamanda özgün malzemeyi harmanlayıp kullanmayı tercih etmiştir.





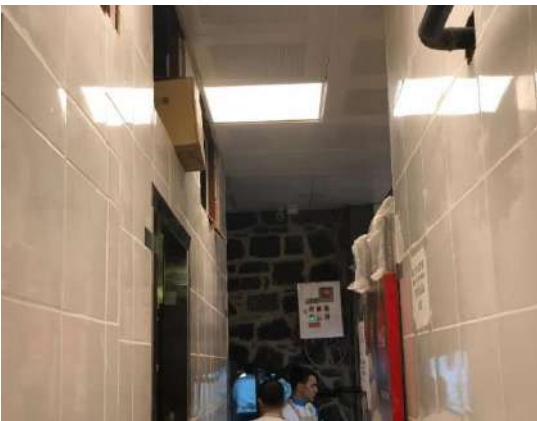
**Fotoğraf 27:** Doğu cephesindeki ek sundurma bölüm alanı



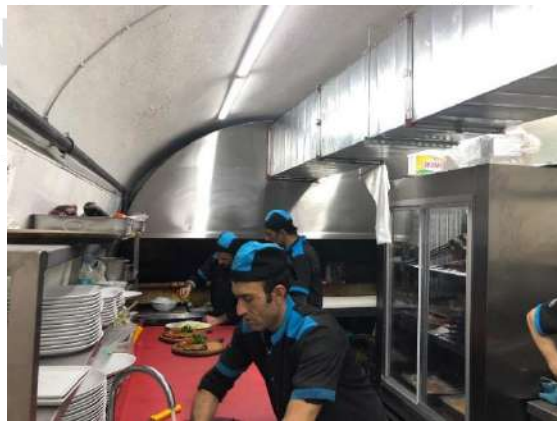
**Fotoğraf 28:** Sıcaklık bölümündeki servis alanı



**Fotoğraf 29-30:** Ilıklık kuzey duvarından geçiş sağlanan wc grupları yeni durumu



**Fotoğraf 31:** Servis Alanı



**Fotoğraf 32:** Mutfak Alanı



**Fotoğraf 33:** Mutfakta bulunan baca sistemi

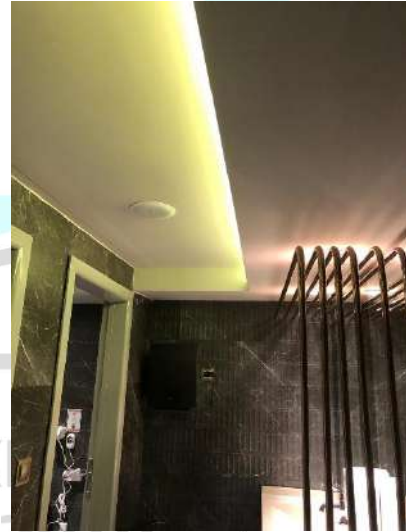


**Fotoğraf 34:** Mutfakta bulunan havalandırma sistemi

**Aydınlatma:** Işık kullanımı mekânda görsel ve algısal olarak kullanıcıyı etkiler. Yapay aydınlatma ve doğal ışığın kullanımı tarihi yapılarda mekânsal göstergelerin doğru ifade edilmesi açısından önemlidir. Yeniden işlevlendirilen birçok tarihi yapıda yaygın bir tasarım anlayışı olarak mekânsal bellek göstergeleri yapay aydınlatma ile ön plana çıkarılmak istenmektedir.



**Fotoğraf 35:** Mutfakta kullanılan aydınlatma



**Fotoğraf 36:** Wc de kullanılan aydınlatma





Fotoğraf 37-38-39: Soğukluk- İllıklık- Sıcaklıkta kullanılan aydınlatma



Fotoğraf 40-41: Sıcaklıkta bulunan Eyvan ve Halvette kullanılan aydınlatma

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tarihi yapıların korunması konusundaki kararlar mekân ve bellek ilişkisinin ortaya çıkarılmasını gerektirmektedir. Göstergeler üzerinden kurulan mekân-bellek ilişkisinin kullanıcının algısına ve mekânsal deneyimine dayalı olduğu söylenebilir. (Çakır, Gönül, 2015)

Tarihi yapıların ayakta kalabilmesi için müdahale gerekebilir. Bu müdahalelerde mekânsal göstergeler korunarak açığa çıkarılmalıdır. Yanlış uygulamalarla kapatılan ya da yok olan her gösterge tarihi yapının değerinden bir kayıp demektir. Bu yüzden tarihi yapılardaki müdahaleler uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir.

Tarihi Vahap Ağa Hamamının restorana dönüşümü çalışması popülerliği, görüntüsü, caddeye kazandırdığı canlılık ve insanların ilgilerinin fazlalığı itibariyle başarılı sayılabilir. Fakat projenin uygulama esaslarında bazı sorunlar ve eksikler bulunmaktadır. Tarihi bir yapının dönüşümü ve insanlara tekrardan kazanılması kısa vadede büyük bir girişim ve

heyecan verici olsa da yanlış uygulamalar yapının ömrünü kısaltacaktır. Doğru araştırmalar, teknikler ve uzmanlar tarafından yapılacak, tarihi yapılara yeniden işlev verme girişimleri, hem bizler hem de yok olmasını istemediğimiz tarihi yapı ve kültürler için en doğrusu olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Bruinessen, M.V – Boeschoten, H. (2009). Evliya Çelebi Diyarbakır'da
- [2] Çakır, H. Gönül, B. (2015). Tarihi Yapılarda Mekânsal Belleğin Korunması
- [3] Dağtekin, E. (2017). Geleneksel Diyarbakır Hamamları Kataloğu
- [4] Dağtekin E., Hillez S., (2011). Tarihi Yapılarda Yeniden İşlev Önerisi, Diyarbakır Vahap Ağa Hamamı Örneği, sf. 119, Diyarbakır, Mimarlık ve Kent Sempozyumu, Diyarbakır,
- [5] Huyssen, A., (1995). Twilight Memories, Making Time in a Culture of Amnesia. Routledge.
- [6] İzgöer, A.Z. Diyarbakır Salnameleri (97-212)
- [7] Ruskin, J., (1849) . The Seven Lamps of Architecture
- [8] Yeşilbaş, E. (2007). Diyarbakır Su Mimarisi
- [9] Yılmazçelik, İ. (1995). XIX. Yüzyılın ilk yarısında Diyarbakır





## THE EFFECT OF BORIC ACID ON FATTY ACID COMPONENTS IN THE LUNG TISSUE OF RATS EXPOSED TO MERCURY CHLORIDE

Dr. H.Turan Akkoyun

Siirt University

### ABSTRACT

In this study, we investigated the effect of boric acid on fatty acid compounds in lung tissue of rats exposed to mercury chloride.

In the study, male wistar albino rats were used in each group of 8 rats. The study control (saline), mercury chloride (0,01 g / kg), mercury chloride (0,01 g / kg /) + boric acid (3,25 mg / kg /) (ip), 10 days were applied and at the end of the experiment the rats were taken under anesthesia and the necessary lung tissues were taken according to ethical rules. The lung tissue samples were washed with saline and dried and kept in deep freezer (-80<sup>0</sup>C) until the time of analysis and then tissue extraction was performed. In the study, the levels of Miristic acid (C14: 0), Palmitic acid (C16: 0), Oleic acid (C18: 1) Stearic acid (C18: 0) were evaluated by GC-MS. When the analysis results are evaluated; It was determined that the acidity levels of Miristic acid (C14: 0), Palmitic acid (C16: 0), Oleic acid (C18: 1) or acid levels in mercury (Hg) treated group and Stearic acid (C18: 0) content increased. Mercury (Hg) + Boric acid (BA) compared to the group applied Mercury (C14: 0), Palmitic acid (C16: 0) in the group of fatty acid content of the increased acidity, Stearic acid (C18: 0) and Oleik acid (C18: 1). As a result, it is thought that rat lung fatty acid content changes due to mercury (Hg) and boric acid application, Mercury (Hg) administration has a negative effect on lung fatty acid contents, but boric acid application may have a beneficial effect on this negative effect.

Keywords: Mercury, Fatty Acid, Rat, Boric Acid, Lung

### INTRODUCTION

Mercury is a metal found in various forms as an organic and inorganic element in the environment. Organic compounds are found in fungicides, in paints, while inorganic complex are used in skin upkeep and medical output. Inorganic mercury continues to be an

fundamental constituent of fluorescent ampoules and thermometers (1).Mercury chloride ( $HgCl_2$ ) is a common environmental and industrial pollutant that causes serious changes in the tissues of both animals and humans (2). It is known that mercury may reason abrupt and occupational exposure and may be caused by inhalation, ingestion and absorption of intoxication. People can be exposed to mercury from dirty water and food (3). Heavy metals such as mercury (Hg) are considered to be the most dangerous substances that cause many health problems for humans and animals due to their gradual irreversible accumulation in their bodies.Hg can cause harm to the organism in many ways. It can damage various tissues such as liver, kidney, brain, reproductive organs, lung, immune system and tendency to accumulate.In addition, recent evidence suggests that Hg causes severe oxidative changes (4). Boric acid (BA) is a boronized molecule and is found as a mineral in nature. Wide range of applications in health, industrial, agriculture and cosmetic applications.BA is rapidly absorbed and dispersed throughout the body. Following boric acid administration, the concentration of blood and tissue boric acid was reported to be 1: 1. BA, animal and human nutritional supplements have important effects on metabolic and physiological systems. BA is an important trace element for plants, animals and people supporting metabolic processes (5). Several studies have shown that mercury and lead lead to an increase in lipid peroxidation levels (6). Lipid peroxidation can occur as a result of tissue damage in many disease states and can sometimes contribute significantly to the deterioration of tissue damage(7) . As a result of lipid peroxidation, oxidation of double bonds of unsaturated fatty acids, decrease of membrane fluidity, irregularity of membrane release functions and deterioration of membrane permeability are observed.Lipid peroxidation is the most important cause of membrane changes due to the abundance of unsaturated fatty acids containing more than one double bonds (8). In this study, the effect of boric acid on fatty acid compounds in rat lung tissue was investigated.

## MATERIAL AND METHOD

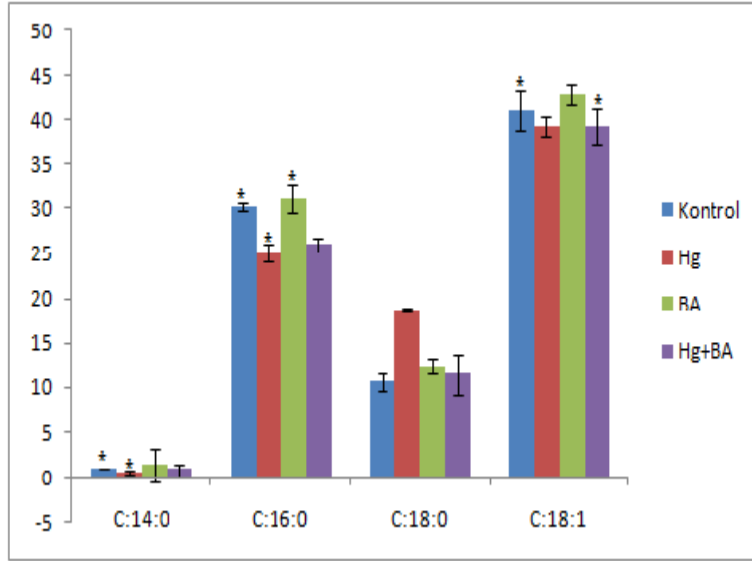
In the study, 24 adult and Wistar albino male sutures weighing approximately 200-300 g were obtained from Bingol University Experimental Research Center (BUHADEM).In each group, 8 groups were divided into 3 groups. Control Group I (8): In this group, rats were given intraperitoneal (i.p.) isotonic serum.Mercury Group (8): In this group rats were given oral route mercury chloride (0.01 g / kg).Mercury + boric acid group (8 pieces): In this group rats were administered orally to mercury chloride (0,01 g / kg / day) + boric acid (3,25 mg / kg / day) (ip) concentration (9,10) ).At the end of the 10th day, the rats were cut and lung tissues

were removed. Fatty acid extraction in animal tissue (Folch et al.,) Modified method was performed by using modified method (11) and chromatographic analysis was performed according to the method used by Wretensjö et al. (12).

## RESEARCH AND RESULTS

The most important product of lipid peroxidation is malondialdehyde. Lipid oxidation results in lipid peroxy radical, lipid alkoxy radical, alkyl radical, lipid aldehyde, and the like. peroxidation products occur. The resulting malondialdehyde leads to the cross-linking of the compounds in the membrane by influencing the ion exchange from the cell membranes and causes negative consequences such as the change of ion permeability and enzyme activity (13). Lipid peroxidation is a radical mechanism of cellular injury in animals and is used as an indicator of oxidative stress in cells and tissues. Lipid peroxidation causes polyunsaturated fatty acids of the cell membranes and consequently deterioration of the membranes (14). In different studies mentioned in the literature, they stated that lipid peroxidation increased in liver, kidney, lung and brain as a result of application of mercury chloride (15). In their study by Benow et al, it was determined that mercury chloride increased lipid peroxidation (16). Çelikoğlu et al. In their study, they found that administration of mercury chloride increased lipid peroxidation in rat lung tissue (17). In our study; It was determined that the levels of Miristic acid (C14: 0), Palmitic acid (C16: 0), Oleic acid (C18: 1) decreased in Hg group and Stearic acid (C18: 0) content increased when compared to the control group. In the group treated with Hg + BA, the content of Miristic acid (C14: 0) and Palmitic acid (C16: 0) increased while the content of Stearic acid (C18: 0) and Oleic acid (C18: 1) was decreased. As can be understood from the results of the study, changes in the amounts of unsaturated fatty acids have been determined.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



**Figure 1.** The Amount of Fatty Acid in the Lung Tissue of Experimental Groups (\*:  $P < 0.05$ )

## RESULT

As a result, it is observed that mercury causes a change in the amounts of unsaturated fatty acids found in rat lung tissues, and it is thought that boric acid positively affects the activities of enzymes in the fatty acid chain elongation reaction on lung tissue.

## RESOURCES

- (1)- Ansar S, Iqbal M 2015. Effect of dietary antioxidant on mercuric chloride induced lung toxicity and oxidative stress. *Toxin Reviews*, 34(4), 168-172.
- (2)- Mohamed N.E.S 2018. Protective effect of origanum oil on alterations of some trace elements and antioxidant levels induced by mercuric chloride in male rats. *Biological trace element research*, 182(1), 49-56.
- (3)- Ansar S 2016. Effect of selenium on the levels of cytokines and trace elements in toxin-mediated oxidative stress in male rats. *Biological trace element research*, 169(1), 129-133.
- (4)- Shehata S.M, El-Ghffar E.A.A 2017. Hepatoprotective activity of Hyphaene thebaica extract against mercuric chloride-induced hepatotoxicity in adult male albino rats. *Progress in Nutrition*, 19(1-S), 142-149.
- (5)- Akkoyun H.T, 2018. Effect of boric acid on some elemental levels on rat's liver and kidney tissues during mercury chloride exposure. *Cellular and molecular biology (Noisy-le-Grand, France)*, 64(13), 84-88.



- (6)- Kalender S 2016. Civa Klorid ve Kurşun Nitrat'ın Erkek Ratlarda Kardiyotoksik Etkisi. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 13(2), 136-143.
- (7)- Huang Y.L, Cheng S.L,Lin T.H 1996. Lipid peroxidation in rats administrated with mercuric chloride. Biological trace element research, 52(2), 193.
- (8)- Dayangaç, A., Yılmaz, M., Konar, V., & Yılmaz, Ö. Sıçanların Bazı Dokularındaki Yağ Asidi Kompozisyonuna Kadmiyumun Etkileri.Doğu Anadolu Araştırmaları Dergisi,2006.
- (9)- Wang Q ,Yang X , Baoxu Zhang , Yang X and Wang K.Cinnabar İs Different From Mercuric Chloride İn Mercury Absorption And Influence On The Brain Serotonin Level. Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 2013, 112, 412–417.
- (10)- [Colak S<sup>1</sup>](#), [Geyikoglu F](#), [Keles ON](#), [Türkez H](#), [Topal A](#), [Unal B](#).The neuroprotective role of boric acid on aluminum chloride-induced neurotoxicity. [Toxicol Ind Health](#). 2011 Sep;27(8):700-10
- (11)-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.
- (12)-Inger Wretensjö, Lennart Svensson, W.W. 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, 1990, 89-97.
- (13)-Çelikezen, F. Ç., & Ertekin, A. (2008). Ratlarda Akciğer Fibrozisinde Lipid Peroksidasyonu (Mda), Antioksidan Madde (Glutasyon, Seruloplazmin) Ve Bazı Antioksidan Vitamin (B-Karoten, Retinol) Düzeylerinin İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(2), 17-20.
- (14)- Faix, S., Faixova, Z., Boldizarova, K., Javorsky, P. (2005). The effect of long-term high heavy metal intake on lipid peroxidation of gastrointestinal tissue in sheep. Vet. Med-Czech, 50(9), 401-405.
- (15)-Şener, G., Şehirli, A. Ö., & Ayanog'lu-Dülger, G. (2003). Melatonin Protects against mercury (II)-induced oxidative tissue damage in rats. Pharmacology & toxicology, 93(6), 290-296.
- (16)-Benov, L. C., Benchev, I. C., & Monovich, O. H. (1990). Thiol antidotes effect on lipid peroxidation in mercury-poisoned rats. Chemico-biological interactions, 76(3), 321-332.
- (17)- Celikoglu, E., Aslanturk, A., & Kalender, Y. (2015). Vitamin E and sodium selenite against mercuric chloride-induced lung toxicity in the rats. Brazilian Archives of Biology and Technology, 58(4), 587-594.

## FATTY ACID CONTENTS AND $\alpha$ -AMYLASE INHIBITORY ACTIVITY OF EXTRACT OF *ROSA PISIFORMIS* FRUITS

**Dr. Öğr. Üyesi Mahire Bayramoğlu Akkoyun**

*Siirt University*

**Prof. Dr. Ferda Candan**

*Sivas Cumhuriyet University*

### ABSTRACT

In the present study; Aim of this study was to evaluate fatty acid levels of the fruits and the  $\alpha$ -amylase inhibitory activity of the aqueous extract prepared by using the fruits of the *Rosa pisiformis* (Christ) D. Sosn. plant which is among the endemic species of the Rose genus of the Rosaceae family. Determination of the fatty acid content of the *Rosa pisiformis* (Christ) D. Sosn. fruit was carried out using the GC-MS device. At the same time,  $\alpha$ -amylase inhibitory activity of aqueous extracts of fruits was determined by spectrophotometric method. In addition, percent extract yield of the *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruits aqueous extract was determined and the yield in percent was calculated as % 5.1 g/100g of fruit. When the composition of *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruit fatty acid is evaluated; significant amount was determined as C16:0 (palmitic acid %19.63), C18:0 (stearic acid %16.37), C18:1 (oleic acid %17.45), C18:2 (linoleic acid %29.24), C18:3 (linolenic acid % 17.30). At the same time  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruit aqueous extract was evaluated and compared with Acarbose which was used as positive control. Inhibition rate of *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruit extract at 320  $\mu$ g/mL concentration was % 51.01  $\pm$  1.98 and IC50 value was 272.14  $\pm$  2.64  $\mu$ g/mL. Acarbose which was used as positive control at 320  $\mu$ g/mL had an inhibition rate of % 96.04  $\pm$  2.01 and the IC50 value was 48.39  $\pm$  1.05  $\mu$ g/mL. As a result; it is thought that water extract of *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. does not have high activity in  $\alpha$ -Amylase inhibition in our study and this may differ in different solvent media. Again, since fatty acid composition of the plant is good, it may be used as a natural source.

**Keywords:**  $\alpha$ -Amylase, fatty acid, *Rosa pisiformis*(Christ.) D. Sosn.,

## 1. INTRODUCTION

At the present time, many plant and plant derivative products are proposed as a potential agent for designing as new pharmaceutical and food components (Raskin ve ark., 2002) and - in particular, studies on medicinal plants in the pharmaceutical industry are important. (Sut ve ark., 2016). Plants are an important source of new drug discovery, especially antidiabetic (Orhan ve Aslan, 2010). Diabetes Mellitus, commonly known as diabetes, is one of the most general metabolic diseases in all populations and age groups (Mandrup-Poulsen, 1998). Many treatment strategies have been developed for this health problem and the theory of enzyme inhibition is one of the most accepted approaches. Inhibition of enzymes such as  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase, which are involved in carbohydrate digestion, are considered to be key therapeutic agents in the treatment of diabetes. Because the inhibition of these enzymes is of great importance in the control of blood sugar level. Synthetic inhibitors have been developed for this purpose. However, several studies have reported that synthetic inhibitors have adverse side effects (Nouri ve ark., 2014). Because of these negative effects, the discovery of inhibitors derived from non-toxic natural products has gained importance (Day, 1998; Tundis ve ark. 2010). Rosehip is used in many European countries for food products such as tea, jam, marmalade and for medical purposes (Demir ve Özcan, 2001). The Rosaceae family is one of the most widely used group of people against diabetes. (Artuluk ve Ezer., 2012) In a study of the ethanol extract prepared from the fruits of *Rosa canina* and the hypoglycemic activity of the chloroform, ethylacetate, n-butanol and residual water fractions of this extract, the remaining aqueous phase showed significant antidiabetic effect in streptozotocin-induced diabetic rats. (Orhan ve ark., 2009). In another study, *Rosa canina* was found to exhibit a high inhibitory activity against  $\alpha$ -amylase. (Jemaa ve ark., 2017)

In our study, fatty acid content and  $\alpha$ -amylase enzyme inhibition activity of the fruits of *Rosa pisiformis*, an endemic species belonging to the genus *Rosa*, of the Rosaceae family were investigated. Thus, it is aimed to determine the beneficial properties of the fruits of the plant which are among the endemic specie

## 2. MATERIAL AND METHOD

### 2.1. Collection of plants

*Rosa pisiformis*(Christ.) D. Sosn. fruits were gathered in the Hosap Guzelsu, Van. A specimen was deposited in of Botany Herbarium, Yuzuncu Yıl University, VANF F13827 END

### 2.2. GC-MS sample preparation and analysis

5 g of dry plant samples were disassembled in the homogenizer for 30 sec in 10 mL hexane/isopropanol (3:2) and centrifuged at 5000 rpm for 10 min. The lipid extract prepared for the preparation of the methyl ester (Christie, 1990) was then taken into 30 mL cap tubes. To this mixture was added 5 mL of %2 methanolic sulfuric acid and the mixture was vortexed. This mixture was incubated at 50°C for 15 hours in the oven. After 15 hours, 5 mL of %5 NaCl was added and vortexed. Fatty acid methyl esters (FAME) formed in the tubes were extracted with 5 mL of hexane and the hexane phase was treated with 5 mL of %2 KHCO<sub>3</sub> and allowed to stand for 1-2 hours to separate the phase. The solvent of the mixture was evaporated under nitrogen at 45°C and the fatty acids at the bottom of the test tubes were analyzed by dissolving 1 mL of hexane. For analysis; Agilent brand 7890A / 5970 C model GC-MS device (USA) and SGE Analytical BPX90 100m x 0.25 mm x 0.25 um column (Australia) were used. The temperature program was gradually heated from 120°C to 250°C. The injection volume was 1 µL and the split ratio was 10: 1, the solvent delay time was 12 minutes, the carrier gas was selected as He.

### 2.3.Extraction from dried fruits of *Rose P.*

The fruits were dried in the shade and finely powdered. The aqueous extract was prepared by cold maceration of 150 g of powdered fruit in 500 mL of distilled water for 72 h. Then the extract was filtered through a Whatman No.1 filter paper to obtain a clear extract. The filtrate was concentrated by water bath (65 °C) for 48 h, dried in vacuum and there sidue was stored in a refrigerator at 2-8 °C(Nawel ve ark., 2011).

### 2.4. $\alpha$ -Amylase Inhibitory Activity.

Porcine pancreatic amylase (PPA) inhibitory test was applied as per the standard method (Hansawasdi ve ark., 2012). 2 mg of starch was suspended in each of the tubes including 0.2 mL of 0.5 M Tris-HCl buffer. The tubes were coddled for 5 min and were then incubated at 37°C for 5 min. 0.2 mL of extract(water) was taken in each tube containing different concentrations (10, 20, 40, 60, 80, and 100 µg/mL) of DMSO. PPA was dissolved in buffer to form a concentration of 2 units/mL and 0.1 mL of this enzyme solution were added to each of the tubes. The reaction was stopped by adding 0.5 mL of %50 acetic acid in each tube. The absorbance of the resulting supernatant was measured at 595 nm using a spectrophotometer.

### 2.5. Statistical analysis



All experimental data were three replicates and the results were given as standard deviation. Using the Sigma Plot Graphics and Statistics Program; IC<sub>50</sub> values were determined from the drawn graphics.

### 3. RESULTS

*Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn.  $\alpha$ -Amylase inhibition of the fruits was determined as %51.01±1.98 at 320  $\mu\text{g/mL}$  fruit water extract concentration. Fatty acid composition of *Rosa pisiformis* fruits C16:0(palmitic acid methyl ester) %19.63, C18:0(stearic acid methyl ester) %16.37, C18:1(oleic acid methyl ester) %17.45, C18:2(linoleic acid methyl ester) %29.24, C18: 3 (linolenic acid methyl ester) was found as %17.30.

**Table1.** *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruit extract % fatty acid levels

Components	<i>Rosa pisiformis</i> fruits
C16 :0 (palmitic acid)	19.63
C18:0 (stearic acid)	16.37
C18:1 (oleic acid)	17.45
C18:2 (linoleic acid)	29.24
C18:3 (linolenic acid)	17.30

**Table2.**  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of aqueous extract of *Rosa pisiformis* fruits

Acarbose Conc. ( $\mu\text{g/mL}$ )	% Inhibition	<i>Rosa pisiformis</i> ( $\mu\text{g/mL}$ )	% Inhibition
40	36.20 $\pm$ 3.16	40	14.71 $\pm$ 1.16
60	56.01 $\pm$ 4.58	60	19.01 $\pm$ 1.77
80	66.13 $\pm$ 2.14	80	25.36 $\pm$ 2.58
120	77.64 $\pm$ 3.12	120	32.43 $\pm$ 1.27
180	89.37 $\pm$ 3.05	180	40.76 $\pm$ 1.81
240	95.86 $\pm$ 3.92	240	46.05 $\pm$ 1.53
320	96.04 $\pm$ 2.01	320	51.01 $\pm$ 1.98

**Table3.** IC<sub>50</sub> values for *Rosa pisiformis* fruits extract and acarbose in  $\alpha$ -amylase inhibitory assay.

a-Amylase	IC <sub>50</sub> values ( $\mu\text{g/mL}$ )
<b>Extract</b>	272.14 $\pm$ 2.64
<b>Acarbose</b>	48.39 $\pm$ 1.05

### 4. DISCUSSION

Plants are mainly used in medicine, nutrition, flavor, beverage, dyeing, repellents, perfumes and cosmetics (Wojdylo ve ark., 2007). Phenols, often called phenolics, are one of the primary secondary metabolites of plants. They are found in both eatable and non-eatable

plants. These important plant components have been reported to have multiple biological effects, including antioxidant activity (Khatiwora ve ark., 2010). Flavonoids are commonly found in plants. Flavonoids are a group of chemically diverse secondary metabolites that can be subdivided into sub-groups, including anthocyanidins, flavonols, flavones, flavanols, flavanones, calcones, dihydrocolecols and dihydroflavonols (Treutter, 2006). *Rosa pisiformis*(Christ.) D. Sosn. In our study which was done with methanol extract of the fruits of *Rosa*, phenol and flavanoid contents of the fruits were high, therefore it was found to be good in total antioxidant capacity and radical scavenging activities (Bayramoglu ve ark., 2016) In another study, total phenolic components of *Rosa* species collected from different locations were evaluated and it was stated that phenol content was high in the species. (Erçişli 2007). In a different study evaluating phenol and flavanoid contents of *Rosa canina* and *Rosa pimpinellifolia* extracts, it was determined that they were rich in phenol and flavanoid contents in two species. (Fattahi ve ark., 2012). In our study,  $\alpha$ -amylase enzyme inhibition activity was investigated of *Rosa pisiformis* fruits of *Rosa* species with high phenol and flavanoid content. Today, enzyme inhibition is an important field of pharmacological research. Components derived from natural plants can react with enzymes to control the activity of enzymes. One of the most important roles of enzyme inhibitors is that they are used as medicines in many physiological conditions (Çakmak ve ark., 2017). *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn.  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of fruits was compared with Acarbose, which is used as a positive control. While  $96.04 \pm 2.01$  inhibition was observed at 320  $\mu\text{g/mL}$  Acarbose concentration, The IC50 value was determined as  $48.39 \pm 1.05$   $\mu\text{g/mL}$ . In the extract concentration of 320  $\mu\text{g/mL}$  *Rosa pisiformis* of the inhibition value of  $51.01 \pm 1.98$  was reached. The IC50 value was determined as  $272.14 \pm 2.64$   $\mu\text{g/mL}$ . Acarbose was found to be more effective in the  $\alpha$ -Amylase inhibition than *Rosa pisiformis* fruit water extract. In the study, the fatty acid composition of the fruits of *Rosa pisiformis* C16:0 (palmitic acid) %19.63, C18:0 (stearic acid) %16.37, C18:1 (oleic acid) %17.45, C18:2 (linoleic acid) %29.24, C18:3 (linolenic acid) %17.30. The major component of the fruits was C18:2(linoleic acid). In the literature surveys, it was determined that the fatty acid composition C12:0 %3.58, C16:0 %19.6, C18:2 %16.1, C18:3 % 38.0 were the major constituents of fruits C18:3 (Erçişli, 2007). It is thought that the differences between the results are due to the drying time of the plant and especially geographic difference.

## 5. CONCLUSION

As a result; In our study, it is thought that the water extract of *Rosa pisiformis* (Christ.) D. Sosn. fruits does not have high activity in  $\alpha$ -Amylase inhibition and this may differ in different solvent environments. Again, the fact that the plant has a good fatty acid composition indicates that it can be a natural source..

## REFERANCES

- Artutluk, ZC., Ezer, N. 2012. Halk arasında diyabete karşı kullanılan bitkiler (Türkiye)- II. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(2), 179-208.
- Bayramoğlu, M., Ekin, S., Kızıлтаş, H., Oto, G., Susen, E. A., Özgökçe, F. 2016. Antioxidant properties of *Rosa pisiformis* and its protective effect against isoproterenol-induced oxidative stress in rats/*Rosa pisiformis*' in antioksidant özellikleri ve izoproterenol ile ratlarda oluşturulan oksidatif strese karşı koruyucu etkisi. *Turkish Journal of Biochemistry*, 41(4), 232-242.
- Christine W.W., 1990. Reprinted gas chromatography and lipids a practical guide. The Oily Press Schoeland 370.
- Çakmak, Y. S., Zengin, G., Eskin, B., Yıldırım, K., Topal, M., Aydın, G. H., Erten, K. 2017. *Medicago gorigidula* (L.) ALL.'nın antioksidan ve enzim inhibisyon aktiviteleri ve fenolik bileşiminin incelenmesi. *Marmara Pharm. J*, 21(3), 522-529.
- Day, C., 1998, Traditional plant treatments for diabetes mellitus: pharmaceutical foods, *British Journal of Nutrition*, 80 (1), 5-6.
- Demir, F. Özcan, M. 2001. "Chemical and technological properties of *Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey", *Journal of Food Engineering*, 47: 333-336.
- Ercisli, S. 2007. Chemical composition of fruits in some rose (*Rosaspp.*) species. *Food chemistry*, 104(4), 1379-1384.
- Fattahi, S., Jamei, R., Hosseini, S.S. 2012. Antioxidant and antiradical activities of *Rosa canina* and *Rosa pimpinelli folia* fruits from West Azerbaijan.
- Hansawasdi C, Kawabata J, Kasai T. 2000. Alpha-amylase inhibitors from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) tea. *Biosci.Biotechnol.Biochem.*, 64:1041–1043.
- Jemaa, HB., Jemia, AB., Khelifi, S., Ahmed, HB., Slama, FB., Benzarti, A., & Aouidet, A. 2017. Antioxidant activity and  $\alpha$ -amylase inhibitory potential of *Rosa canina* L. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 14(2), 1-8.

- Khatiwora, E., Adsul, VB., Kulkarni, MM., Deshpande, NR., Kashalkar, RV. 2010. Spectroscopic determination of total phenol and flavonoid contents of Ipomoeacarnea. *International Journal of Chem Tech Research*, 2(3), 1698-1701.
- Mandrup-Poulsen, T.: Recentadvances: Diabetes, *BMJ*, 316, 1221 (1998).
- Mau, JL., Lin, HC., Song, SF. 2002. Antioxidant properties of several special tymushrooms. *Food Research International*, 35(6), 519-526.
- 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.
- Nouri, L., Nafchi, AM., Karim, A. 2014. Phytochemical, antioxidant, antibacterial, and  $\alpha$ -amylase inhibitory properties of different extracts from betel leaves, *Industrial Crops and Products*, 62, 47-52.
- Orhan, N., Aslan, M., Hoşbaş, S., Deliorman OD. 2009. Antidiabetic effect and antioxidant potential of Rosa canina fruits, *Pharmacognosy Magazine*, 5 (20), 309
- Orhan, N., Aslan, M. 2010. Diyabet tedavisinde kullanılan bitkisel ürünler ve gıda destekleri, *MİSED*, 23-24, 27.
- Raskin, I., Ribnicky, DM., Komarnytsky, S., Ilic, N., Poulev, A., Borisjuk, N., Brinker, A., Moreno, DA., Ripoll, C., Yakoby, N. 2002, Plants and human health in the twenty-first century, *TRENDS in Biotechnology*, 20 (12), 522-531.
- Sut, S., Baldan, V., Faggian, M., Peron, G. ve DallAcqua, S., 2016, Nutraceuticals, a new challenge for medicinal chemistry, *Current medicinal chemistry*, 23 (28), 3198- 3223.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food chemistry*, 105(3), 940-949.
- Treutter, D. 2006. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 4(3), 147.
- Tundis, R., Loizzo, MR., Menichini, F. 2010. Natural products as  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: an update. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 10(4), 315-331.



## SİYAH KURU ÜZÜM SUYU İÇİN BAZI KALİTE VE GÜVENLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Yakup Aslan**

Siirt Üniversitesi

**YL. Öğrencisi Hawsar S. Hussein**

Siirt Üniversitesi

**Dr. Abdullah S. Seerwan**

Salahaddin Üniversitesi

**Prof. Dr. İsa Cavidoğlu**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

### Özet

Bu çalışmanın amacı, Kuzey Irak'ta Erbil ve Süleymaniye gibi şehirlerde, özellikle Ramazan ayında yaygın olarak tüketilen ve yöresel bir ürün olan siyah kuru üzüm suyunun, toplam çözünebilir katı maddeler (TSS), pH, toplam titre edilebilir asitlik (TTA), şeker çeşitleri ve miktarları, fenolik asit bileşikleri, polifenoloksidaz (PPO) enzim aktivitesi, su aktivitesi, toplam mikrobiyal sayı ve duyuşal özellikler gibi güvenlik ve kalite parametrelerini belirlemektir.

Bu çalışmada, incelenen siyah kuru üzüm suyu numunelerin hem kalitesi hem de güvenliği bakımından farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; (1) toplam çözünebilir katı (TSS) ve pH değerleri, buzdolabında +4 °C'de iki hafta süreyle depolamanın sonunda önemli ölçüde azalırken, çoğu numunedeki titre edilebilir asitlik (TTA) hafifçe değişti. (2) İncelenen tüm örneklerde gallik, klorojenik ve vanilik asitler üzere üç farklı fenolik asidin yanı sıra, glukoz, fruktoz ve sukroz olmak üzere üç farklı şeker belirlendi. (3) Taze hazırlanan siyah kuru üzüm suyu ile, buzdolabında +4 °C'de bir ve iki hafta boyunca depolanan siyah kuru üzüm suyunun toplam mikrobiyal içeriği önemli ölçüde değişmedi. (4) Buzdolabında +4 °C'de bir ve iki hafta boyunca depolanan siyah kuru üzüm suyunun su aktivitesi bir miktar azalırken, polifenoloksidaz aktivitesi, önemli ölçüde azaldı. (5)

Sonuç olarak; (1) taze siyah kuru üzüm suyu numunelerinin, TTS, pH, fenolik asitlerin miktarı, görünüm, tatlılık ve aroma gibi duyuşal değerlendirme sonuçlarından

elde edilen kalite parametrelerine göre, bir-iki hafta boyunca buzdolabında +4 °C'de depolanan numunelerden daha üstün olduğu, (2) Tohumlardaki ve kuru üzüm etindeki fenolik asit konsantrasyonlarındaki değişimin üzüm çeşitlerinden, üzüm suyu elde etmek için kullanılan kurutma yönteminden ve depolama süresinden kaynaklandığı, (3) bakteri sayımı ve su aktivitesinin değerlendirilmesi, işlenmemiş kuru üzüm suyu örneklerinin güvenliğinin, tüketicilere ulaşana kadar iyi hijyenik uygulamalara (GHP) ve depolama koşullarına bağlı olduğu söylenebilir.

**Anahtar Sözcükler:** Fenolik asit bileşikleri, kalite ve güvenlik, kara üzüm suyu, polifenoloksidaz

## 1. Giriş

Üzüm, çoğunlukla kuzey yarımkürenin ılımlı bölgelerinde ve Amerika ile Asya arasında bölünmüş çoğulculukta bulunan *Vitis* cinsinin çok yıllık ve yaprak döken odunsu üzümlerinde yetişen, dağınık olmayan bir meyvedir (Mullins ve ark. 1992).

Kurutma, ürünlerin raf ömrünü arttırmak için nem içeriğini ve reaksiyon hızını azaltarak meyvelerin korunmasında kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Nem içeriği açık güneşte kurutmada numunelerin kuruma süresi ile değişmektedir. Üzümün başlangıçtaki nem içeriği kütlece % 78 ile % 80 arasında değişmekteydi, ancak kurutmadan sonra nihai % 22'ye düştü. Üzümlerin dehidrasyonu için üç yöntem kullanılır; bunlardan ilki, doğal kurutulmuş meyvelerin kalitesinin de etkilendiği ve düşük maliyetli bir işlem olduğu düşünülen güneş veya doğal kurutuculardır ve taze meyvelerde küçük bir benzerlik vardır. İkincisi doğrudan güneş kurutuculardır. Bu kurutucuda, kurutulacak olan malzeme, şeffaf örgülü veya yan panelsiz veya şeffaf panelli poli ağ içine yerleştirilir. Üçüncüsü, ürün kurutmanın yeni ve daha etkili tekniği olan dolaylı güneş kurutucusu. Meyve sularının içilmesinin, tüketicilerin sağlığı üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olabilir. Tüketici güvenliği talep ediyor ve kaliteli özelliklere sahip iyi işlenmiş gıdalar daha iyi gıda üretimini teşvik ediyor (Riahi ve Ramaswamy, 2004). Taze olarak ifade edilen üzüm suyu,% 70 ila 80 nem ve çok sayıda çözünmüş katı madde içerir. Bu çözünür katılar, birçok organik ve inorganik bileşiği içerir.

Doğal meyve suyu temel yapıyı ve kaliteyi korumak için fiziksel yöntemlerle meyveden elde edilen fermente edilmemiş veya fermente edilmiş üründür. Meyve suyu karbondioksit kullanımını uyandırabilir (Irak standardı, 1988). Shi ve diğ. (2003), benzoik asitler (galik asit, vanililik asit, protocatekuik asit ve p-hidroksibenzoik asitler) ve sinamik

asitler (klorojenik asit, kafeik asit kumarik asit, ferulik asit ve neoklorojenik asit) ihtiva eden üzümlerdeki evrensel fenolik asitler araştırıldı. Meyve suyunda fenolik bileşikler, karotenoidler, flavonoidler ve vitaminler gibi fitokimyasallar hastalık korumada önemli bir rol oynamaktadır (Gardner ve ark. 2000). Polifenol yüklü meyve suyu tüketimi, antioksidan durumunu iyileştirir. (Bub ve diğerleri, 2003).

Siyah üzüm taze meyve olarak tüketilir ve keskin tadı için özellikle değerlidir. Siyah kuru üzüm suyu yedi gün boyunca buzdolabında depolandığında düşük raf ömrüne sahiptir; bunun nedenleri; (1) kuru üzüm suyunun bakteri ve küflerle doğal olarak kirlenmesi, (2) enzimatik faaliyetlerdir (Polifenol oksidaz ve peroksidaz) ve bunlar, depolama sırasında tat ve aroma değişikliklerine yol açmaktadır. Kuru üzüm sularının buzdolabında saklanması, bazı meyvelerin arzu edilen kalitesinin önlenmesi için her zaman en iyi yöntem değildir. Meyve suyu hazırlamada kullanılan su, mikrobiyal kontaminasyonun ana kaynağı olabilir. Polifenol oksidaz (PPO) enzimi yüksek ısıya duyarlıdır ve dehidrasyon işlemi sırasında etkinliği azalır. Bu enzimin kalıntıları, depolama sırasında kuru üzümlerin solmasını engeller. Bununla birlikte, görünüm, tat ve koku gibi meyve suyu özellikleri, PPO, peroksidaz ve pektin metilesteraz gibi enzimlerin etkisiyle istenmeyen şekilde değişir (Awuah, 2007). Bu durumda piyasa değerlerinde mal ve ürün kalitesinde büyük kayıplar olmaktadır (Gauillard ve Richard-Forget 1997).

Irak'ta en yaygın kullanılan Erbil ve Süleymaniye siyah kuru üzümleriyle ilgili bu alanda böyle bir araştırma yapılmamıştır. Siyah kuru üzüm suları hakkında farkındalık oluşturmak için, bu çalışma fenolik bileşikleri, askorbik asidi, polifenol oksidaz enzim aktivitesini ve toplam mikrobiyal sayımı, mekanik olarak çıkarılan kuru üzüm suyunun kalite ve güvenliğinin temel parametreleri olarak ölçmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amaçlanan hedefler şunlardı: (1) pH, brix değerleri ve titre edilebilir asitlik dahil bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi, (2) fenolik miktar tayini et, tohum ve yerel kuru üzüm suyunda yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak asitler. (3) siyah kuru üzüm ve siyah kuru üzüm sularında PPO aktivitesinin kantitatif tayini, (4) numunelerin normal depolanması sırasında mikrobiyal analiz ve (5) duyu kalitenin belirlenmesi ve kuru üzüm suyu içeceklerinin depolanma sırasında kabul edilebilirliğinin belirlenmesi.

## 2. Materyaller ve Metotlar

### 2.1. Materyaller

### 2.1.1. Cihazlar

El tipi refraktometre (RHB-50ATC / % 0-50 Brix) Grand-index şirketinden (Hong Kong, Çin), masaüstü pH metre BP3001 Trans Instruments (S) Pte Ltd.'den (Jalan Kilang Barat, Singapur), UltiMate 3000 HPLC sistemleri ve UV-Görünür Bölge 200, Thermo Fisher Scientific'ten (Waltham, MA ABD), Novasina-a<sub>w</sub> Su Aktivitesi Ölçüm Cihazı Novatron Scientific'ten (Horsham, İngiltere) satın alındı.

### 2.1.2. Sarf malzemeleri

4-hidroksibenzoik asit, vanillik asit, galik asit, kafeik asit, klorojenik asit, asetonitril, metanol, fosforik asit, formik asit, D - (+) glukoz, sukroz, maltoz monohidrat, D-fruktoz, askorbik asit çözelti, polifenol oksidaz enzim çözeltisi, etilendiamintetraasetik asit (EDTA) çözeltisi, potasyum fosfat monobazik ve potasyum dihidrojen fosfat Sigma-Aldrich'den (Darmstadt, Almanya) satın alındı. Fenolftalein ve sodyum hidroksit çözeltisi Merck'ten (Darmstadt, Almanya) satın alındı. CHROMAFIL XTRA PVDF-20/25 filtresi Macherey-Nagel GmbH & Co. KG'den (Duren, Almanya) satın alındı.

## 2.2. Metotlar

### 2.2.1. Siyah kuru üzüm örneklerinin toplanması

*Vitis vinifera* üzümlerinden yapılan dört farklı siyah kuru üzüm suyu örneği farklı yerel pazarlardan (A, B örnekleri Sülemaniye'den; C, D örnekleri Erbil'den) toplanmıştır. Bunlardan ikisi (A ve C) bizim tarafımızdan laboratuarda hazırlandı ve diğer iki siyah kuru üzüm suyu numunesi (B ve D) yerel pazardan hazır olarak satın alındı. Daha sonra tüm numuneler, yerel siyah kuru üzüm sularının kalitesini ve güvenliğini araştırmak amacıyla deneylerde kullanılmaya kadar + 4 °C'de depolandı.

### 2.2.2. Taze sıkılmış kuru üzüm suyu örneklerinin analiz için hazırlanması

Numuneler, Abdullah (2012)'in yöntemine göre analiz için hazırlandı. 1 kg siyah kuru üzüm, musluk suyuyla yıkandı ve bir saat boyunca suya yatırıldı ve 2.5 L suyla karıştırılıp öğütüldükten sonra peynir süzme beziyle sıkılarak hazırlandı. Hazırlanan A ve C numuneleri analiz için kullanılmaya kadar buzdolabında +4 °C'de, iki hafta boyunca depolandı.

### 2.2.3. Nem içeriğinin belirlenmesi



Her numuneden 5 gr siyah kuru üzüm, altı saat boyunca 70 °C'de bir etüvde kurutuldu ve bir desikatörde soğutulduktan sonra, numuneler sabit bir değerde tartıldı. Her numune için üç tartım kopyası yapıldı. Denklem 1, numunelerin nem içeriğini hesaplamak için kullanıldı (Anonim, 1992).

$$M_n = [(W_w - W_d) / W_w] \times 100 \quad (1)$$

$M_n$  = numunenin kütlece nem içeriği (%)

$W_w$  = numunenin ıslak kütlesi

$W_d$  = numunenin kuruduktan sonraki kütlesi

#### 2.2.4. Numunenin pH değerlerinin belirlenmesi

Siyah kuru üzüm sularının pH değerleri oda sıcaklığında tezgah üstü pH metre kullanılarak ölçüldü. Ölçümlerden önce, pH metre kalibrasyon tamponları kullanılarak kalibre edildi (pH 4, 7 ve 10). Üzüm sularının pH değerleri, buzdolabında +4 °C'de depolama sırasında 0., 7. ve 14. günlerde, üçer kere ölçüldü.

#### 2.2.5. TSS (briks değeri) tayini

Siyah kuru üzüm suyu numunelerinin TSS içeriği, bir refraktometre kullanılarak ölçülen briks değeri ile ifade edildi. Briks değerleri, numunelerin buzdolabında +4 °C'de depolanması süresince; 0., 7. ve 14. günlerde tayin edildi. Briks değerlerini belirlemek için, her numuneden ayrı ayrı alınan birkaç damla prizma üzerine yerleştirilip kapatıldıktan sonra, 20 °C'de üçer kez okunan değerler kaydedildi.

#### 2.2.6. TTA değerlerinin belirlenmesi

Her numuneden 5'er mL alındı ve 250 ml'lik bir konik şişede 100 ml'ye kadar damıtılmış su ilave edildi, daha sonra gösterge olarak fenolftalein kullanılarak 0.067 N sodyum hidroksit çözeltisine karşı titre edildi. Aynı işlem her numune için üçer kez yapıldı. TTA içeriği, Xu ve ark. (2012)'lerinin metoduna göre, Denklem 2'den tartarik asit cinsinden (g/L) hesaplandı. Buzdolabında +4 °C'de depolanan numunelerin TTA içerikleri 0., 7. ve 14. günlerde üçer tekrar çalışılarak belirlendi.

$$\text{Tartarik asit (g / L)} = \frac{V_{NaOH} (mL) \times N_{NaOH} \times \text{tartarik asidin eşdeğer ağırlığı (g)} \times 1000}{V_{numune} (mL)} \quad (2)$$

#### 2.2.7. Şeker türlerinin ve miktarlarının belirlenmesi

Siyah kuru üzüm örnekleri ve siyah kuru üzüm suyu örneklerinin fruktoz, glukoz

ve sukroz içerikleri, Türk Standartları Yöntemi (TS, 2008)'ne göre HPLC kullanılarak belirlendi. 7.5 mL kuru üzüm suyu ve 2.5 mL metanol bir şişede karıştırılarak çalkalandı. Karışım, gözenek çapı 0.25 µm olan membran filtreler kullanılarak süzüldü. Tüm numuneler buzdolabında +4 °C'de depolama sırasında 0., 7. ve 14. günlerde analiz edildi.

### 2.2.8. HPLC kullanarak fenolik bileşiklerin belirlenmesi

Siyah kuru üzümün çekirdek ve etlerinde bulunan fenolik asitlerin türleri ve miktarları, taze hazırlanmış siyah kuru üzüm suyu ve buzdolabında +4 °C'de bir ve iki hafta depolanan siyah kuru üzüm suyu numunelerinde olduğu gibi HPLC kullanılarak sırayla belirlendi.

#### Örnek hazırlama:

**Çekirdek ve etli kısım:** Öğütülmüş çekirdek ve et örneği şişelere alındı ve üzerlerine 10'ar mL damıtılmış su: metanol karışımları (95:5) ilave edilerek su banyosunda 200 rpm'de ve 50 °C'de bir saat çalkalandı. Daha sonra 5 dakika boyunca 5000 rpm'de santrifüjlendi. Ekstreler, filtreler (gözenek boyutları 0.22 µm idi) kullanılarak flakonlara süzüldü ve HPLC analizi için kullanıldı.

**Üzüm suları:** 9.5 ml meyve suyu içeren hacimsel şişelere 0.5 mL metanol numuneleri ilave edildi ve daha sonra bu karışımlar 0.25 µm filtre ile şişeler kullanılarak filtre edildi. Süzüntüler HPLC ile analiz için kullanıldı.

**Kolon:** Thermo 250mm x 4,6 mm x 5 µm ID, hypersil gold

**Çözücü A:** Su: Formik Asit (98:2)

**Çözücü B:** su: Asetonitril: Formik Asit (78:20:2)

**Kolon sıcaklığı:** 28 ± 1 °C

**Enjeksiyon hacmi:** 20 µL

#### Standart stoklar:

Galik asit: 30 ppm (280 nm)

Kolorojenik asit: 60 ppm (280 nm)

Kafeik asit: 20 ppm (320 nm)

4-Hidroksi aenzoik Asit: 40 ppm (280 nm)

Vanilik asit: 20 ppm (280 nm)

#### Mobil faz akış hızları:

1 dak, 0.75 mL / dk, (A % 75 / B % 25)

5 dak, 0.75 mL / dk, (A % 50 / B % 50)

10 dak, 0.75 mL / dk, (A % 25 / B % 75)

12 dak, 0.75 mL / dk, (A % 25 / B % 75)

15 dak, 0.75 mL / dk, (A % 0 / B % 100) (hafifçe değiştirildi)

**Sistem bileşenleri:** SPD-M20A diyot dizisi detektörü, SIL-20A HT otomatik örnekleyici, CTO-20A kolonlu fırın ve DGU-20A5 gaz alma ünitesi.

**Prosedür:** Fenolik asitler, Tablo 1'deki parametrelere göre tayin edildi. Standart grafiklerin kalibrasyon katsayıları ( $R^2$ ) 0.990'dan büyüktü.

### 2.2.9. PPO'nun enzimatik yöntem ile tayini

PPO aktivitesi, sürekli spektrofotometrik aktivite tayini yöntemi ile belirlendi.

#### Reaktifler :

1. 50 mM potasyum fosfat tamponu (pH 6.5)
2. 5 mM L-3,4-dihidroksifenilalanin çözeltisi
3. 2.1 mM L-askorbik asit çözeltisi
4. 0.065 mM etilendiamintetraasetik asit çözeltisi (EDTA)
5. PPO enzim çözeltisi (reaktif A'da 500 - 1000 ünite / mL PPO içerir)

**Reaksiyon karışımındaki reaktif konsantrasyonları:** Tablo 2'de görüldüğü gibi, 3 mL reaksiyon karışımındaki reaktiflerin konsantrasyonları; potasyum fosfat tamponu 50 mM, L-askorbik asit, 0.17 mM ve PPO, 50-100 ünite şeklinde ayarlandı (Dawson vd., 1955; Marumo vd., 1986).

**Prosedür:** Tablo 2'deki ilk dört reaktif (mililitre cinsinden) uygun kuvars küvete pipetlendikten sonra ters çevrilerek karıştırıldı ve 25 °C'de dengeye getirildi. Spektrofotometre'de  $A_{265nm}$  sabitlenene kadar izlendi. Daha sonra, reaktif E ilave edilerek hemen ters çevrilip karıştırıldı ve 5 dakika sonunda  $A_{265nm}$ 'deki azalma kaydedildi.  $A_{265nm}/dk$ , hem numune hem de kör için maksimum doğrusal oran kullanılarak elde edilir.

**Aktivitenin Hesaplanması:** Enzim aktivitesi Denklem 3 kullanılarak hesaplandı.

$$Unite / mg \text{ enzim} = \frac{(\Delta A_{265nm} / dk)_{RK} - (\Delta A_{265nm} / dk)_{k\ddot{u}r}}{(0.001) (mg \text{ enzim} / RK)} \quad (3)$$

0.001 = 3 mL'lik bir reaksiyon karışımındaki (pH 6.5 sıcaklık 25 °C) absorbansın ( $A_{265nm}$ ) 1 dakikadaki değişimi.

RK = Reaksiyon Karışımı (3 mL)

**PPO aktivitesinin tanımı:** Bir ünite PPO aktivitesi, 25 °C'de pH 6.5'te L-3,4-dihidroksifenilalanin ve L-askorbik asit içeren 3 mL'lik bir reaksiyon karışımında  $A_{265 \text{ nm}}$ 'de 1 dakikada 0.001'lik bir değişikliğe neden olan enzim miktarı olarak tanımlandı.

**Tablo 2.1.** Fenolik asitlerin analiz parametreleri

Örnek adı	UV (nm)	RT(dk)	% 100	% 80	% 40	% 20	% 10
Gallik asit	280	4.187	30 ppm	24 ppm	12 ppm	6 ppm	3 ppm
Kollojenik asit	280	4.877	60 ppm	48 ppm	24 ppm	12 ppm	6 ppm
Kafeik asit	320	6.797	20 ppm	16 ppm	8 ppm	4 ppm	2 ppm
4-hidroksi benzoik asit	280	6.763	40 ppm	32 ppm	16 ppm	8 ppm	4 ppm
Vanilik Asit	280	9.793	20 ppm	16 ppm	8 ppm	4 ppm	2 ppm

**Tablo 2.2.** Reaktif karışımı ve kör bileşimleri

Reaktif	Reaksiyon Karışımı (mL)	Kör (mL)
Reaktif A (Tampon)	2.60	2.80
Reaktif B (L-DOPA)	0.10	0.10
Reaktif C (L-Askorbik Asit)	0.10	0.00
Reaktif D (EDTA)	0.10	0.10
Reaktif E (Enzim çözeltisi)	0.10	0.00

### 2.2.10. Su aktivitesi

Su aktivitesi ( $a_w$ ) ölçümü 25 °C'de su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak yapıldı. Belirli miktarlarda kuru üzüm numuneleri homojenize edildikten sonra, siyah kuru üzüm suyu numuneleri ise doğrudan okuma hücrelerine yerleştirildi. Bölme havasındaki su 25 °C'de dengeye ulaştıktan sonra  $a_w$  ölçüldü (Aktaş ve Polat, 2007).

### 2.2.11. Toplam bakteri sayımı

Numunelerdeki toplam bakteri sayımı, Braide ve ark. (2012)'nin metoduna göre numunelerin buzdolabında +4 °C'de depolanması sırasında 0., 7. ve 14. günlerde yapıldı. 10 mL numune, 90 mL steril damıtılmış suyla seyreltildi ve 10 kat seyreltme elde etmek için iyice karıştırıldı. Her bir örnek için besi yeri olarak, 30-300 CFU / mL bakteri içeren çift besin agar plakaları kullanıldı. Seri olarak 8-10 kat seyreltilmiş numuneler,  $37 \pm 1$  °C'de bu plakalar üzerine 48 saat süreyle inkübe edildi. Daha sonra, numunelerdeki toplam bakteri sayıları, Yayılmış Plaka Tekniği kullanılarak belirlendi.

$$\text{Plakadaki koloni sayısı} \times \text{Numune dilüsyonunun tersi} = \text{Bakteri sayısı} / \text{mL}$$



### 2.2.12. Duyusal değerlendirme

Siyah kuru üzüm suyunun duyusal olarak değerlendirilmesi çok önemlidir ve yeni ürünlerin kabul edilebilirliğini göstermek için güvenilir bir fikir verir. Örnekler plastik bir şişenin içinde en az on panelciye verildi. Numuneler, buzdolabında +4 °C'de depolanma sırasında 0., 7. ve 14. günlerde görünüm, aroma, tat, tatlılık ve doku / ağız hissi gibi duyusal değerlendirme kriterleri ve tüketici tarafından kabul edilebilirlikleri açısından panelistler tarafından değerlendirildi. Puanlamada 5 puanlık bir hedonik skala kullanıldı; 1 puan hiç hoş değil, ve 5 puan çok hoş anlamındaydı (Watts, 1989).

### 2.2.13. İstatistiksel analiz

Bu çalışmada, bütün deneyler paralel üç tekrar şeklinde yapıldı. Tablo ve şekillerde verilen rakamların herbiri üç farklı ölçümün aritmetik ortalamasını göstermektedir. Ayrıca, elde edilen verileri analiz etmek için PROC GLM (Genel Doğrusal Model) prosedürü (SAS, 1999) kullanılmıştır. Öte yandan, ( $\geq 0.05$ ) seviyesinin altındaki tüm özellikler için araçlar arasında bir karşılaştırma yapmak amacıyla Duncan Çoklu Aralık Testleri kullanıldı.

## 3. Bulgular ve Tartışma

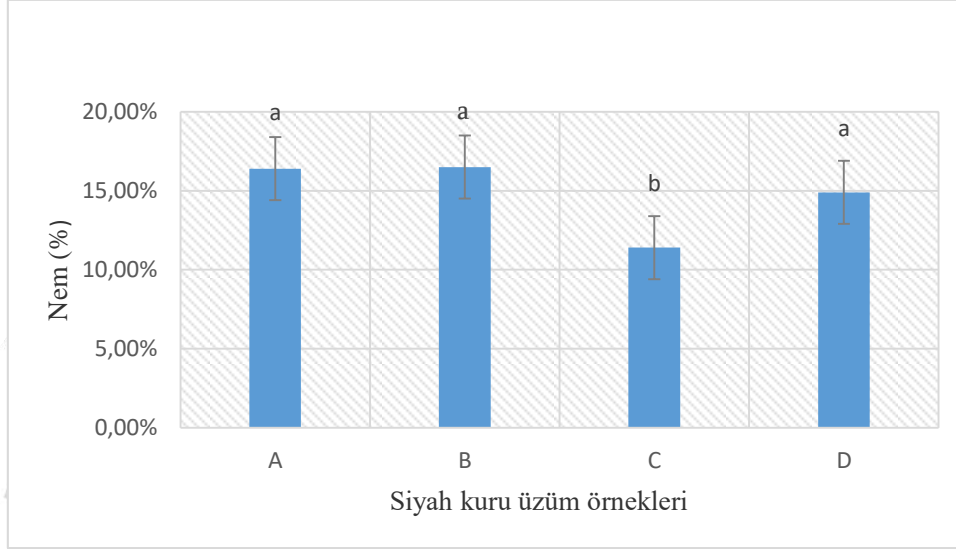
### 3.1. Siyah kuru üzümde nem içerikleri

Siyah kuru üzümün nem içeriğinin belirlenmesi, üzüm meyvelerinin raf ömrünü tüketenlerin tahmininde önemli bir rol oynar. Üzüm özellikleri doğrudan kuru üzüm kalitesini etkiler. Kuru üzüm, düşük nem içeriği nedeniyle bozulabilir tarım ürünleri olarak kabul edilmez (Christensen, 1995). Şekil 1'de gösterilen veriler, belirlenen en yüksek nem içeriğinin (% 16.5) örnek B'de, en düşük nem içeriğinin (% 14.9) ise örnek C'de bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, diğer örneklerden önemli ölçüde farklı olan örnek C hariç, tüm numunelerde nem içeriği arasında önemli bir fark gözlenmedi. Bu sonuçlar, nem içeriği aralığını % 11-18 arasında bildirenlerle uyumludur (Christensen, 1995).

### 3.2. Siyah kuru üzüm sularının pH değerleri

Meyve suyunda biyoaktif bileşiklerin kararlılığını aydınlatan önemli kalite özelliklerinden biri pH'dır. Meyve suyunda düşük pH'ın nedeni organik asitler gibi bileşiklerdir. Kurutma ve işleme sırasında pH yükselebilir veya düşebilir (Tasnım ve ark.

2010). Şekil 2'ye göre, A'nın, en yüksek pH değerine (4.23) ve 14 depolanan D'nin de en düşük pH değerine (2.96) sahip olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, depolama süresinin tüm numunelerin pH değerleri üzerinde etkili olduğu ve bunun bir sonucu olarak 1 ve 2



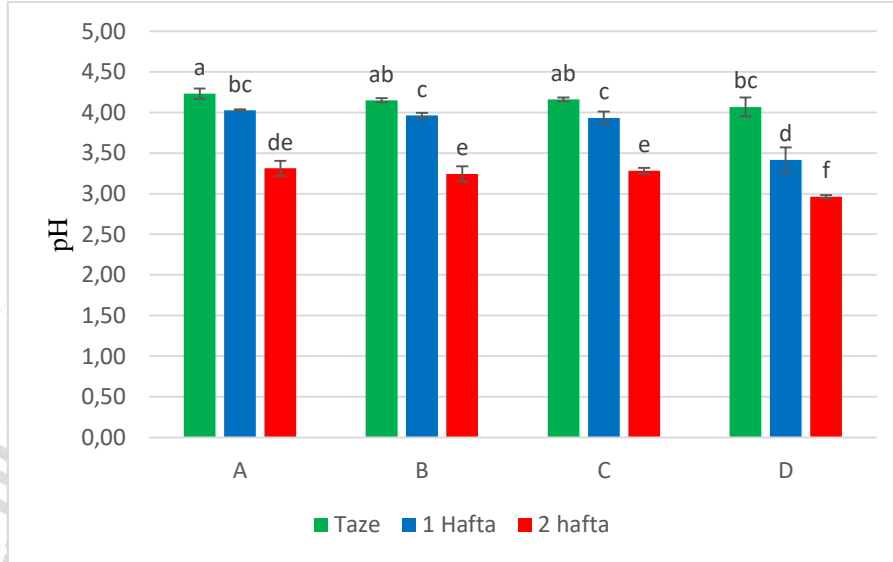
Şekil 1. Kuru üzüm numunelerinin nem içerikleri

hafta sonra pH değerinde kademeli bir düşüş görülmektedir. Bu sonuç, pastörizasyon ve kimyasal koruyucuların, ortam sıcaklığında üç ay boyunca depolanan elma suyunun kalitesi ve raf stabilitesi üzerindeki etkisinin incelenmesi ile ilgili Mehmood ve arkadaşlarının (2008) çalışmasında elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Bununla birlikte, benzer sonuçlar Wisal ve ark. (2013) tarafından da bulunmuştur. Ayrıca, meyve sularında depolama sırasında mikrobiyal ve enzimatik aktivitelerin de pH değerinde düşüşe neden olabileceği bildirilmiştir (İbrahim, 2016).

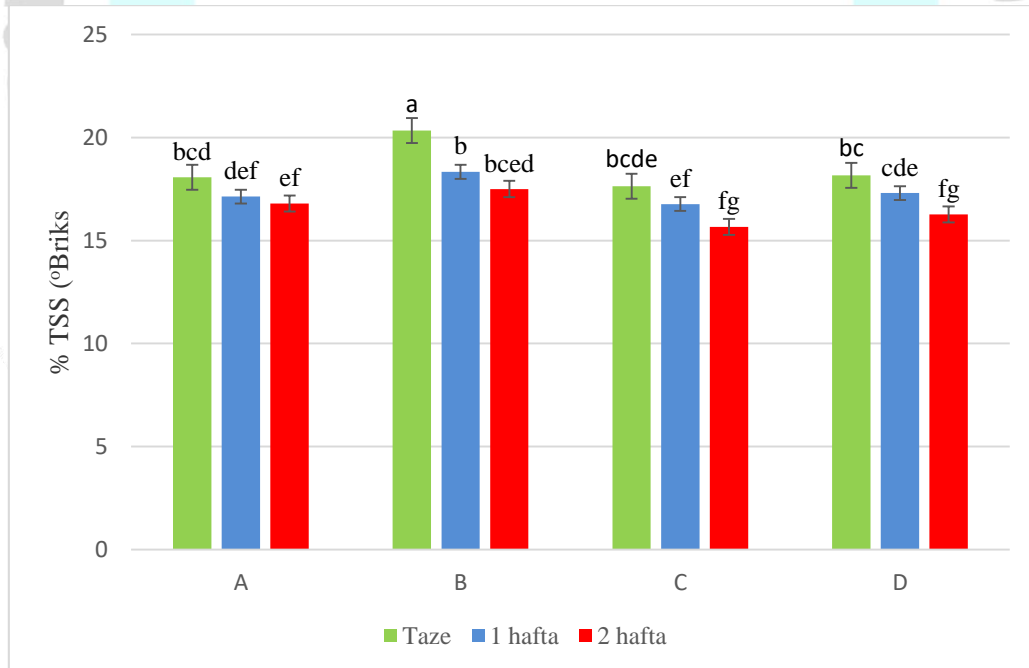
### 3.3. Siyah kuru üzüm sularının TSS (<sup>o</sup>Briks) değerleri

Farklı depolama periyodunda depolanan siyah kuru üzüm suyunun TSS değerleri, Şekil 3'te verilmiştir. En yüksek TSS değerleri, taze A ve B örneklerinde sırasıyla % 18.06 ve % 20.33 olarak belirlenmiştir. TSS değerlerinin, bütün örneklerde depolama süresince kademeli olarak azalıp iki hafta sonunda en düşük değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu bulgu, Wisal ve arkadaşlarının (2013) yaptığı çalışmalarla uyumludur. 20 gün boyunca soğutulduktan sonra çilek suyunda yaklaşık TSS değerinin 0.5 kat azaldığını bildirmişlerdir. Arin ve Akdemir (2004) de TSS'nin saklama süresi (2 ay) sonunda azaldığını bildirmişlerdir. Ancak, Bull ve ark. (2004) ayrıca TSS'nin ısı işlem görmüş Valencia ve Navel portakal suyunun + 4 °C'deki buzdolabında saklama süresi boyunca

önemli ölçüde değişmediğini göstermiştir. Öte yandan, Mgaya-Kilima (2014) ile Bhardwaj ve Pandey (2011) tarafından yapılan gözlemlerde, +4 °C ve 28 °C sıcaklıklarda 6 ay boyunca gözlemlenen roselle-meyve karışımlarının TSS içeriğinde hafif bir artış



Şekil 2. Siyah kuru üzüm sularının pH değerleri



Şekil 3. Kuru üzüm sularının TSS içerikleri (°Briks değerleri)

bildirmişlerdir. TSS değerindeki artış, muhtemelen polisakaritlerin monosakarit ve oligosakaritlere hidrolizinden kaynaklanıyor olabilir. TSS değerlerindeki azalma ise muhtemelen örneklerin içerdiği şekerlerin fermantasyondan dolayı etil alkole, yada

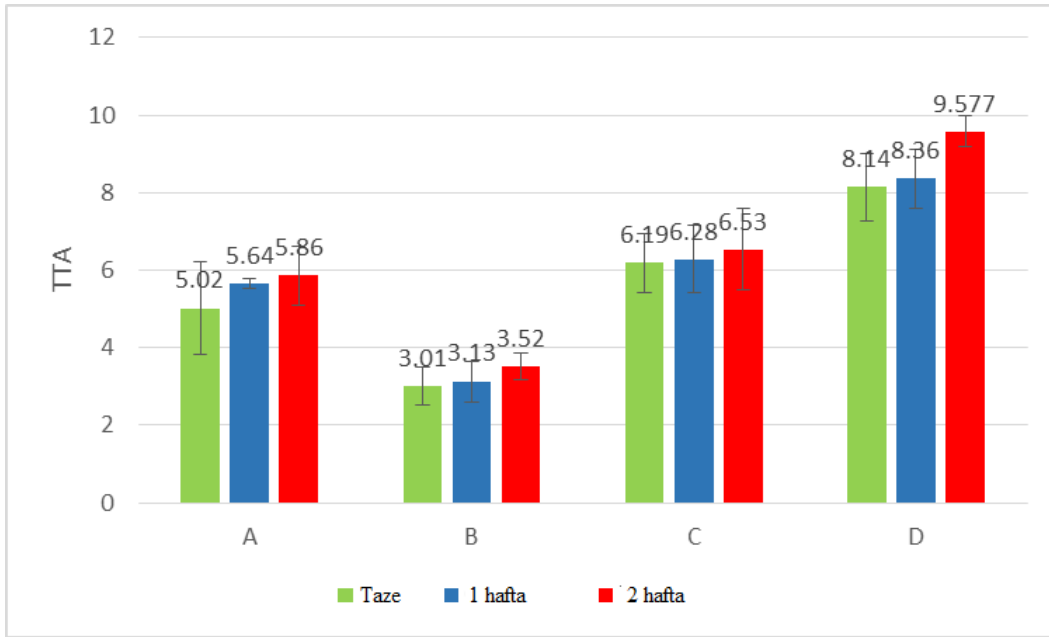
karbondioksit ve suya dönüşmesinden kaynaklanmaktadır.

### 3.4. Siyah kuru üzüm sularının TTA içerikleri

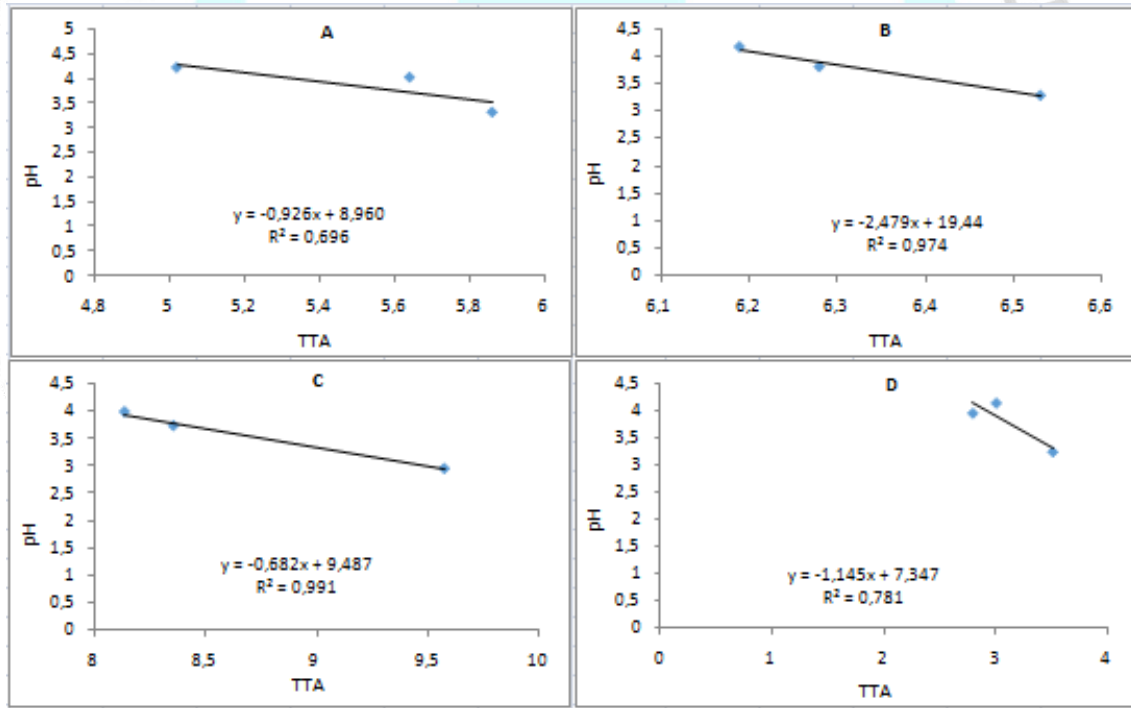
Tartarik asit, üzüm veya kuru üzüm suyunda en önemli asidik bileşendir ve üzüm suyu için önemli bir standarttır (Kanellis ve Roubelakis, 1993). Üzümlerde ana organik asit ekstraktları tartarik, malik, ayrıca az miktarda sitrik ve süksinik asittir (Kliwer, 1966). Farklı üzüm çeşitlerinden elde edilen kuru üzümdeki diğer asitler, depolama sırasında tartarik, malik, sitrik, süksinik asitlere dönüşür. İstatistiksel analiz, deponun çoğu numunede titre edilebilir asitliği etkilemediğini gösterdi. Alkolik fermantasyon sırasında veya malo-laktik fermantasyon sırasında laktik asit oluşumu, hem toplam asitlik hem de titre edilebilir asitlik oranının düşürülmesine neden olduğunu ve fermantasyon veya stabilizasyon sırasında potasyum bitartratın çökmesinin hem toplam asitliği hem de titre edilebilir asitliği azaltacağı bildirilmiştir (Boulton 1980). Şekil 4'te gösterildiği gibi, taze numunelerin çoğu arasında önemli bir fark vardır. Taze B ve D numunelerindeki TTA'nın sırasıyla 3.01 g / L ve 8.14 g / L olduğu tespit edildi. Üzüm çeşitlerinin TTA'dan farkı bekleniyordu, bunun nedeni iklim, çeşitlilik, genetik ve kültürel uygulama gibi bazı faktörlerden kaynaklanıyor olabilir (Dharmadhikari, 2010). Yüksek TTA, tartarik asidin varlığının bir göstergesi olabilir (Kodur, 2011). Şekilde görüldüğü gibi, iki hafta boyunca depolanan D numunesi en fazla TTA değerini (9.577 g / L) gösterirken, taze hazırlanan B numunesi en düşük TTA değerini (3.01 g / L) göstermiştir. Şekil 5'e göre ise, tüm numunelerin TTA değerleri, azalan pH değerleri ile doğrusal olarak artmıştır.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019





Şekil 4. Siyah kuru üzüm sularının TTA içeriği



Şekil 5. pH ve TTA arasındaki ilişki.

### 3.5. Siyah kuru üzüm sularında tayin edilen şekerlerin türleri ve derişimleri

Meyve ürünlerinin en önemli bileşenlerinden biri, raf ömrünün uzaması için doğal bir gıda maddesi olarak da önemlidir ve aynı zamanda şekerdir (Bhardwaj ve Pandey 2011). Üzümdeki şeker içeriği, kabul edilebilir kalitede kuru üzüm veya sofralık üzüm

elde etmek için esastır. Kurutma öncesi ilk şeker içeriğinin 22 °Briks'ten daha fazla olması gerektiği belirtilmiştir (Amerine, 1981). Kuru üzüm suyunun tatlı bir tadı vardır; sonuç olarak, kuru üzüm suyunun kalitesini değerlendirmek için ana parametreler şekerlerin konsantrasyonu ve pH asitliğidir. Temel olarak, üzüm veya kuru üzüm suyunda bulunan sükroz, glukoz ve fruktozun iz içeriği ile, suda en fazla çözünür olanı olduğu düşünüldü, çünkü bir monosakarit olarak indirgen şekerlere aittir. Daha da önemlisi, kuru üzüm suyundaki heksoz şekeri, mayalar tarafından yürütülen anaerobik fermentasyon yoluyla alkole dönüştürülür.

Tablo 3, siyah kuru üzüm suyu örneklerindeki şeker konsantrasyonları göstermektedir. Kuru üzüm suyunda glukoz (53.52 - 99.127 g / L) ve fruktoz (45.04-104.80 g / L) ve eser miktarda sukroz (0-16.67 g / L) olmak üzere üç tür şeker tanımlandı. Bu sonuçlar, 8 farklı üzüm türünde glukoz ve fruktoz konsantrasyonunun, sırasıyla 89.4 ile 144.24 g / L ve 92.1 ile 139.4 g / L arasında değişen baskın şekerler olduğunu gözlemleyen Duran (2014)'in sonuçları ile tutarlıdır.

**Tablo 3.** Siyah kuru üzüm sularında tayin edilen şeker türleri ve derişimleri

Şeker türleri ve derişimleri (g/L)						
Numuneler	Zaman	Glukoz	Fruktoz	Sükroz	Glu / Fru	Glu / (Fru + Suc)
A	Taze	79.30	83,43	0.00	0.95	0.95
A	Bir hafta	77.69	82,85	0.26	0.93	0.93
A	İki hafta	53,52	45.04	0.89	1,18	1.16
B	Taze	99.12	104,80	6.52	0.94	0.89
B	Bir hafta	94,39	100,51	0.01	0.93	0.93
B	İki hafta	99.10	98,71	0.46	1.00	0.99
C	Taze	63.15	57,90	0.00	1.09	1.09
C	Bir hafta	62.86	60.05	0,36	1.04	1.04
C	İki hafta	60.05	53,26	0.04	1.12	1.12
D	Taze	67.37	68,85	16.67	0.97	0,78
D	Bir hafta	66,60	70,64	0.16	0.94	0.94
D	İki hafta	56,93	53.15	0.15	1.07	1.06

Tabloya göre, glukoz / fruktoz oranı 0,97-1,07 arasındadır. Ayrıca, glukoz / (fruktoz + sukroz) oranının 0.95-1.06 arasında olduğu da görülmektedir. Bunlar, birkaç araştırmacı tarafından bildirilen sonuçlara benzer. Shiraishi ve arkadaşları (2010), glukoz / (fruktoz + sukroz) oranının 0.8'den yüksek olduğunu, şeker kompozisyonunun üzüm türlerine bağlı olduğunu bildirmiştir. Dai ve ark. (2011), glukozun fruktoza oranının 0.47-1.12 arasında değiştiğini, ve üzümlerin olgunluk derecesine bağlı olduğunu bildirmiştir. Öte yandan, bu

çalışmada elde edilen sonuçların Elsheikh ve ark. (2014) tarafından, buzdolabında saklanan Abu Samaka konsantresinin toplam şekerlerinin 2 ay sonra azaldığını bildiren çalışması ile de tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.

### 3.6. Siyah kuru üzümde ve üzüm sularında tayin edilen fenolik asitler

Soğutma, gıdalardaki kimyasal ve biyolojik süreçleri ve buna eşlik eden bozulma ve besin kalitesi kaybını yavaşlatır. Karotenoidler, flavonoidler ve fenolik asit bileşiklerinin üzüm veya kuru üzüm suyunda biyoaktivitesi gibi yeterli miktarda fitokimyasal oluşumu kalite ve yüksek beslenme değeri standart olabilir. Kahkonen ve ark. (2012), üzüm suyunun fenolik bileşikler gibi önemli bir biyoaktif bileşik kaynağı olduğunu ve bu ürünün tüketiminin tüketici sağlığına yönelik çeşitli sağlık yararlarıyla ilişkili olduğunu açıklamıştır. Tablo 4, incelenen kuru üzümün çekirdek ve etlerinde belirlenen fenolik bileşiklerin türlerini ve miktarlarını göstermektedir.

**Tablo 4.** Siyah kuru üzüm çekirdeklerinde ve etlerinde tayin edilen fenolik asitler

Fenolik Asitlerin derişimleri (mg/kg)								
Örnekler	A		B		C		D	
Fenolik asit	Çekirdek	Et	Çekirdek	Et	Çekirdek	Et	Çekirdek	Et
Gallik	404.96	532.69	607.78	650.46	699.31	704.01	818.76	745.68
Klorojenik	604.86	428.26	278.09	843.84	592.5	1855.8	599.7	1137.34
Vanilik	27.19	99.9	47.7	108.55	15.75	85.78	15.67	77.22
Toplam	1037.01	1060.85	933.57	1602.85	1307.56	2645.59	1434.13	1960.24

Bu sonuçlar, klorojenik, gallik ve vanilik asidin, siyah kuru üzümün hem çekirdeklerinde hem de etlerinde biyoaktif fenolik bileşik türleri olarak tespit edildiğini göstermektedir. Ayrıca, siyah kuru üzümün çekirdeklerinde ve etlerinde belirlenen fenolik asitlerin toplamalarının sırasıyla 933.57 ila 1434.13 mg / kg ve 1060.85 ila 2645.59 mg / kg arasında değiştiği de görülmektedir. Kuru üzümün çekirdek ve etindeki fenolik asit konsantrasyonlarının değişmesi, Hassan ve ark. (2015) tarafından belirtildiği gibi üzüm çeşitlerinden, kurutma ve depolama koşullarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar, Shi ve ark. (2003) ile Eyduran ve ark. (2015) tarafından elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Öte yandan, Tablo 5'te verilen sonuçlar aynı fenolik asit bileşiklerinin taze kuru üzüm suyunda ve soğutulmuş kuru üzüm sularında bir ve iki hafta boyunca farklı bir konsantrasyonda tanımlandığını göstermektedir. Tablo 5'te ayrıca

gallik, klorojenik ve vanilik asitler açısından en yüksek içeriklerin, diğerlerinden önemli ölçüde farklı olan sırasıyla taze A, C ve D kuru üzüm suyu örneklerinde bulunduğu da görülmektedir. Bu sonuçlar, fenolik bileşiklerin biyoyararlanımıyla ilgili yüksek besin değerini göstermektedir. Bu bileşiklerin artan ve azalan seviyeleri bir ve iki haftalık depolamadan sonra, siyah kuru üzüm suyunun organoleptik niteliklerini değiştirmektedir.

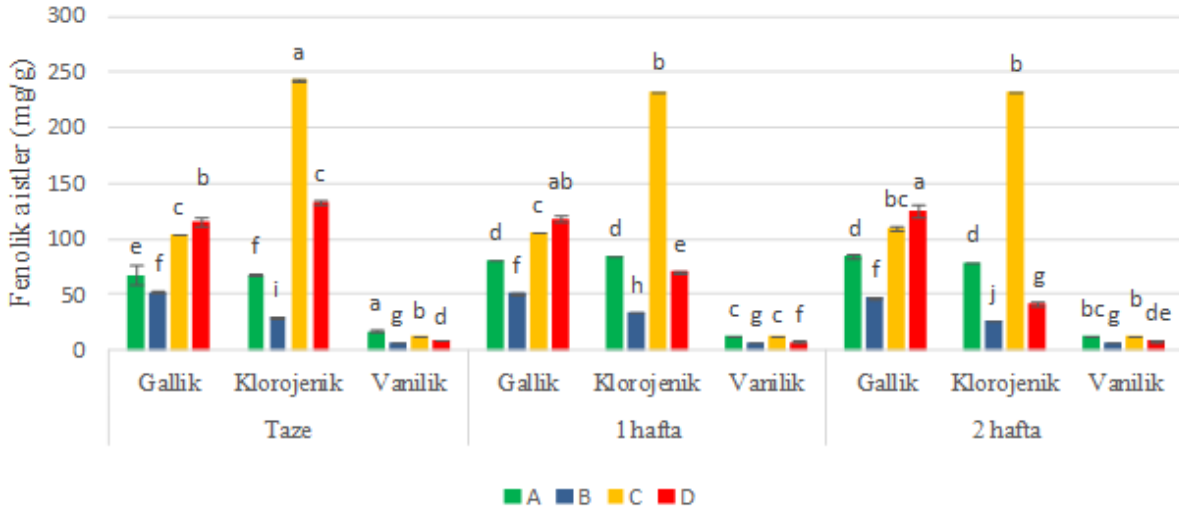
Şekil 6'da görüldüğü gibi, gallik asit bileşiği, kuru üzüm suyunun depolanma süresince bir hafta ve iki hafta sonra A numunesinde belirgin bir şekilde artmış, aynı zamanda D numunesinde bir hafta sonra hafifçe artmış ve iki hafta sonra ise önemli ölçüde artmıştır.

Diğer taraftan, taze kuru üzüm suyu numunesi B'deki gallik asidin miktarı, bir ile iki haftalık depolama arasında anlamlı bir farklılık göstermedi. Ancak, gallik asit miktarındaki (17.23) en yüksek artış, iki hafta sonra A numunesinde kaydedildi. Klorojenik asit, bir hafta depolamadan sonra A ve B numunelerinde anlamlı bir şekilde artarken, vanilik asit bileşiği A numunelerinde önemli ölçüde değişti ve bir ve iki hafta

**Tablo 5.** Siyah kuru üzüm sularında galik, klorojenik ve vanilik asitler

Fenolik asitler	Derişimler (mg/kg)				Depolama
	A	B	C	D	
Galik asitler	67.99 ± 0.53	52.09 ± 0.10	104.37 ± 0.15	115.63 ± 0.56	Taze
kloroenik asit	67.96 ± 0.67	29.48 ± 0.44	242.87 ± 0.85	132.66 ± 0.20	
Vanilik asit	17.67 ± 0.42	6.61 ± 0.01	13.68 ± 0.65	8.43 ± 0.02	
<b>Toplam</b>	<b>153.62</b>	<b>88.18</b>	<b>360.91</b>	<b>256.71</b>	
Galik asitler	81.38 ± 0.09	50.86 ± 0.74	106.07 ± 0.37	118.28 ± 0.47	Bir hafta
Kloroenik asit	84.28 ± 0.23	33.66 ± 0.29	232.98 ± 0.05	70.37 ± 1.65	
Vanilik asit	12.72 ± 0.02	6.68 ± 0.10	12.75 ± 0.15	7.95 ± 0.17	
<b>Toplam</b>	<b>178.38</b>	<b>91.19</b>	<b>351.80</b>	<b>196.60</b>	
Galik asitler	85.22 ± 0.28	47.48 ± 0.81	110.03 ± 0.20	126.03 ± 0.09	İki hafta
kloroenik asit	79.30 ± 0.37	26.99 ± 0.28	232.49 ± 0.01	42.62 ± 0.18	
Vanilik asit	12.99 ± 0.05	6.32 ± 0.02	13.34 ± 0.35	8.31 ± 0.27	
<b>Toplam</b>	<b>177.51</b>	<b>80.79</b>	<b>355.86</b>	<b>176.96</b>	





Şekil 6. Kuru üzüm suyunda fenolik asitler.

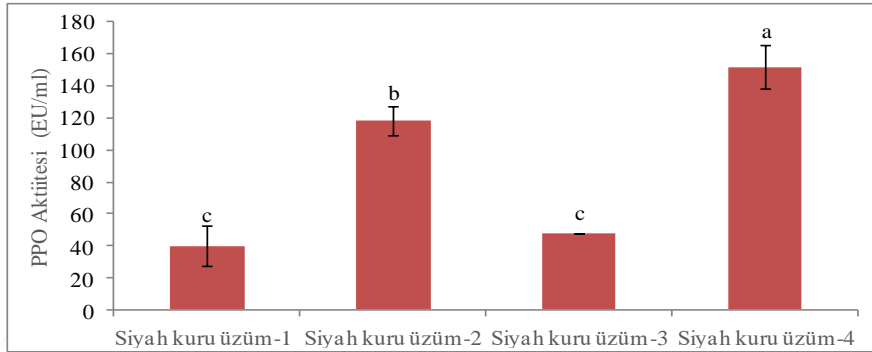
sonra B örneğinde önemli bir şekilde değişmedi. Fenolik asit bileşimi A numunelerinde önemli ölçüde değişti ve bir ve iki hafta sonra B örneğinde önemli bir şekilde değişmedi.

Soğutulmuş depolama süresinin sonunda, fenolik bileşiklerin mevcudiyetindeki farklılıklar, fermantasyon ve bazı kimyasal reaksiyon ve enzim aktivitesine ve ayrıca kuru üzüm ve meyve sularının üretimi için kullanılan üzümlerin tipine, bağlı olarak, fenolik asit bileşimini büyük ölçüde etkileyebilir (Eyduran ve ark., 2015).

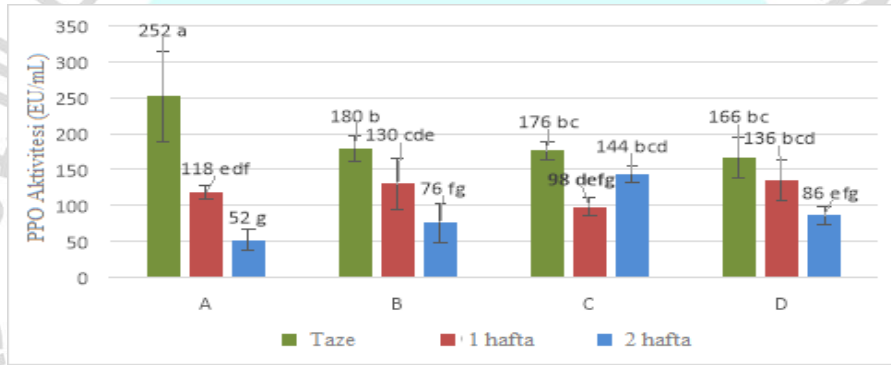
### 3.7. Siyah kuru üzüm ve sularında PPO aktiviteleri

İstenmeyen meyve suyu kalitesinin ana nedenlerinden biri, PPO etkisinden kaynaklanan enzimatik esmerleşmedir. Meyve sularının tazeliği bir buzdolabında +4 °C sıcaklıkta saklanarak birkaç gün uzatılabilir. Böylece, kaliteyi düşüren, duysal değerlendirmeyi bozan ve bulanıklığa, esmerleşmeye ve tortulaşmaya neden olan mikrobiyal kontaminasyon önenebilir (Lea, 1994). Yemenicioğlu ve Cemeroglu (1997), PPO ve peroksidaz (PO) gibi oksidatif enzimlerin, taze meyve suyunun renk ve tadının yanı sıra besinsel ve duysal değerleri azaltmada ana faktör olduğunu göstermiştir. Şekil 7'de gösterildiği gibi, en yüksek polifenoloksidaz enzimi değeri, kuru üzüm numunesi D'de gözlemlendi ve diğer numunelerden daha üstündü. En düşük PPO seviyesi, numune A'da bulundu. Ayrıca, mevcut deneysel koşullar altında, taze kuru üzüm suyu numuneleri arasında, taze kuru üzüm suyu numunesi A'da maksimum PPO değeri bulundu ve minimum değer, numune D'de gözlemlendi (Şekil 8). Belki de sonuçlardaki farklılıklar, üzümün türüne, asitliğine, depolama süresine, kurutma türüne ve meyve suyu arıtma

işleminde kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla tutarlıdır (Wesche-Ebeling ve Montgomery, 1990; Zemel ve diğerleri, 1990).



Şekil 7. Kuru üzümde PPO aktiviteleri



Şekil 8. Siyah kuru üzüm sularında PPO aktiviteleri

### 3.8. Siyah kuru üzüm ve siyah kuru üzüm sularında $a_w$

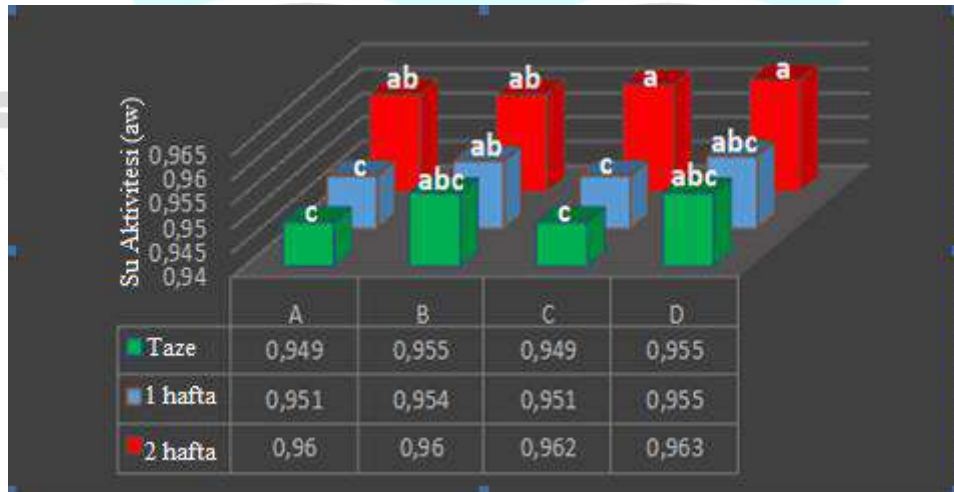
$a_w$  suyun gıda ürünlerinde yapısal veya kimyasal olarak ne kadar sıkı bağlandığını gösterir. Gıda güvenliği için önemli bir rol oynayan  $a_w$ , mikrobiyal büyüme, kimyasal / biyokimyasal reaksiyon oranları ve fiziksel özelliklerle sıkı sıkıya ilişkilidir. Bu nedenle, örnek olarak, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun hızı,  $a_w$  arttıkça artar ve 0.6-0.7'ye ulaşıldığında maksimum hıza ulaşır. Gıda bozulmasına neden olan bakterilerin büyük çoğunluğunun çoğalabileceği en düşük  $a_w$  değeri yaklaşık 0.90'dır. Küflerin ve mayaların çoğalması için en düşük değer 0.78 ve mikotoksijenik küflerin çoğalması için alt sınır ise yaklaşık 0.61'dir (Beuchat 1981). Saf suyun aktivitesi 1.00 ve tamamen dehidre edilmiş yiyeceklerin  $a_w$ 'si 0.00'dır.  $a_w$  değeri 0.00 - 1.00 arası ölçekte olan bir gıdanın, % 0-100'lük bir ölçekte olan Denge Bağıl Nem (ERH) ile ilgilidir. Böylece, % ERH =  $a_w \times 100$  olur. Bir gıdanın  $a_w$ 'si, gıdada suyun "ne derece" bağlı olduğunu ve bunun kimyasal / biyokimyasal

reaksiyonlara katılması ve mikrobiyal büyümeyi kolaylaştırması için uygunluğunu açıklar (Mossel ve diğerleri 1995).

Kuru üzümün yanı sıra, iki hafta boyunca soğukta depolanmış taze kuru üzüm suları ve kuru üzüm sularının  $a_w$  değerlerinin ölçümünden elde edilen sonuçlar sırasıyla Şekil 9 ve Şekil 10'da görülmektedir. Kuru üzüm ve taze kuru üzüm sularının  $a_w$  değerleri 25°C'de sırasıyla 0.484-0.519 ve 0.949-0.955 arasında değişmektedir. Kuru üzüm için elde edilen  $a_w$  değerleri, Mossel ve arkadaşları (1996) tarafından saptanan değerlerden (0.55-0.80) daha düşüktür. Bu fark, farklı kurutma işlemlerinin ve meyve suyu işlemlerinin bir sonucu olabilir. Ayrıca, çoğu kuru üzüm suyu ürününün ölçülen  $a_w$ 'leri, ürünlerin depolama süresinin artmasıyla bir miktar artmıştır. Bu sonuçlar muhtemelen toplam çözünen katı maddenin azalmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 9. Siyah kuru üzümde  $a_w$ .

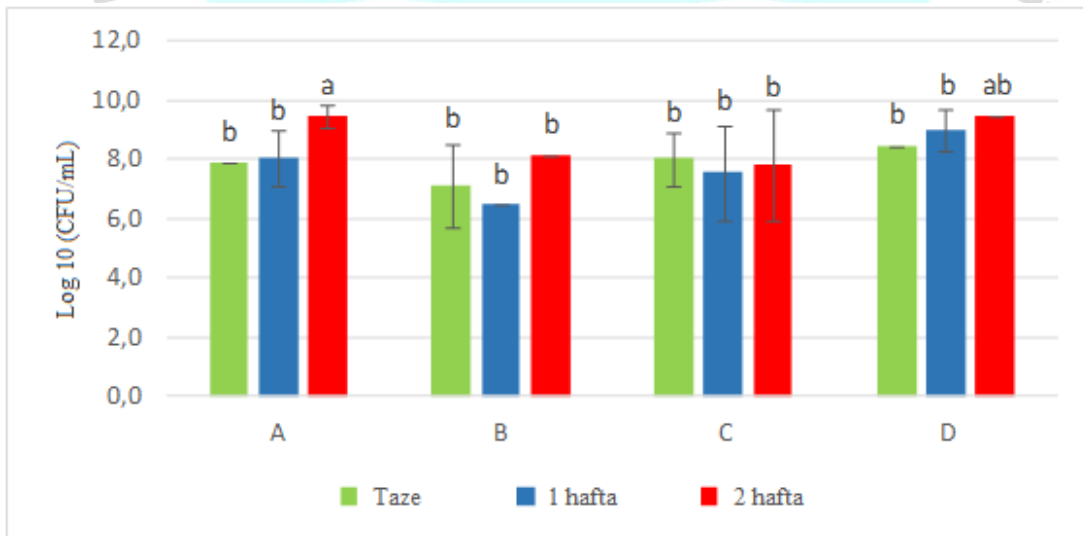


Şekil 10. Kuru üzüm sularında  $a_w$ .

### 3.9. Toplam bakteri sayımı

Gıda güvenliği, yeterli beslenme içeriği ve koruyucu ve katkı maddesi içermeyen biyoyararlanımı sağlamak, orijinal gıda ürünleri üzerindeki etkiyi en aza indirecek şekilde işlenmiş olan halk sağlığı ve tüketiciyi koruma olgusudur (Reed ve Grivetti, 2000). Tüketici sağlığının korunması için, siyah kuru üzüm suyu üretiminde iyi hijyenik uygulamalar (GHP) çok önemlidir. Ayrıca, iyi üretim uygulamaları (GMP) da, siyah kuru üzüm suyunun kalitesini ve güvenliğini olumlu yönde etkileyebilir. Üzüm suyu, ham maddeden üretimin sonuna kadar herhangi bir noktada kontamine olacak ve tüketicilere ulaşana kadar bulaşıcı patojenlerin kaynağı olabilir. Mikrobiyal popülasyon, pH, gerçek hijyen koşulları, üretim prosesleri ve depolama koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Buzdolabı her zaman meyve suyunun besin değerini koruyarak raf ömrünü uzatmanın en iyi yolu değildir.

Şekil 11'deki verilere göre, mikroorganizma sayısındaki artışın çoğu numunede depolamanın ilk haftasında olduğu, ardından depolama süresinin sonunda sonuçların maksimum değerlere ulaştığı görülmektedir. Taze kuru üzüm suyunda toplam mikroorganizma sayısının D ve B örneklerinde sırasıyla 8.48 ve 7.09 CFU / mL olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun sebebi, siyah kuru üzüm suyunun hazırlanması sırasındaki iyi hijyen uygulama koşullarına ulaşma derecesinden kaynaklanıyor olabilir. Diğer taraftan, tüm taze hazırlanmış siyah kuru üzüm suyu numunelerindeki mikroorganizma popülasyonunda, numunelerin depolama süresince bir fark görülmemektedir. Başka bir deyişle, taze hazırlanmış siyah kuru üzüm suyu numunelerinde mikroorganizmaların



Şekil 11. Toplam bakteri sayımı

sayısında çok az bir artış görülmektedir. Bu sonuçlar, Elsheikh ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan ve toplam mikrobiyal sayının depolanmanın başlangıcında sıfır olduğu



ve 2 ay sonra artmaya başladığını belirten çalışmalarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca bu sonuçlar, Kaddumukasa (2017)'nin, 24 °C ve 4 °C'deki renkli ve şeffaf şişelerde tutku meyvesi, ananas ve mango meyve sularının mikrobiyolojik analizlerinde elde ettiği sonuçlar ile de uyumludur.

### 3.10. Siyah kuru üzüm sularının duyuusal değerlendirilmesi

Bu çalışmada, duyuusal değerlendirme, kalite kontrolünün vazgeçilmez bir parçası olarak, taze kuru üzüm suyunun ve iki hafta boyunca soğutulmuş numunelerin kalite güvencesinin bir göstergesi olarak kullanılmıştır. Duyusal analiz, 10 panelist (5 kadın ve 5 erkek ve 18 ve 40 yaş arasında) tarafından tüketicinin kabul edilebilirliği açısından soğukta depolamanın başında, ortasında ve sonunda gerçekleştirildi. Değerlendirilen özellikler (görünüm, aroma, tat, tatlılık ve doku ağız hissi), duyuusal özelliklerin yoğunluğuna göre beş noktalı hedonik bir ölçek kullanarak puanlandı.

Tablo 6'de, taze hazırlanmış kuru üzüm suyu numunelerinin tüm duyuusal özelliklerde en yüksek kabul edilebilirliğe sahip oldukları açıkça görülmektedir. Bu, meyve suyunun tazeliğiyle ilgili olabilir (Akusu, vd., 2016). Ayrıca, Tablo 6'da görüldüğü gibi, tüm örneklerin renk hariç diğer tüm duyuusal özelliklerinde, depolama süresinin ortasında (1 hafta) çok az, sonunda (2 hafta) ise önemli ölçüde azalma olduğu

**Table 6.** Siyah kuru üzüm sularının duyuusal değerlendirilmesi

Test Süresi	Renk	Lezzet	Tat	Tatlılık	Doku /Ağız hissi
A Taze	4.00 ± 0.62ab	4.35 ± 0.52a	3.75 ± 0.67a	3.40 ± 0.80a	3.75 ± 1.06a
B Taze	3.60 ± 0.73abc	3.75 ± 0.67abc	3.40 ± 3.93a	3.05 ± 1.25a	3.30 ± 0.67ab
C Taze	3.80 ± 0.88ab	3.80 ± 1.22ab	3.75 ± 0.35a	3.35 ± 0.81a	3.80 ± 0.97a
D Taze	4.25 ± 0.75a	3.85 ± 1.10ab	3.65 ± 0.78a	3.50 ± 0.91a	3.20 ± 1.25ab
A 1 hafta	3.35 ± 0.78bcd	2.60 ± 0.73de	2.35 ± 0.85b	1.95 ± 0.76cd	2.50 ± 1.08b
B 1 hafta	3.85 ± 0.62ab	3.10 ± 1.24bcd	3.25 ± 0.97a	2.90 ± 0.80ab	2.75 ± 1.07b
C 1 hafta	3.55 ± 0.59abc	2.35 ± 0.57def	2.00 ± 0.33bc	2.00 ± 0.62cd	2.50 ± 0.81b
D 1 hafta	4.05 ± 0.49ab	3.00 ± 0.52cd	2.20 ± 0.71b	2.30 ± 0.91bc	2.50 ± 0.57b
A 2 hafta	3.10 ± 0.61cd	1.50 ± 0.52gh	1.30 ± 0.34ed	1.35 ± 0.52de	1.25 ± 0.58c
B 2 hafta	2.80 ± 0.53d	1.80 ± 0.67fgh	1.25 ± 0.63ed	1.15 ± 0.78e	1.55 ± 0.55c
C 2 hafta	2.70 ± 0.58d	1.25 ± 0.58 h	0.70 ± 0.53e	1.10 ± 0.51e	1.35 ± 0.57c
D 2 hafta	3.90 ± 0.80ab	2.20 ± 0.75efg	1.50 ± 0.47cd	1.40 ± 0.56ed	1.50 ± 0.57

da görülmektedir. Bu sonuç, duyuusal değerlendirme sonucunun, portakal / ananas suyu karışımlarının renk, lezzet, tat ve genel kabul edilebilirlik özelliklerinde anlamlı bir farklılık gösterdiğini tespit eden Akusu ve ark. (2016)'nın çalışması ile uyumludur.

Bhardwaj ve Nandal (2014) tarafından da, meyve suyu örneklerinin lezzet, renk ve acılık puanlarının, depolama süresinin ilerlemesi ile azaldığını göstermiştir. Duyusal özelliklerdeki zamanla meydana gelen bu değişimler, bazı kimyasal, mikrobiyal ve enzimatik reaksiyonlardan kaynaklanabilir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, incelenen siyah kuru üzüm suyu numunelerin hem kalitesi hem de güvenliği bakımlarından farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; (1) TSS ve pH değerleri, buzdolabında +4 °C'de iki hafta süreyle depolamanın sonunda önemli ölçüde azalırken, çoğu numunedeki TTA hafifçe değişti. (2) İncelenen tüm örneklerde gallik, klorojenik ve vanilik asitler olmak üzere üç farklı fenolik asit yanı sıra, glukoz, fruktoz ve sukroz olmak üzere üç farklı şeker belirlendi. (3) Taze hazırlanan siyah kuru üzüm suyu ile, buzdolabında +4 °C'de bir ve iki hafta boyunca depolanan siyah kuru üzüm suyunun toplam mikrobiyal içeriği önemli ölçüde değişmedi. (4) Buzdolabında +4 °C'de bir ve iki hafta boyunca depolanan siyah kuru üzüm suyunun su aktivitesi bir miktar azalırken, polifenoloksidaz aktivitesi, önemli ölçüde azaldı.

Sonuç olarak; (1) taze siyah kuru üzüm suyu numunelerinin, TTS, pH, fenolik asitlerin miktarı, görünüm, tatlılık ve aroma gibi duyuşal değerlendirme sonuçlarından elde edilen kalite parametrelerine göre, bir-iki hafta boyunca buzdolabında +4 °C'de depolanan numunelerden daha üstün olduğu, (2) Tohumlardaki ve kuru üzüm etindeki fenolik asit konsantrasyonlarındaki değişimin üzüm çeşitlerinden, üzüm suyu elde etmek için kullanılan kurutma yönteminden ve depolama süresinden kaynaklandığı, (3) bakteri sayımı ve su aktivitesinin değerlendirilmesi, işlenmemiş kuru üzüm suyu örneklerinin güvenliğinin, tüketicilere ulaşana kadar iyi hijyenik uygulamalara (GHP) ve depolama koşullarına bağlı olduğu söylenebilir.

#### Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmaya 2017-SİÜFEB-009 nolu proje kapsamında verdikleri finansal destek için Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkürü bir borç bilirlir.

Bu çalışma, "**Determination of Some Quality and Safety Parameters for Black Raisin Juice**" başlığı altında "*International Journal of Scientific and Technological Research*" adlı derginin 2019, 5 (4) nolu sayısının 58-76. sayfalarında yayınlanmak üzere

İngilizce araştırma makalesi olarak basım aşamasındadır. Yazarlar, aynı çalışmanın farklı kitlelere ulaşması amacıyla, **Türkçe Tam Metin Bildiri** olarak **Anadolu 1. Uygulamalı Bilimler Kongresi**'ne sunulmasına ve Kongrenin Tam Metin Bildiri Kitabında yayınlanmasına izin verdikleri için, "*International Journal of Scientific and Technological Research*" dergisinin editörler kuruluna da teşekkür ederler.

### Referanslar

- Abdullah, S.A. (2012). Alternative processing techniques for pasteurization of liquid foods: Microwave, ohmic heating and ultraviolet light, Doctoral dissertation, University of Hawai'i at Manoa, Manoa 1-143.
- Aktas, T., Polat, R. (2007). Changes in the drying characteristics and water activity values of selected pistachio cultivars during hot air drying. *J. Food Process. Eng.* 30(5): 607-624.
- Akusu, O.M., Kiin-Kabari, D.B., Ebere, C.O. (2016). Quality characteristics of orange/pineapple fruit juice blends. *Am. J. Food Sci. Technol.* 4(2): 43-47.
- Amerine, M.A., Ough, C.S. (1981). Methods for Analysis of Musts and Wines. *J. Inst. Brew.* 87(4): 223-224.
- Arin, S., Akdemir, S. (2004). Quality properties changing of grape during storage period. *J. Biol.Sci.* 4(2): 253-257.
- Awuah, G.B., Ramaswamy, H.S., Economides, A. (2007). Thermal processing and quality: principles and overview. *Chem. Eng. Process.* 46(6): 584-602.
- Beuchat, L.R. (1981). Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Foods World.* 26(7): 345-349.
- Bhardwaj, R.L., Nandal, U., (2014). Effect of storage temperature on physico-chemical and sensory evaluation of kinnow mandarin juice blends. *J. Food Process. Technol.* 5(8):1-4.
- Bhardwaj, R.L., Pandey, S. (2011). Juice blends—a way of utilization of under-utilized fruits, vegetables, and spices: a review. *Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.* 51(6): 563-570.
- Boulton, R. (1980). The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 31(2): 182-186.
- Braide, W., Oranusi, S.U., Otali, C.C. (2012). Microbiological status of processed fruit juice sold in the commercial city of Onitsha. *Scholarly J. Biol. Sci.* 1(3): 25-30.
- Bub, A., Watzl, B., Blockhaus, M., Briviba, K., Liegibel, U., Müller, H., Pool-Zobel, B.L., Rechkemmer, G. (2003). Fruit juice consumption modulates antioxidative status, immune status and DNA damage. *J. Nutr. Biochem.* 14(2): 90-98.

Bull, M.K., Zerdin, K., Howe, E., Goicoechea, D., Paramanandhan, P., Stockman, R., Sellaheewa, J., Szabo, E.A., Johnson, R.L., Stewart, C.M. (2004). The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 5: 135-149.

Chitarra, M.I.F., Chitarra, A.B. (2005). *Post-Harvest Fruits and Vegetables: Physiology and Handling*. 2nd ed., UFLA: Lavras, Brazil, p. 785.

Christensen, L.P., Bianchi, M.L., Lynn, C.D., Kasimatis, A.N., Miller, M.W. (1995). The effects of harvest date on Thompson seedless grapes and raisins. I. Fruit composition, characteristics, and yield. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(1): 10-16.

Dai, Z.W., Ollat, N., Gomès, E., Decroocq, S., Tandonnet, J.P., Bordenave, L., Pieri, P., Hilbert, G., Kappel, C., van Leeuwen, C., Vivin, P. (2011). Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: a review. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(4): 413-425.

Dawson, C.R., and Magee, R.J. (1955). Plant tyrosinase (polyphenol oxidase). *Methods Enzymol.* 2: 817-821.

Dharmadhikari, M. (2010). *Composition of grapes*. Iowa State University, Iowa State University Extension: Ames, Iowa. (<https://www.extension.iastate.edu/wine/files/page/files/compositionofgrapes.pdf>) (February 12, 2019)

Duran, Z. (2014). *Malatya ve Elazığ illerinde yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin organik asit, şeker ve fenolik madde bileşikleri ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*. M.Sc. Thesis, İnönü University, 1-62.

Elsheikh, A.O., Nour, A.E.A., Elkhalifa, A.E.O. (2014). Effect of storage on the quality attributes of concentrates of two mango (*Mangifera indica*) varieties grown in Sudan. *Br. J. Appl. Sci. Technol.* 4(14): 2069-2078.

Eyduran, S.P., Akin, M., Ercisli, S., Eyduran, E., Maghradze, D. (2015). Sugars, organic acids, and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) from Iğdir province of Eastern Turkey. *Biol. Res.* 48(2): 2-8.

Gardner, P.T., White, T.A., McPhail, D.B., Duthie, G.G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chem.* 68(4): 471-474.

Gauillard, F., Richard-Forget, F. (1997). Polyphenoloxidases from Williams pear (*Pyrus communis* L, cv Williams): activation, purification and some properties. *J. Sci. Food Agric.* 74(1), 49-56.

Hassan, N.A., El-Halwagi, A.A., Sayed, H.A. (2012). Photochemical, antioxidant and chemical properties accession growth in Egypt. *World Appl. Sci. J.* 16(8): 1065-1073.



- Ibrahim, M.A. (2016). Effect of different storage condition on pH and vitamin C content in some selected fruit juices (pineapple, pawpaw and watermelon). *Int. J. Biochem. Res. Rev.* 2: 1-5.
- Iraqi standard. (1988). Grape juices preserved exclusively by physical means. 1207, pp 1.
- Kaddumukasa, P.P., Imathiu, S.M., Mathara, J.M., Nakavuma, J.L. (2017). Influence of physicochemical parameters on storage stability: Microbiological quality of fresh unpasteurized fruit juices. *Food Sci. Nutr.* 5(6): 1098-1105.
- Kähkönen, M., Kylli, P., Ollilainen, V., Salminen, J.P. and Heinonen, M. (2012). Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudbberries. *J. Agric. Food Chem.* 60(5): 1167-1174.
- Kanellis, A.K. and Roubelakis-Angelakis, K.A. (1993). Grape. In: Seymour, G.B., Taylor J.E., Tucker G.A. (Eds.). *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman and Hall, London, 189-234.
- Kliwer, W.M. (1966). Sugars and organic acids of *Vitis vinifera*. *Plant physiol.* 41(6): 923-931.
- Lea A.G.H. (1994). Apple juice. In: J. Fry, G. G. Martin, M. Lees (auth.), P. R. Ashurst (Eds.). *Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juices and Fruit Beverages*. Chapman & Hall. Glasgow. 153-196
- Marumo, K., Waite, J.H. (1986). Optimization of hydroxylation of tyrosine and tyrosine-containing peptides by mushroom tyrosinase. *Biochim. Biophys. Acta.* 872 (1-2): 98-103.
- Mehmood, Z., Zeb, A., Ayub, M., Bibi, N., Badshah, A., Ihsanullah, I. (2008). Effect of pasteurization and chemical preservatives on the quality and shelf stability of apple juice. *Am. J. Food Sci. Technol.* 3(2): 147-153.
- Mgaya-Kilima B., Remberg, S.F., Chove, B.E., Wicklun T. (2014). Influence of storage temperature and time on the physicochemical and bioactive properties of Roselle-fruit juice blends in plastic bottle. *Food Sci. Nutr.* 2(2): 181-191.
- Mossel, D.A.A., Corry, J.E., Struijk, C.B., Baird, R.M. (1996). *Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies*. John Wiley & Sons. New Jersey, 1-736
- Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E. (1992). *Biology of the grapevine*. Cambridge University Press. Cambridge, 17-36.
- Reed, B.A., Grivetti, L.E. (2000). Controlling on-farm inventories of bulk-tank raw milk-An opportunity to protect public health. *J. Dairy Sci.* 83(12): 2988-2991.
- Riahi, E., Ramaswamy, H.S. (2004). High pressure inactivation kinetics of amylase in apple juice. *J. Food Eng.* 64(2): 151-160.
- SAS. (1999). *SAS/STAT User's Guide*. Version 8, first edition, SAS Publishing. Cary. 1-2552.

Shi, J., Yu, J., Pohorly, J.E., Kakuda, Y. (2003). Polyphenolics in grape seeds-biochemistry and functionality. *J. Med. Food.* 6(4): 291-299.

Shiraishi, M., Fujishima, H., Chijiwa, H. (2010). Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid, and amino acid composition of berries. *Euphytica.* 174(1): 1-13.

Tasnim, F., Hossain, M.A., Nusrath, S., Hossain, M.K., Lopa, D., Haque, K.M. (2010). Quality assessment of industrially processed fruit juices available in Dhaka city, Bangladesh. *Malays. J. Nutr.* 16(3): 431-438.

Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. and Elias, L.G. (1989). Basic sensory methods for food evaluation. IDRC, Ottawa, 1-164.

Wesche-Ebeling P., Montgomery M.W. (1990). Strawberry polyphenoloxidase: Extraction and partial characterization. *J. Food Sci.* 55(5): 1320-1324.

Wisal, S., Ullah, J., Zeb, A., Khan, M.Z. (2013). Effect of refrigeration temperature, sugar concentrations and different chemicals preservatives on the storage stability of strawberry juice. *Int. J. Eng. Technol.* 13(02): 160-168.

Xu, K., Aide Wang, A., Brown, S. (2012). Genetic characterization of the Malocus with pH and titratable acidity in apple. *Mol. Breed.* 30(2): 899-912.

Yemenicioğlu, A., Özkan, M. And Cemeroğlu, B. (1997). Heat inactivation kinetics of apple polyphenoloxidase and activation of its latent form. *J. Food Sci.* 62(3): 508-510.

Zemel, G.P., Sims, C.A., Marshall, M.R., Balaban, M. (1990). Low pH inactivation of polyphenoloxidase in apple juice. *J. Food Sci.* 55(2): 562-563.

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## FOKAL VE FOKAL OLMAYAN BEYİN SİNYALLERİYLE DERİN ÖĞRENME KULLANARAK EPİLEPSİ NÖBETİ TAHMİNİN YAPILMASI

**Arş. Gör. Talha Burak Alakuş**

Fırat Üniversitesi

**Prof. Dr. İbrahim Türkoğlu**

Fırat Üniversitesi

### ÖZET

Epilepsi, dünya üzerinde hemen hemen her yaşta insanı etkileyen ve 50 milyondan fazla kişide görülen bir nörolojik rahatsızlıktır. Epilepsi nöbetleri önceden tahmin edilmesi zor olduğundan aniden ortaya çıkmakta ve buda kişilerin yaşantılarını olumsuz yönde etkilemektedir. Hastalığın tedavisi bulunmakta ancak beyin sinyallerinin incelenmesi ve ona uygun bir tedavinin sunulması gerekmektedir. Manual olarak yapılan incelemeler hem zaman almakta hem de verilerin karmaşık olmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı bilgisayar tabanlı ve makine öğrenmesine dayalı bir sistemin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmada hazır EEG veriseti kullanılarak derin öğrenme mimarileriyle (AlexNet ve VGG-16) epilepsi nöbetinin tahmini yapılmıştır. Öncelikle veritabanından 3750'si fokal ve 3750'si fokal olmayan sinyal olmak üzere 7500 adet EEG verisi alınmıştır. Bu sinyal ilk adım olarak normalize işleme tabi tutulmuş ve veriler [0,1] aralığına ölçeklenmiştir. Ardından sinyallerin görüntüleri elde edilmiş ve mimarilere uygun bir şekilde boyutlandırılmıştır. Boyutlandırılan sinyal imgeleri AlexNet ve VGG-16 mimarileriyle sınıflandırılmış ve fokal ve fokal olmayan sinyallerin ayrımı yapılmıştır. Sinyallerin kesinlik, özgünlük ve duyarlılık değerleri elde edilmiş ve sonuçlar literatürde bu çalışmada kullanılan veri tabanı ile yapılan çalışmalar ile kıyaslanmıştır.

Çalışmanın sonucunda AlexNet mimarisi daha iyi sonuç vermiş ve sonuçlar sırasıyla %91.72, %87.28 ve %88.53 olacak şekilde kesinlik, özgünlük ve duyarlılık için elde edilmiştir. Bu başarımlar VGG-16 mimarisiyle azalmış ve sonuçlar kesinlik, özgünlük ve duyarlılık için sırasıyla %86.17, %78.14 ve %84.57 olacak şekilde gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Epilepsi tahmini, derin öğrenme, sınıflandırma, EEG.

### GİRİŞ

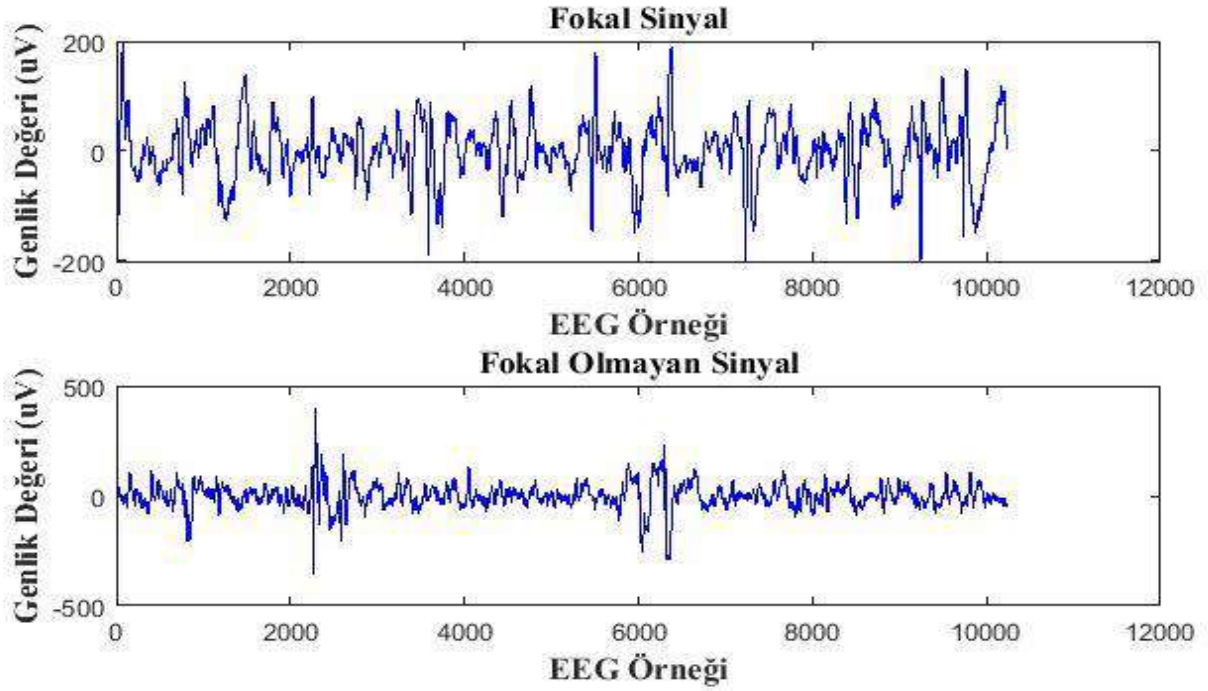
Epilepsi bir nörolojik rahatsızlık olarak tanımlanmakta ve dünya üzerinde 50 milyondan fazla kişiyi etkilemektedir [1]. Epilepsi nöbeti anında normal olan beyin sinyalleri düzensiz hale gelmeye başlar ve bu durum kişilerde tuhaf bir şekilde davranmaya ve duygularında dengesizliğe neden olmaktadır. Epilepsinin nedeni tam olarak bilinemese de felç, yüksek ateş, baş travmaları, otizm gibi nedenler epilepsinin oluşmasına yol açabilmektedir. Epileptik nöbetlerin bir anda ortaya çıkması ve şiddetli olması sadece hastaları psikolojik yönden değil fiziksel olarak da etkilemektedir [2]. Epilepsi yapısı incelendiğinde genel ve kısmi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kısmi epilepsi nöbetlerinde, hastalık beynin sadece belirli bir bölgesinde görülmektedir. Bu durumda kişide bilinç açık olmaktadır ve çevresinde yaşananlara hakimdir. Ancak, genel epilepside tam tersi bir durum mevcut olmakta, nöbet beynin tamamında gerçekleşmekte ve kişilerde bilinç kaybı yaşanmaktadır.

Çoğu hastalıklarda olduğu gibi epilepsi için de tedaviler mevcuttur. Bunlar genellikle nöbet önleyici ilaçlar ve cerrahi müdahale şeklinde ortaya çıkmaktadır. En çok kullanılan tedavi şekli ilaçlardır çünkü ilaçlarının uygulanması kolay olmakta ve bütçe açısından gayet ucuz olmasıdır. Ayrıca ilaçla gerçekleştirilen 2-5 yıl arasındaki tedavinin ardından hastaların %70'i ilaçları sağlıklı bir şekilde bırakılabilmektedir [1]. Ancak, hastaların neredeyse %25'i ilaçla tedaviye olumlu yanıt vermemekte ve ilaçlardan kaynaklanan yan etkilerden dolayı kişilerin günlük yaşantısı olumsuz yönde etkilenmektedir [3,4]. İlaç tedavisine olumlu yanıt vermeyen hastalara bundan dolayı cerrahi müdahale şeklinde tedavi uygulanmaktadır. Kişilere uygun tedavilerin verilebilmesi ve tedavi sonuçlarının takip edilebilmesi için beyin sinyallerine gerek kalmakta ve EEG bunu gerçekleştirebilmek için kullanılan en popüler yöntemin başında gelmektedir [5].

Elektroensefalografi (EEG) beyin içerisindeki faaliyetleri ölçmek ve takip etmek amacıyla kullanılan ve kafatasının belirli bölgelerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla beyindeki fiziksel aktiviteyi değerlendiren bir yöntemdir. Beyindeki faaliyetleri değerlendirmesinden dolayı epilepsi hakkında detaylı bilgiler verebilmektedir.

Epileptik rahatsızlıkları olan kişiler incelendiğinde iki çeşit sinyalin olduğu görülmüş ve bunlar fokal ve fokal olmayan sinyaller şeklinde değerlendirilmiştir. Fokal sinyaller, beynin epileptik bölgesinden elde edilen sinyallerken, fokal olmayan sinyaller epileptik olmayan bölgeden elde edilen sinyallerdir [6]. Şekil 1'de tipik bir sağlıklı ve epileptik EEG sinyali örneği verilmiştir.





**Şekil 1.** Fokal ve fokal olmayan sinyal örneği

Epilepsi ameliyatının güvenli bir şekilde yapılabilmesi ve ardından süren tedavinin sağlıklı olabilmesi için, beyin sinyallerine ve bilgisayar tabanlı makine öğrenmesi ve yapay zeka uygulamasına gerek duyulmaktadır. Çok sayıda verinin bulunması, sinyallerin manuel olarak değerlendirilmesini zorlaştırmakta ve hem sağlık personellerinin hem de hastaların yükünü hafifletecek sistemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada fokal ve fokal olmayan EEG sinyalleri kullanılmış ve derin öğrenme ile sınıflandırılması amaçlanmıştır. Sınıflandırma yapmaktaki neden, algoritmanın iki farklı türdeki sinyali ne derecede ayırabildiğini göstermektir. Diğer bir neden ise, ileride yapılabilecek olan epilepsi tedavisi için geliştirilecek olan sistemler için bilgi sağlamaktır. Bu çalışmada öncelikle iki türden sinyalleri normalleştirme işleminin tabii tutulmuş ve tüm sinyallerin  $[0,1]$  aralığında değer alması sağlanmıştır. Ardından AlexNet ve VGG16 derin öğrenme yapıları kullanılmış ve iki sınıflandırıcının performans değerleri değerlendirilmiştir.

Makalenin 2. kısmında bu alanda gerçekleştirilen çalışmalara değinilmiştir. Kullanılan yöntemler, sınıflandırıcılar ve başarımları üzerinde durulmuştur. Bu makalede adı geçen çalışmalar ile bu çalışmanın başarımları ve sınıflandırma performansları son kısımda değerlendirilmiştir. 3. Kısımda çalışmada kullanılan EEG veritabanından bahsedilmiş ve onun hakkında tekniksel bilgiler araştırmacılara sunulmuştur. Ayrıca bu çalışmada kullanılmış olan AlexNet ve VGG-16 mimarileriyle ilgili bilgilere değinilmiştir. Son kısımda, bu çalışmanın

başarımı ve çalışmada kullanılan parametrelerden bahsedilmiş ve çalışma diğer çalışmalarla karşılaştırılarak sonlandırılmıştır.

## İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu kısımda literatürde bu çalışmada kullanılan EEG verisetine ait çalışmalara değinilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlere ve özellik çıkarım tekniklerine değinilmiştir. Ardından her çalışmanın doğruluk sonuçları belirtilmiştir.

[6] numaralı çalışma fokal ve fokal olmayan sinyallerin ANFIS sınıflandırıcısıyla sınıflandırılmasına yönelik gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı bu sinyallerin kullanılmasıyla epilepsinin tahmin edilmesi üzerinedir. Çalışmanın ilk aşamasında fokal ve fokal olmayan sinyaller Fourier dönüşümüyle alt sinyallere ayrıştırılmış ve bu sayede zaman-frekans alanına ait özelliklerin çıkarılması hedeflenmiştir. Ardından sinyallerden özellikler elde edilmiş ve bunun için istatistiksel yöntemlere ve sinyal enerjisine başvurulmuştur. Toplam her sinyalden ortalama, standart sapma ve enerji olmak üzere 3 farklı özellik elde edilmiştir. Özelliklerin ardından ANFIS sınıflandırıcısı kullanılmış ve sinyallerin doğruluk, belirlilik ve hassaslık değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler sırasıyla %99, %100 ve %98 olacak şekilde elde edilmiştir. Çalışmada aynı bu çalışmada olduğu üzere Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır ve 1500 EEG sinyali ile (750 fokal ve 750 fokal olmayan) çalışma gerçekleştirilmiştir.

[7] numaralı çalışma ile DVM (Destek Vektör Makineleri) sınıflandırıcısı kullanılmış ve EEG sinyalleri ile fokal ve fokal olmayan epilepsinin tahmini yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında x ve y kanallarından elde edilen fokal ve fokal olmayan sinyaller beş farklı sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflama işleminde sinyallerin toplandığı kanal ve özelliği göz önüne alınmıştır. Örneğin x kanalındaki fokal sinyal ile y kanalındaki fokal olmayan sinyal  $F_x N_x$  şeklinde ifade edilmiştir. Buna benzer şekilde diğer sinyallerde sınıflara yerleştirilmiştir. Ardından sinyallerden 26 farklı özellik elde edilmiş ve bu özelliklerin daha sonra p-değeri ve z-skoru analizine dayanarak seçilimi gerçekleştirilmiştir. 26 özellik bu şekilde 5 özelliğe kadar azaltılmış ve DVM ile sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Çalışmanın sonunda doğruluk değeri %92.15 olacak şekilde gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır ve 7500 EEG sinyali ile (3750 fokal ve 3750 fokal olmayan) çalışma gerçekleştirilmiştir.

[8] numaralı çalışmada fokal ve fokal olmayan EEG sinyallerinden entropi tabanlı özellikler çıkarılmış ve AKA (Ampirik Kip Ayrışımı) ve ADD (Ayrık Dalgacık Dönüşümü) bölgelerinden epilepsinin tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sinyaller ayırık dalgacık

dönüşümü ve ampirik kip ayrışımı kullanılarak alt sinyallere dönüştürülmüş ve sinyallerden üç farklı entropi değerleri elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan entropi değerleri Shannon, logaritmik enerji ve Renyi entropileridir. Ardından özellikler farklı farklı parametrelerle hem DVM hem de k-NN (k En Yakın Komşu) sınıflandırıcılarıyla sınıflandırılmış ve parametrelerin sonuçları karşılaştırılmıştır. En iyi başarımlar şehir-mesafe uzaklığı ile k-NN sınıflandırıcısıyla elde edilmiş ve sonuç %89.4 olacak şekilde gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır ve 7500 EEG sinyali ile (3750 fokal ve 3750 fokal olmayan) çalışma gerçekleştirilmiştir.

[9] numaralı çalışmada aynı bir önceki çalışmada olduğu gibi entropi tabanlı özellikler kullanılmış ve fokal ile fokal olmayan sinyallerin ayrıştırılması yapılmıştır. Çalışmanın başında sinyaller ampirik kip ayrışımı ile ayrıştırılmış ve içkin kip fonksiyonlarından sırasıyla ortalama Shannon entropi, ortalama Renyi entropi, ortalama yaklaşık entropi, ortalama örnek entropi ve ortalama faz entropi özellikleri elde edilmiştir. Ardından özellikler Student'ın t-testi tekniği ile analiz edilmiş ve sadece etkili özelliklerin kullanımı sağlanmıştır. Sınıflandırma aşamasında LS-SVM (En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri) kullanılmış ve çalışma sonlandırılmıştır. Çalışmanın sonunda doğruluk, belirlilik ve hassaslık değerleri hesaplanmış ve bu değerler sırasıyla %87, 84% ve %90 olacak şekilde hesaplanmıştır. Bu çalışmada Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır ve 7500 EEG sinyali ile (3750 fokal ve 3750 fokal olmayan) çalışma gerçekleştirilmiştir.

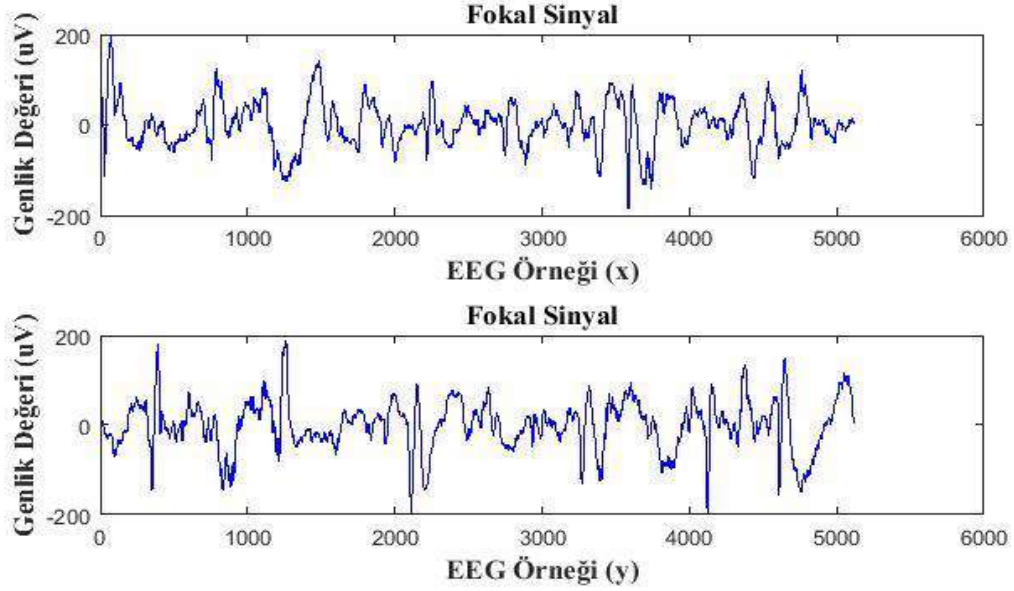
[10] numaralı çalışmada Fourier dönüşümü kullanılmış ve fokal ile fokal olmayan sinyaller sınıflandırılarak epilepsi tahmini yapılmıştır. İlk aşamada sinyaller ayrıştırılmış ve sinyaller ritimlerine göre ayrılmıştır. Bu sayede gürültüler sinyalden atılmış ve farklı frekanstaki sinyaller değerlendirmeye alınmıştır. Alt sinyallerin her biri özellik olarak değerlendirilmiş ve LS-SVM kullanılarak çalışma sonlandırılmıştır. Çalışmada fokal ve fokal olmayan sinyallerin doğruluk değerleri %89.3 olacak şekilde bulunmuştur. Bu çalışmada Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır ve 1500 EEG sinyali ile (750 fokal ve 750 fokal olmayan) çalışma gerçekleştirilmiştir.

## YÖNTEM VE METOTLAR

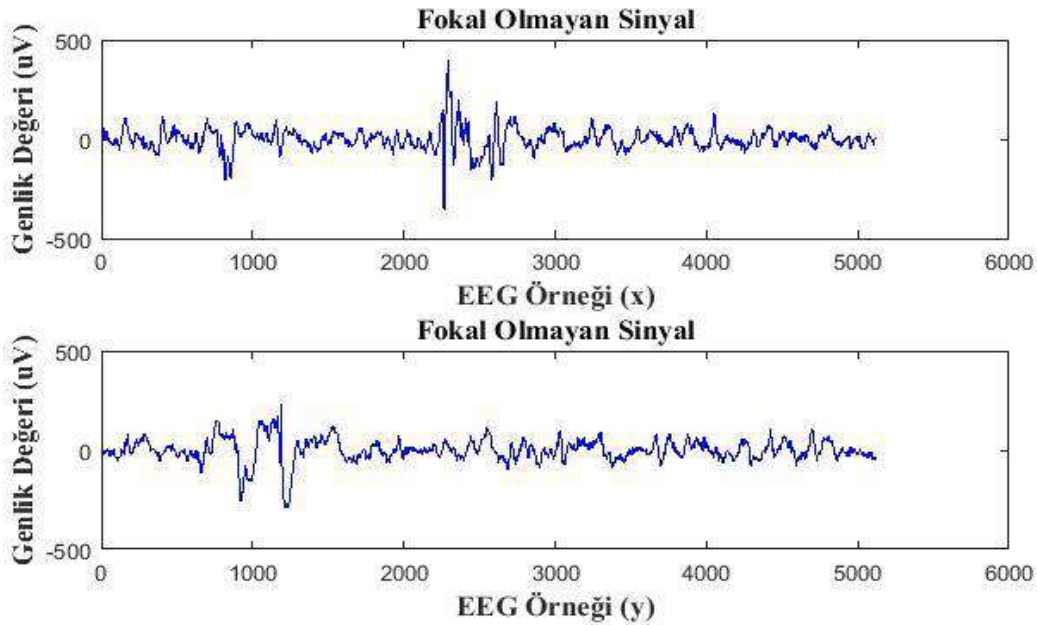
### EEG Veritabanı

Bu çalışmada halka açık bir veriseti olan Bern-Barselona EEG veriseti kullanılmıştır [11]. 2012 yılında gerçekleştirilen bu çalışmada EEG veriseti oluşturulmuş ve o tarihten itibaren düzenli bir şekilde epilepsi tahmin çalışmalarında kullanılmaktadır. EEG sinyalleri İsviçre Bern Üniversitesi Nöroloji Departmanı'nda tedavi gören hastalardan elde edilmiştir.

Sinyallerin örnekleme oranı kanal sayısına bağlı olarak değişiklik göstermekte 512 Hz. ya da 1024 Hz. şeklindedir. Veritabanında toplam 7500 adet olmak üzere 3750 fokal sinyal ve 3750 fokal olmayan sinyal bulunmaktadır. Sinyaller x ve y olmak üzere iki komşu kanallardan elde edilmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3'te bu veritabanında bulunan x ve y kanallarından toplanan bir EEG örneği verilmiştir.



Şekil 2. Fokal sinyalin x ve y kanalındaki örneği.



Şekil 3. Fokal olmayan sinyalin x ve y kanalındaki örneği.

### Derin Öğrenme Modelleri

Derin öğrenme ilk olarak 1998 yılında ortaya çıkmıştır [12]. Ancak popülerliği 2012 yılında ImageNet yarışmasını kazanan AlexNet model ile artmış ve o günden itibaren çok sayıda

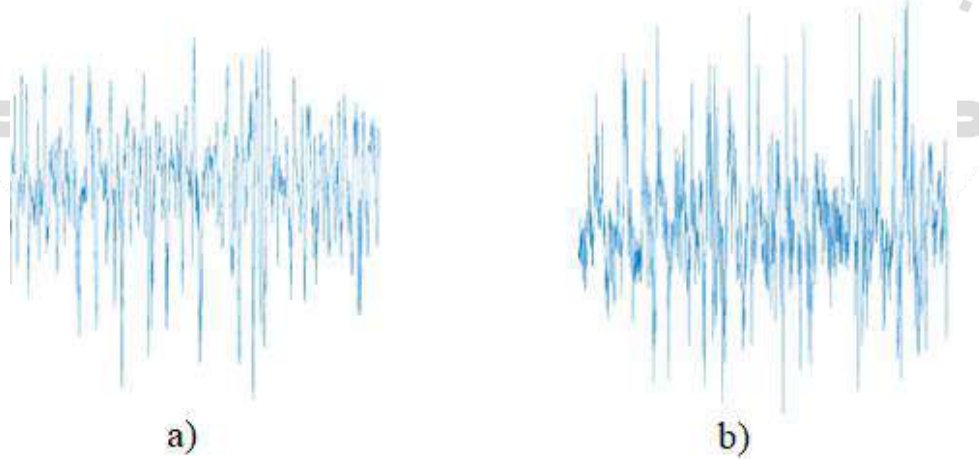


çalışmaya öncülük yapmıştır [13]. AlexNet mimarisinin en önemli başarımı, derin öğrenmedeki hata oranını %26.2'den %15.4'e düşürmesidir [14]. Şekil 3'te AlexNet mimarisinin genel yapısı verilmiştir. AlexNet mimarisi ile ilgili detaylı bilgi [13] numaralı makaleden bulunabilir.

VGG derin öğrenme yapısı ise 2014 yılında literatürde yerini almıştır [15]. Bu yapıdaki amaç katmanlardaki derinliğin artması olduğu için 3x3lük katmanlar bulunmaktadır. VGG-16 mimarisindeki 16 sayısı kullanılan katmanı ifade etmektedir ve bu sayı literatürde çok derin anlamına gelmektedir. Şekil 4'te VGG mimarisinin yapısı verilmiştir. VGG-16 mimarisi ile ilgili detaylı bilgi [15] numaralı makaleden bulunabilir.

### Önerilen Yöntemin Uygulaması

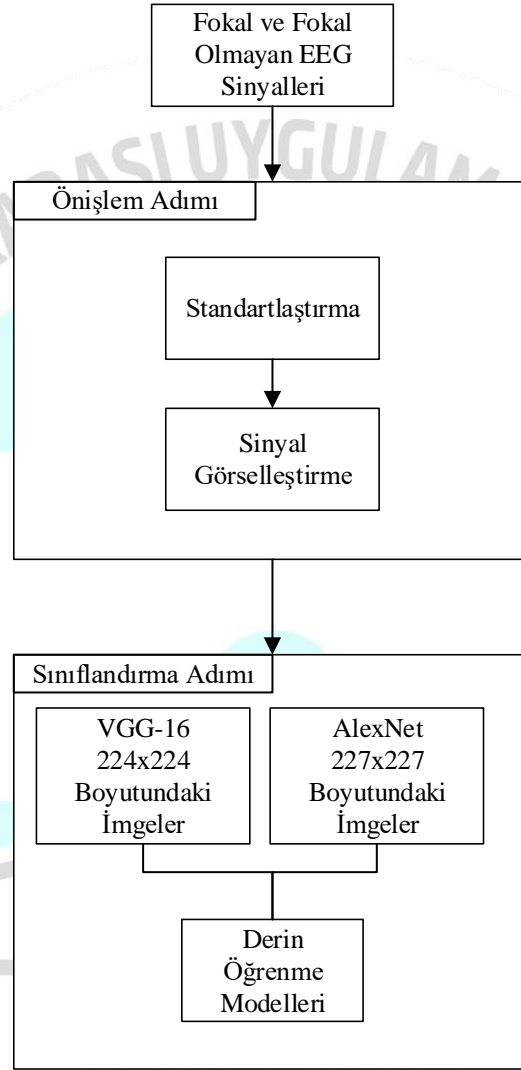
Bu çalışmada AlexNet ve VGG-16 derin öğrenme mimarileri kullanılarak fokal ve fokal olmayan sinyallerin ayrımı yapılmış ve epilepsi tahmini işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak sinyaller normalleştirilmiş ve toplam 7500 adet sinyal (3750 fokal ve 3750 fokal olmayan) üzerinden çalışma gerçekleştirilmiştir. Normalleştirme işleminin ardından elde edilen sinyallerin görüntü formatları elde edilmiş ve görüntüler mimarilere uygun olabilmesi için yeniden boyutlandırılmıştır. AlexNet mimarisi ile sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesi için fotoğraflar 227x227 şeklinde, VGG-16 mimarisiyle sınıflandırma yapılabilmesi için ise fotoğraflar 224x224 şeklinde boyutlandırılmıştır. Fotoğraf haline getirilmiş sinyallere ait görsel Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. a) Fokal ve b) Fokal olmayan sinyallerin imge halleri

İmgelerin boyutlandırılması işleminin ardından sırasıyla sınıflandırma işlemi yapılmıştır. AlexNet ve VGG-16 mimarisi için çok sayıda parametre denenmiş ve en iyi sonucu verenler üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Tüm uygulamalar MATLAB 2018b uygulamasında

gerçekleşmiştir. Stokastik Dereceli Alçalma Yöntemi (SDAY) kullanılarak eğitim gerçekleşmiş ve momentum değeri varsayılan olarak belirlenmiştir. Maksimum 50 Epoc olacak şekilde sınıflandırma işlemi yapılmış ve öğrenme faktörü 0.0001 olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 5'te önerilen yöntemin akış şeması özetlenmiştir.



Şekil 5. Önerilen yöntemin akış şeması.

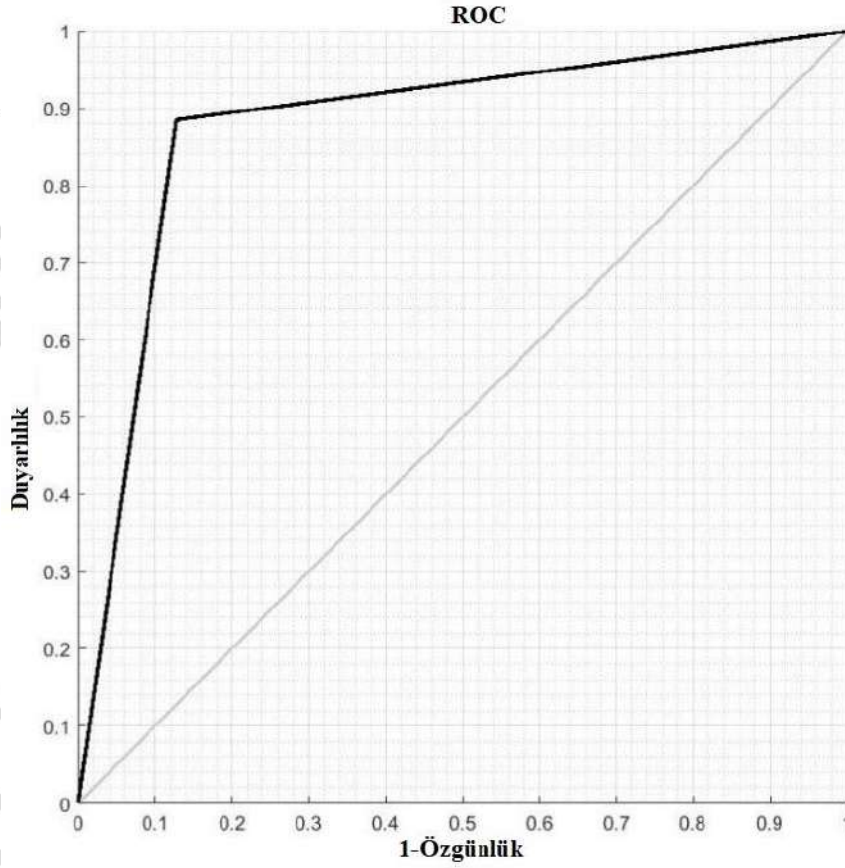
## SONUÇLAR

Bu kısımda çalışmada kullanılan derin öğrenme modellerinin sınıflandırma sonuçları ve ROC değerleri verilmiştir. İki mimari içinde sınıflandırma başarımları doğruluk, belirlilik ve hassaslık

değerleri ile ölçülmüş ve sonuçları Tablo 1’de verilerek karşılaştırılmıştır. Her iki model için ROC sonuçları Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmiştir.

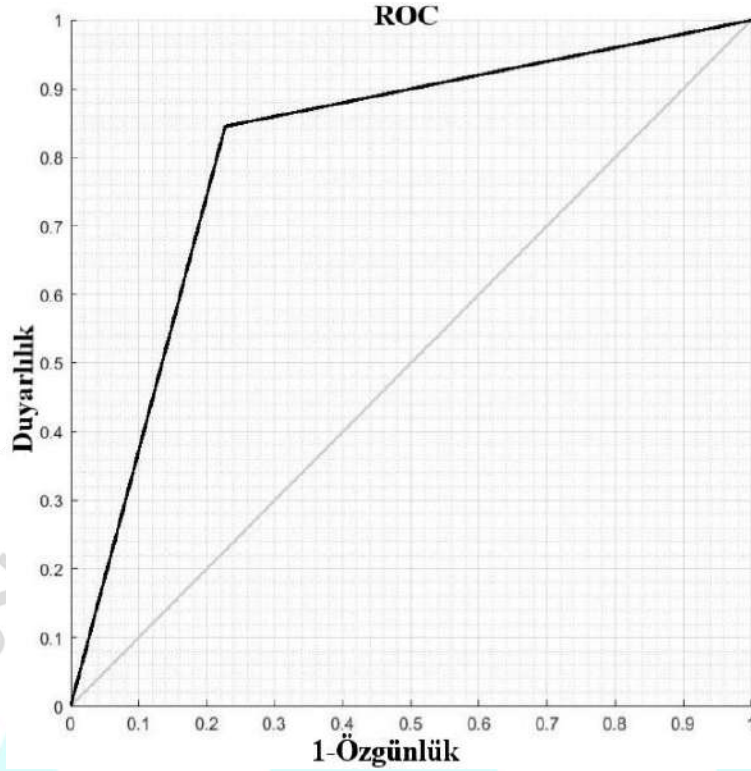
**Tablo 1.** Mimarilerin doğruluk, belirlilik ve hassaslık sonuçları

Derin Öğrenme Mimarisi	Doğruluk	Belirlilik	Hassaslık
AlexNet	%91.72	%87.28	%88.53
VGG-16	%86.17	%78.14	%84.57



**Şekil 6.** AlexNet modeli için ROC eğrisi.

ANADOLU 1. ULUSLARARASI BİLİMLER KONGRESİ  
 DİYARBAKIR  
 26-28 NİSAN 2019



Şekil 7. VGG-16 modeli için ROC eğrisi.

Çalışmanın sonunda bu çalışmada gözlemlenen başarımların sonuçları, 2. kısımda bahsi geçen çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışmaların karşılaştırılması (Bu çalışma için AlexNet mimarisinin sonucu verilmiştir)

Çalışma	Veri Sayısı	Doğruluk
[6]	1500	%99
[7]	7500	%92.15
[8]	7500	%89.4
[9]	7500	%87
[10]	1500	%89.3
[Bu çalışma]	7500	%91.72

Tablo 2’den anlaşılacağı üzere AlexNet mimarisi diğer çalışmalara yakın sonuç vermiş ve özellik çıkarım kullanmadan sınıflandırma işleminin yüksek çıkabileceğini göstermiştir.

Çalışmada Bern-Barcelona EEG veritabanı kullanılmış ve fokal ve fokal olmayan sinyaller değerlendirilmiştir. Klasik sınıflandırma işlemleri uygulanmadığından ve derin öğrenme aşamasında Softmax kullanılmasından dolayı özellik çıkarım işlemi yapılmamış ve normalleştirilmiş sinyaller sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sınıflandırma sonucunda doğruluk, belirlilik ve hassaslık değerleri hesaplanmış ve başarı sonuçları AlexNet ile %91.72, VGG-16 ile %86.17 olacak şekilde bulunmuştur.



**KAYNAKLAR**

- [1]World Health Organization (WHO), Epilepsi. Çevrimiçi link: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>
- [2]Alakuş, T.B. ve Türkoğlu, İ., ‘‘Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Epilepsi Nöbeti Öncesinin Tahmin Edilmesi’’, *8th International Advanced Technologies Symposium*, Elazığ, 2017.
- [3]Morman, F., Andrzejak, R.G., Elger, C.E. ve Lehnertz, K., ‘‘Seizure Prediction: The Long and Winding Road’’, *In Brain*, 130(2), s. 314-333, 2007.
- [4]Salem, O., Naseem, A. ve Mehaoua, A., ‘‘Epileptic Seizure Detection from EEG Signal Using Discrete Wavelet Transform and Ant Colony Classifier’’, *Selected Areas in Communications Symposium*, Sydney, 2014.
- [5]Alakuş, T.B. ve Türkoğlu, İ., ‘‘Detection of Pre-Epileptic Seizure by Using Wavelet Packet Decomposition and Artificial Neural Networks’’, *10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, 2017.
- [6]Deivasigamani, S., Pari, S. ve Yong, W.H., ‘‘Classification of Focal and NonFocal EEG Signals Using ANFIS Classifier for Epilepsy Detection’’, *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 26(4), s. 277-283, 2016.
- [7]Sriraam, N. ve Raghu, S., ‘‘Classification of Focal and Non Focal Epileptic Seizures Using Multi-Features and SVM Classifier’’, *Journal of Medical Systems*, 41(160), 2017.
- [8]Das, A.B., Bhuiyan, M.I.H., ‘‘Discrimination and Classification of Focal and Non-Focal EEG Signals Using Entropy-Based Features in the EMD-DWT Domain’’, *Biomedical Signal Processing and Control*, 29, s. 11-21, 2016.
- [9]Sharma, R., Pachori, R.B. ve Acharya, U.R., ‘‘Application of Entropy Measures on Intrinsic Mode Functions for the Automated Identification of Focal Electroencephalogram Signals’’, *Entropy*, 17, s. 669-691, 2015.
- [10]Singh, P. ve Pachori, R.B., ‘‘Classification of Focal and Nonfocal EEG Signals Using Features Derived from Fourier-Based Rhythms’’, *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 17(4), 2017.
- [11] [Andrzejak, R.G., Schindler, K. ve Rummel, C., ‘‘Nonrandomness, Nonlinear Dependence, and Nonstationarity of Electroencephalographic Recordings from Epilepsy Patients’’, \*Physical Review E\*, 86, 2012.](#)
- [12]Lecun, Y., Bottou, L., Bengio, Y. ve Haffner, P., ‘‘Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition’’, *Proceedings of the IEEE*, 86(11), s. 2278-2324, 1998.

- [13]Krizhesvsky, A., Sutskever, I. ve Hinton, G.E., ‘‘ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks’’, *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25(2), 2012.
- [14]Şeker, A., Diri, B. ve Balık, H.H., ‘‘Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme’’, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), s. 47-64, 2017.
- [15]Simonyan, K. ve Zisserman, A. ‘‘Very Deep Convolutonal Networks for Large-Scale Image Recognition, ‘‘ *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015.



## MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEMENİN TULUM PEYNİRİNİN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF TULUM CHEESE OF  
MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING

**Dr. Pelin Demir**

Fırat Üniversitesi

**Prof. Dr. Gülsüm Öksüztepe**

Fırat Üniversitesi

### ÖZET

Bu çalışma modifiye atmosfer paketlenme (MAP) yönteminin tulum peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine olan etkinliğini araştırmak ve elde edilecek bilgilerle literatürlerde bulunan eksikliği doldurarak piyasaya endüstriyel formatta yeni bir ürün sunabilmek amacıyla planlandı. Bunun için pastörize inek sütü ve % 2 oranında starter kültür kombinasyonu (*Lactococcus lactis subsp. lactis* + *Lactococcus lactis subsp. cremoris*) kullanılarak tulum peyniri örnekleri yapıldı. Örnekler 250'şer gramlık ambalajlar içerisinde kontrol grubu ve 4 farklı modifiye atmosfer paketlenme grubu (A= Kontrol grubu (normal atmosfer/kuru hava), B= % 100 CO<sub>2</sub>, C= % 100 N<sub>2</sub>, D= % 70 N<sub>2</sub> + % 30 CO<sub>2</sub> ve E= % 75 N<sub>2</sub> + % 25 CO<sub>2</sub>) olarak hazırlanarak 4±1°C'de muhafazaya alındı. Muhafazanın 0., 30., 60., 90., 120., 150., 180., 210. ve 240. günlerinde toplam mezofilik aerob bakteri, *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus*, laktik streptokoklar, koliform, *Enterobacteriaceae*, lipolitik bakteri, proteolitik mikroorganizmalar, maya ve küf, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve sülfid indirgeyen anaerob bakteri bakımından analizleri yapıldı.

Koliform grubu bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayıları A, B, C, D ve E gruplarında muhafaza süresince sürekli olarak azaldı. Maya-küf sayısının A, B, C, D ve E gruplarında muhafaza boyunca artış gösterdi. *Staphylococcus aureus* sayısı muhafaza süresince tüm gruplarda azaldı. A ve B gruplarında muhafazanın 90. gününden itibaren, D ve E gruplarında ise muhafazanın ilk gününden itibaren bu bakteriye rastlanılmadı. *Escherichia coli* ve sülfid

indirgeyen anaerob bakteri grubu sayısı tüm örneklerde muhafazanın 0. gününden itibaren tespit edilebilir seviyenin ( $<1,0 \log_{10}$  kob/g) altındaydı.

Sonuç olarak tulum peyniri örneklerinin % 75 N<sub>2</sub> + % 25 CO<sub>2</sub> (E) oranında modifiye gaz karışımında paketlenerek 4°C’de muhafaza edilmesiyle mikrobiyolojik kalitesinde önemli değişimler meydana geldiği ve raf ömrünün 240 güne kadar uzadığı görüldü.

**Anahtar Kelimeler:** Modifiye Atmosfer Paketleme, Tulum Peyniri, Raf Ömrü, Mikrobiyoloji, Kalite.

\*Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VF.16.05 no’lu doktora projesiyle desteklenen “Modifiye Atmosfer Paketlemenin Tulum Peynirinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmadan türetilmiştir.

## ABSTRACT

This study was planned in order to investigate the effectiveness on microbiological quality of tulum cheeses of modified atmosphere packaging (MAP) method and to present a new product in industrial format to the market filling the deficiency found in the literature with the information to be obtained. For this, using pasteurized cow's milk and 2% starter culture combination (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) was made tulum cheese samples. Samples were stored at  $4\pm 1$  °C prepared as control group and four different modified atmosphere packaging groups (A = control group (normal atmosphere / dry air), B = 100% CO<sub>2</sub>, C = 100% N<sub>2</sub>, D = 70% N<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub> and E = 75% N<sub>2</sub> + 25% CO<sub>2</sub>) in packages of 250 grams. It were analyzed that aspects total mesophilic aerobic bacteria, *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus*, lactic streptococci, coliform, *Enterobacteriaceae*, lipolytic bacteria, proteolytic microorganisms, yeast and mold, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, sulphate reductive anaerobic bacteria on days 0., 30., 60., 90., 120., 150., 180., 210. and 240. of storage time.

Coliform group bacteria and *Enterobacteriaceae* counts showed a slow steadily decrease throughout the storage time period in A, B, C, D and E groups. Yeast-mold counts constantly increased during storage in A, B, C, D and E groups. *Staphylococcus aureus* count decreased in all groups during storage. Since from 90th day of the storage in A and B groups, from the first day of the storage in D and E groups were not found to this bacteria. The



numbers of *Escherichia coli* and sulphide reducing anaerobic bacteria group were below the detectable level ( $<1,0 \log_{10}$  kob/g) from 0th day of storage in all samples.

As a result, it was seen that in microbiological quality was occurred important changes and the shelf life was extended to 240 days with storage at 4 °C packaging in the modified gas mixture in rate 75% N<sub>2</sub> + 25% CO<sub>2</sub> (E) of tulum cheese samples.

**Key words:** Modified Atmosphere Packaging, Tulum Cheese, Shelf Life, Microbiology, Quality.

## GİRİŞ

TSE'ye göre (1) tulum peyniri; inek, manda, koyun, keçi sütü veya bu sütlerin karışımlarının pastörize edilmesi, pastörize sütün tekniğine uygun olarak işlenmesi, gerektiğinde katkı maddelerinin ilave edilmesi ve olgunlaştırılması sonucu elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır. Çoğu peynir türlerine göre tulum peyniri hem besin değerinin üstün olması hem de farklı lezzet ve aromaya sahip olmasından dolayı insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (2, 3). Bazı yörelerde tulum peynirleri olgunlaşma periyodu dolmadan tüketime arz edildiği için lezzet ve aroma farklı olabilmektedir. Bu durum ürünün kalitesini etkileyen ana faktörlerden biridir. Bunun dışında tulum peynirinin kalitesini ve dayanma süresini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden birisi de ambalaj materyalidir. Çoğunlukla çiğ süttten yapılan tulum peynirlerimiz kıl, kan, yağ ve et kalıntıları içeren hayvansal kökenli tulumlara basılmış olarak piyasaya sunulduğu için kalitesi bozulmakta ve tüketiciler tarafından pek tercih edilmemektedir (4, 5).

Ürün çeşitliliğinin artmasına paralel olarak tüketiciler, sağlıklı ve hijyenik şartlarda üretilen ürünleri satın almak istedikleri için ürünlerin ambalajları da önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır (6). Ambalajlama çeşitlerinden biri de modifiye atmosfer paketleme yöntemidir (MAP) (7). MAP yönteminde ürün gaz bariyer özelliği yüksek bir paket içerisine konulduktan sonra paket içindeki hava boşaltılır ve uygun gaz karışımı (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve/veya O<sub>2</sub>) verilerek paket hermetik olarak kapatılır (8, 9). MAP tekniği ürünün raf ömründe artış, ekonomik kayıpların azalması, ürünlerin uzun mesafelere daha az taşıma maliyeti ile nakledilebilmesi, yüksek kaliteli ürün üretimi, kimyasal koruyuculara ihtiyaç duyulmaması veya çok az kullanılması gibi avantajlara sahip iken; ilave maliyet olması, her bir ürün tipi için değişik gaz formülasyonu, sıcaklık kontrolü, özel ekipman ve eğitim gerekliliği, sıcaklık

koşullarına uyulmadığı takdirde gıda kaynaklı patojenlerin gelişme potansiyelinde artma riski, gıda maddesinde CO<sub>2</sub>'in çözünmesiyle oluşabilecek paket bükülmesi ve su kaybı gibi dezavantajlara sahiptir (9-11). Modifiye atmosfer paketleme son yıllarda başta meyve-sebze, tahıl ürünleri ve et ürünleri olmak üzere pek çok farklı gıda maddesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (12, 13). Ayrıca süt ürünlerinde özellikle Provolone, Ricotta, Cheddar, Cottage, Apulian peyniri ve bazı lor peynirlerinin ambalajlanmasında da kullanıldığı ifade edilmektedir (8, 14, 15).

Standart kalitede ve güvenilir süt ürünlerinin elde edilmesinde uygulanan ısı işlemler sütte bulunan patojen ve diğer mikroorganizmalarla birlikte ürünlerin olgunlaşmasını sağlayacak olan yararlı laktik asit bakterilerinin de yıkımlanmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle özellikle peynir üretiminde starter kültür adı verilen gerek fermentasyon ve gerekse olgunlaşmanın istenilen şekilde oluşmasını sağlayan çeşitli mikroorganizmalar süt içerisine belirli miktarlarda katılmak zorundadır. Starter kültür olarak daha ziyade *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* cinslerine ait birçok tür kullanılmaktadır (16-19).

Yapılan literatür taramaları sonucunda ülkemizde özellikle pastörize süttten starter kültür ilaveli olarak yapılan tulum peynirlerinde MAP teknolojisinin kullanımına ait herhangi bir bilgiye rastlanılmamıştır. Bu nedenle yapılması planlanan çalışma ile bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır.

## MATERYAL ve METOT

Tulum peyniri örneklerinin yapımı için gerekli olan çiğ inek sütü Fırat Üniversitesi uygulama merkezinden (TAHAM) temin edildi. Her seferinde 200 L ve üç tekrar olduğu için toplamda 600 L süt alındı. Çiğ sütün mikrobiyolojik analizlerinin yapılması için yaklaşık 500 mL süt ayrılarak buzdolabında saklandı. Geriye kalan sütler ise 71°C'de 15-20 saniye ısı işleme tabii tutularak pastörize edildi ve % 2 oranında starter kültür kombinasyonu (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanarak deneysel tulum peyniri örnekleri yapıldı. Tulum peyniri örnekleri 250'şer gramlık ambalajlar içerisinde kontrol grubu ve 4 farklı modifiye atmosfer paketleme grubu (A= Kontrol grubu (normal atmosfer/kuru hava), B= % 100 CO<sub>2</sub>, C= % 100 N<sub>2</sub>, D= % 70 N<sub>2</sub> + % 30 CO<sub>2</sub> ve E= % 75 N<sub>2</sub> + % 25 CO<sub>2</sub>) olarak paketlenildi. Elde edilen peynir örnekleri 4±1°C'de muhafazaya alındı. Muhafazanın 0., 30., 60., 90., 120., 150., 180., 210. ve 240. günlerinde mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerob bakteri, *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus*, laktik

streptokoklar, koliform, *Enterobacteriaceae*, lipolitik bakteri, proteolitik mikroorganizmalar, maya ve küf, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, sülfid indirgeyen anaerob bakteri) yönünden analiz edildi. Yapılan bu işlemler birer ay ara ile üç defa tekrar edildi.

Deneyisel tulum peyniri örneklerinin her birinden 10 g tartıldı ve üzerine steril  $1/1000$  pepton water çözeltilisinden 90 mL ilave edilerek parçalayıcıda (Stomacher 400, UK) homojen hale getirildi. Böylece örneğin  $10^{-1}$  (1/10) lik dilüsyonu hazırlandı. Bu dilüsyondan aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle örneğin  $10^{-9}$ 'a kadar diğer seyreltileri yapıldı. Örneklerin her bir seyreltilisinden 1'er mL kullanılarak çift seri halinde dökme plak metoduyla (PCA, MRS, M17, VRB, VRBGA, TBA, Calcium Caseinat, Brewer Anaerob Agar, TBX) ve yayma yöntemiyle (BPA, DRBC) ekimleri yapıldı ve inkübasyon süresi sonunda 30-300 koloni içeren plaklar değerlendirildi (20, 21).

Örneklerdeki toplam mezofilik aerob mikroorganizmaların sayımı için Plate Count Agar (PCA) (Merck 1.05463.0500) ( $35\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat) (22), LLP sayımında De Man Rogosa Sharpe Agar (Biokar BK089HA) ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 72 saat) (20), laktik streptokoklar için M17 Agar (Liofilchem 610192) ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48-72 saat) (23, 24), koliform grubu bakterilerin sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB) (Sharlav 01-164) ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat) (23), *Enterobacteriaceae* sayımı için Violet Red Bile Glucose (VRBG) Agar (Biokar BK011HA) ( $37\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat) (25), lipolitik mikroorganizmalar için Tributyrin Agar (Liofilchem REF-610215) ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat) (23), proteolitik mikroorganizmalar için Calcium Caseinat Agar (Conda Pronadisa 1069.00) ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat) (23), maya ve küf sayımı için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar besi yeri (Lab/ LAB 217) ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 5 gün) (26), *E. coli* sayımı için Tryptone Bile X-Glucuronide Medium (Merck 1.16122.0500) ( $30^\circ\text{C}$ 'de 4 saat, daha sonra  $44^\circ\text{C}$ 'de 18 saat) (27), koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* sayımı için Egg Yolk Tellurite Emulsion (Himedia FD046) supplementi ilave edilmiş Baird Parker Agar (Biokar 055HA) ( $36\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 30 saat) (28, 29) ve sülfid indirgeyen anaerobların sayımı için ise Anaerobic Agar (Conda Pronadisa 1000.00) ( $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 18-48 saat) kullanıldı (30).

### İstatistiksel Analizler

Çalışmanın istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 22 (IBM SPSS, IBM Corporation, USA) paket programı ile yapıldı. Normallik analizi sonuçlarına göre verilerin nonparametrik test varsayımlarını karşıladığı tespit edildi. Ayrıca Kruskal-Wallis H (K Independent

Samples) ve Mann-Whitney U (2 Independent Samples) testleri kullanıldı. İstatistiksel önem  $P \leq 0,05$  olarak kabul edildi. Veriler ortalama  $\pm$  standart hata olarak değerlendirildi (31).

## BULGULAR

Mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 1' de gösterilmektedir. A ve C grupları muhafazanın 90. gününden, B grubu 120. gününden, D grubu 150. gününden ve E grubu ise 240. gününden itibaren duysal olarak bozuldukları için analizlere alınmadı. A ve C gruplarında 90. günde dış bombaj, B grubunda 120. günde iç bombaj (çökme) oluşumları gözlemlendi. D ve E gruplarında ise ne dış ne de iç bombaj oluşumu görülmedi.





**Tablo 1. Tulum Peyniri Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g  $\pm$  Standart hata)**

Mikroorganizma	Gruplar	Muhafaza Süresi (Gün)								
		0.	30.	60.	90.	120.	150.	180.	210.	240.
Toplam Mezofilik Aerob	A	7,16 $\pm$ 0,71	7,67 $\pm$ 0,53	8,32 $\pm$ 0,28 <sup>wy</sup>	8,60 $\pm$ 0,34 <sup>wy</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	7,27 $\pm$ 0,10 <sup>C</sup>	7,87 $\pm$ 0,12 <sup>B</sup>	8,18 $\pm$ 0,09 <sup>Bw</sup>	8,65 $\pm$ 0,13 <sup>Aw</sup>	9,00 $\pm$ 0,18 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY	AY
	C	7,31 $\pm$ 0,16 <sup>B</sup>	7,55 $\pm$ 0,07 <sup>B</sup>	7,70 $\pm$ 0,10 <sup>Bx</sup>	7,91 $\pm$ 0,05 <sup>Ax</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	7,47 $\pm$ 0,09 <sup>D</sup>	7,73 $\pm$ 0,08 <sup>C</sup>	7,92 $\pm$ 0,04 <sup>Cy</sup>	8,09 $\pm$ 0,02 <sup>By</sup>	8,34 $\pm$ 0,05 <sup>Ax</sup>	8,44 $\pm$ 0,05 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY
	E	6,62 $\pm$ 0,10 <sup>G</sup>	6,85 $\pm$ 0,05 <sup>BG</sup>	6,98 $\pm$ 0,06 <sup>EFz</sup>	7,22 $\pm$ 0,13 <sup>DEz</sup>	7,47 $\pm$ 0,14 <sup>CDy</sup>	7,79 $\pm$ 0,17 <sup>BCx</sup>	8,17 $\pm$ 0,18 <sup>AB</sup>	8,42 $\pm$ 0,16 <sup>A</sup>	8,52 $\pm$ 0,14 <sup>A</sup>
<i>Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus</i>	A	6,92 $\pm$ 0,50	7,26 $\pm$ 0,55	7,55 $\pm$ 0,43 <sup>w</sup>	7,87 $\pm$ 0,35 <sup>w</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	6,86 $\pm$ 0,21	7,05 $\pm$ 0,22	7,45 $\pm$ 0,29 <sup>w</sup>	7,73 $\pm$ 0,32 <sup>w</sup>	8,19 $\pm$ 0,22	AY	AY	AY	AY
	C	6,40 $\pm$ 0,11 <sup>D</sup>	6,54 $\pm$ 0,09 <sup>CD</sup>	6,78 $\pm$ 0,03 <sup>Bx</sup>	7,12 $\pm$ 0,06 <sup>Ax</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	6,78 $\pm$ 0,55	6,90 $\pm$ 0,52	7,01 $\pm$ 0,50 <sup>wx</sup>	7,18 $\pm$ 0,57 <sup>wx</sup>	7,52 $\pm$ 0,56	7,66 $\pm$ 0,52 <sup>w</sup>	AY	AY	AY
	E	5,19 $\pm$ 0,09 <sup>E</sup>	5,36 $\pm$ 0,03 <sup>E</sup>	5,55 $\pm$ 0,04 <sup>Dy</sup>	5,75 $\pm$ 0,04 <sup>Cy</sup>	5,81 $\pm$ 0,05 <sup>C</sup>	6,30 $\pm$ 0,07 <sup>Bx</sup>	6,52 $\pm$ 0,06 <sup>B</sup>	6,82 $\pm$ 0,04 <sup>A</sup>	6,97 $\pm$ 0,04 <sup>A</sup>
<i>Lactic Streptococcus</i>	A	7,22 $\pm$ 0,12 <sup>w</sup>	7,91 $\pm$ 0,27 <sup>w</sup>	8,08 $\pm$ 0,28 <sup>w</sup>	8,25 $\pm$ 0,35 <sup>w</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	6,79 $\pm$ 0,16 <sup>Cwx</sup>	7,15 $\pm$ 0,18 <sup>Cx</sup>	7,37 $\pm$ 0,20 <sup>BCx</sup>	7,77 $\pm$ 0,15 <sup>ABwy</sup>	8,07 $\pm$ 0,13 <sup>A</sup>	AY	AY	AY	AY
	C	6,35 $\pm$ 0,15 <sup>Bx</sup>	6,54 $\pm$ 0,12 <sup>By</sup>	6,73 $\pm$ 0,09 <sup>ABy</sup>	6,95 $\pm$ 0,03 <sup>Ax</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	6,68 $\pm$ 0,37 <sup>wx</sup>	6,80 $\pm$ 0,34 <sup>xy</sup>	7,02 $\pm$ 0,38 <sup>xy</sup>	7,20 $\pm$ 0,38 <sup>xy</sup>	7,50 $\pm$ 0,38	7,65 $\pm$ 0,36 <sup>w</sup>	AY	AY	AY
	E	5,18 $\pm$ 0,06 <sup>Ey</sup>	5,39 $\pm$ 0,11 <sup>DEz</sup>	5,53 $\pm$ 0,12 <sup>Dz</sup>	5,76 $\pm$ 0,14 <sup>CDz</sup>	5,90 $\pm$ 0,10 <sup>BC</sup>	6,17 $\pm$ 0,16 <sup>BCx</sup>	6,47 $\pm$ 0,24 <sup>AB</sup>	6,76 $\pm$ 0,12 <sup>A</sup>	6,87 $\pm$ 0,09 <sup>A</sup>
Koliform	A	2,50 $\pm$ 0,42	2,15 $\pm$ 0,42	1,69 $\pm$ 0,21	1,12 $\pm$ 0,05	AY	AY	AY	AY	AY
	B	2,04 $\pm$ 0,21 <sup>A</sup>	1,68 $\pm$ 0,19 <sup>AB</sup>	1,36 $\pm$ 0,18 <sup>B</sup>	1,20 $\pm$ 0,12 <sup>B</sup>	<1,0	AY	AY	AY	AY
	C	1,54 $\pm$ 0,05 <sup>A</sup>	1,47 $\pm$ 0,08 <sup>AB</sup>	1,30 $\pm$ 0,06 <sup>B</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>C</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	2,23 $\pm$ 0,13 <sup>A</sup>	2,05 $\pm$ 0,07 <sup>AB</sup>	1,60 $\pm$ 0,31 <sup>BC</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>C</sup>	<1,0	<1,0	AY	AY	AY
	E	1,97 $\pm$ 0,12 <sup>A</sup>	1,73 $\pm$ 0,12 <sup>A</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>B</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
<i>Enterobacteriaceae</i>	A	3,08 $\pm$ 0,24 <sup>Aw</sup>	2,13 $\pm$ 0,25 <sup>AB</sup>	1,63 $\pm$ 0,32 <sup>BC</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>C</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	2,53 $\pm$ 0,27 <sup>wx</sup>	2,14 $\pm$ 0,47	1,97 $\pm$ 0,49	1,40 $\pm$ 0,23	<1,0	AY	AY	AY	AY
	C	1,73 $\pm$ 0,15 <sup>xy</sup>	1,53 $\pm$ 0,14	1,27 $\pm$ 0,18	1,00 $\pm$ 0,00	AY	AY	AY	AY	AY
	D	1,86 $\pm$ 0,07 <sup>Ay</sup>	1,77 $\pm$ 0,06 <sup>A</sup>	1,59 $\pm$ 0,07 <sup>AB</sup>	1,33 $\pm$ 0,16 <sup>B</sup>	<1,0	<1,0	AY	AY	AY
	E	1,75 $\pm$ 0,06 <sup>Ay</sup>	1,35 $\pm$ 0,07 <sup>B</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>C</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	A	3,28 $\pm$ 1,02	4,18 $\pm$ 0,78	4,56 $\pm$ 0,68	5,02 $\pm$ 0,63	AY	AY	AY	AY	AY
	B	4,33 $\pm$ 0,33 <sup>C</sup>	4,77 $\pm$ 0,28 <sup>BC</sup>	5,17 $\pm$ 0,12 <sup>BC</sup>	5,94 $\pm$ 0,45 <sup>AB</sup>	6,55 $\pm$ 0,29 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY	AY

Lipolitik Bakteri	C	4,82±0,06 <sup>C</sup>	4,97±0,11 <sup>BC</sup>	5,24±0,12 <sup>AB</sup>	5,47±0,15 <sup>A</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	4,51±0,14 <sup>C</sup>	4,66±0,14 <sup>BC</sup>	4,86±0,17 <sup>BC</sup>	5,00±0,12 <sup>AB</sup>	5,13±0,12 <sup>Ax</sup>	5,23±0,12 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY
	E	3,39±0,05 <sup>G</sup>	3,66±0,02 <sup>F</sup>	3,86±0,03 <sup>E</sup>	4,09±0,05 <sup>D</sup>	4,27±0,06 <sup>CDy</sup>	4,44±0,07 <sup>BCx</sup>	4,53±0,07 <sup>B</sup>	4,94±0,06 <sup>A</sup>	5,07±0,08 <sup>A</sup>
Proteolitik Bakteri	A	3,70±0,92 <sup>B</sup>	4,44±0,64 <sup>B</sup>	5,90±0,11 <sup>Aw</sup>	6,13±0,12 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	4,74±0,39 <sup>C</sup>	5,18±0,34 <sup>BC</sup>	5,54±0,19 <sup>BCw</sup>	6,10±0,23 <sup>ABw</sup>	6,79±0,33 <sup>A</sup>	AY	AY	AY	AY
	C	4,18±0,09 <sup>C</sup>	4,49±0,10 <sup>B</sup>	4,72±0,08 <sup>Bx</sup>	4,97±0,03 <sup>Ax</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	4,20±0,06 <sup>E</sup>	4,42±0,08 <sup>DE</sup>	4,52±0,10 <sup>CDx</sup>	4,71±0,06 <sup>BCy</sup>	4,85±0,07 <sup>AB</sup>	4,98±0,04 <sup>A</sup>	AY	AY	AY
	E	4,04±0,04 <sup>F</sup>	4,10±0,06 <sup>F</sup>	4,28±0,04 <sup>Ey</sup>	4,37±0,03 <sup>Ez</sup>	4,73±0,06 <sup>D</sup>	4,90±0,03 <sup>C</sup>	5,13±0,05 <sup>B</sup>	5,34±0,08 <sup>A</sup>	5,40±0,07 <sup>A</sup>
Maya-Küf	A	3,98±0,02 <sup>Cw</sup>	4,10±0,06 <sup>Cw</sup>	4,70±0,11 <sup>Bv</sup>	5,11±0,06 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	B	3,73±0,13 <sup>Ewx</sup>	4,00±0,00 <sup>Dwx</sup>	4,17±0,05 <sup>Cw</sup>	4,30±0,01 <sup>Bx</sup>	4,63±0,06 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY	AY
	C	3,76±0,09 <sup>Cx</sup>	3,82±0,07 <sup>BCx</sup>	3,98±0,02 <sup>Bx</sup>	4,14±0,10 <sup>Ax</sup>	AY	AY	AY	AY	AY
	D	3,06±0,03 <sup>Dy</sup>	3,15±0,03 <sup>CDy</sup>	3,22±0,05 <sup>Cy</sup>	3,50±0,03 <sup>By</sup>	3,62±0,06 <sup>Bx</sup>	3,83±0,04 <sup>Aw</sup>	AY	AY	AY
	E	2,03±0,00 <sup>Hx</sup>	2,10±0,01 <sup>Gz</sup>	2,12±0,01 <sup>Gz</sup>	2,18±0,01 <sup>Fz</sup>	2,27±0,01 <sup>Ey</sup>	2,41±0,01 <sup>Dx</sup>	2,52±0,01 <sup>C</sup>	2,69±0,01 <sup>B</sup>	2,74±0,01 <sup>A</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	A	1,41±0,04 <sup>A</sup>	1,14±0,09 <sup>B</sup>	1,00±0,00 <sup>B</sup>	< 1,0	AY	AY	AY	AY	AY
	B	1,39±0,13 <sup>A</sup>	1,00±0,00 <sup>B</sup>	1,00±0,00 <sup>B</sup>	< 1,0	< 1,0	AY	AY	AY	AY
	C	1,70±0,09 <sup>A</sup>	1,00±0,00 <sup>B</sup>	< 1,0	< 1,0	AY	AY	AY	AY	AY
	D	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	AY	AY	AY
	E	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

**ABCDEFGH:** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,05$ ); **wxyz:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,05$ ); **AY:** Analiz yapılmadı; **<1,0:** Tespit edilebilir seviyenin altında; **A:** Kontrol grubu (normal atmosfer), **B:** % 100 CO<sub>2</sub>, **C:** % 100 N<sub>2</sub>, **D:** % 70 N<sub>2</sub> + % 30 CO<sub>2</sub>, **E:** % 75 N<sub>2</sub> + % 25 CO<sub>2</sub>

DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayısı tüm gruplarda muhafazanın 0. gününden itibaren artmaya başladı. A ve C grubunda 90., B grubunda 120., D grubunda 150. ve E grubunda ise 240. günde hem en yüksek seviyeye ulaştı hem de bugünden itibaren duysal olarak bozulmaya başladı (Tablo 1). İstatistiksel olarak gruplar arasında ( $P \leq 0,05$ ) anlamlı farklılıklar olduğu görüldü. Muhafaza periyodu boyunca elde edilen bu sonuçlar, toplam mezofilik aerob bakteri sayısının arttığını belirten çalışmaların (14, 32-35) sonuçlarıyla benzerlik arz etmektedir. Ancak modifiye atmosfer paketleme yönteminin toplam mezofilik aerob bakteri sayısı üzerinde herhangi bir etki yapmadığını belirten Erkan ve Aksu'nun (36) ve Gammariello'nun (37) bulgularından farklılık göstermektedir. Bu durum muhtemelen çalışmada kullanılan peynirin türünden, ilave edilen starter kültürlerden ve kullanılan modifiye atmosfer gaz karışım oranlarının farklılığından kaynaklanmış olabilir. Yine elde edilen sonuçlar yarı-sert yapıdaki San Simón da Costa inek peynirleri (38), beyaz peynirler (39), Mozzarella peynirleri (40, 41) ve İtalyanların tipik bir süt ürünü olan Calabria Provola peynirleri üzerinde yapılan çalışmalarda (42) elde edilen bulgulardan oldukça farklıdır. Yapılan literatür araştırmalarında sert ve yarı sert peynirlerin muhafazasında yüksek  $N_2$  oranının kullanılmasının daha uygun olacağı ifade edilmektedir (34, 43). Çalışmamızda deneysel olarak yaptığımız tulum peyniri sert ve yarı sert peynir grubuna girmektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar yani azot miktarının yüksek kullanılması (% 75  $N_2$  ve % 25  $CO_2$ ) ürünün kalitesini olumlu yönde etkilemiş ve raf ömrünü uzatmıştır. Bu sonucun literatür bilgileriyle desteklendiği görülmektedir.

Laktik asit bakterilerinden ve ürünlerin kendilerine has lezzet, aroma ve dayanma süresi üzerine etki eden bakteri grubundan olan *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus* (LLP) sayıları muhafaza periyodu boyunca sürekli artış gösterdi (Tablo 1). Muhafaza süresi boyunca LLP sayıları ile toplam mezofilik aerob bakteri sayısının hemen hemen aynı seviyelerde seyrettiği görüldü. Laktik asit bakterileri mikroerofilik özellikte oldukları için kullanılan  $CO_2$  ve  $N_2$  gazlarının etkisinin pek olmadığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlar bazı çalışma sonuçlarıyla (32, 35, 37, 44-48) benzerlik arz etmektedir. Ancak Cheddar, Fior di Latte ve Ricotta peynirleri üzerinde modifiye atmosfer paketleme yönteminin LLP sayısı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulgusuyla farklılık göstermektedir (8, 49-52).

Laktik streptokoklar süt ürünleri sektöründe starter kültür olarak kullanılan bakteri grubu içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Laktik streptokok sayıları tüm gruplarda muhafazanın 0. gününden sonuncu gününe kadar sürekli olarak artmaya başladı (Tablo 1). Laktik streptokok sayılarının muhafaza periyodu süresince artış göstermesi bazı araştırmacıların (15, 45, 53) bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ancak elde edilen bulgular muhafaza süresince laktik streptokokların azalma gösterdiğini belirten Maniar ve ark.'nın (44), Pintado ve ark.'nın (54), Kırgın'ın (39) ve Akpınar ve ark.'nın (55) bulgularından farklılık arz etmektedir. Koyun sütünden yapılan Ricotta peynirlerinin raf ömrü üzerinde yapılan bir çalışmada (50) ise MAP tekniğinin laktik streptokoklar üzerinde etkili olmadıkları görülmüştür.

Koliform grubu mikroorganizmalar hijyen indikatörü olarak bilinirler. Bu grup mikroorganizmaların bulunması ürünün yapım aşamasında uygulanan sanitasyon ve ısı işlemlerin yeterli olmadığı veya ısı işlem sonrası tekrar kontaminasyon olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Koliform grubu mikroorganizmalar muhafaza süresince sürekli olarak bir azalma gösterdi. A, B, C ve D gruplarında muhafazanın 90. gününden E grubunda ise 60. gününden itibaren üreme göstermediler yani tespit edilebilir seviyenin (< 1,0 log<sub>10</sub> kob/g) altındaydılar (Tablo 1). Tulum peyniri yapımında kullanılan sütlerin pastörize edilmesi, starter kültürlerin kullanılmış olması, tulum peynirlerinin kimyasal kompozisyonu ve oksidasyonu önleme özelliğine sahip olan azot gazı oranının artmasına bağlı olarak bu grup mikroorganizmalar muhafaza süresince azalma göstermiş olabilirler. Koliform grubu bakterilerin muhafaza periyodu boyunca azalma göstermesi MAP tekniğinin kullanılabilirliği ile ilgili yapılan birçok çalışmada (14, 37, 45, 56-58) elde edilen bulgularla benzerlik arz etmektedir.

Gıda maddelerinde toplam *Enterobacteriaceae* sayımı hijyen indikatörü olarak kabul edilmektedir. *Enterobacteriaceae* sayıları tüm gruplarda muhafaza süresince azalma gösterdi. A, B, C ve D gruplarında muhafazanın 90. günden ve E grubunda ise muhafazanın 60. günden itibaren tespit edilmedi (Tablo 1). Bu grup mikroorganizmaların muhafaza periyodu boyunca sürekli azalma göstermesi farklı peynirler üzerinde MAP tekniğinin kullanıldığı çalışmalarda (14, 45, 50, 54, 57-59) elde edilen sonuçlarla benzerlik olduğunu göstermektedir.

Lipolitik mikroorganizmalar süt ürünlerinde süt yağını parçalamak suretiyle istenmeyen tat ve kokuya neden olduklarından dolayı sayılarının da fazla olması pek tercih



edilmez. Bu grup mikroorganizmalar muhafazanın ilk gününden itibaren tüm gruplarda sürekli olarak artış gösterdi. Lipolitik mikroorganizma sayısı bakımından E grubundaki sayının diğer gruplara göre muhafazanın 120. ve 150. günlerinde yaklaşık 1 log daha az seviyede olduğu görüldü (Tablo 1). Lipolitik mikroorganizmalar starter kültür katılan ve pastörize edilen sütlerden yapılan ürünlerde daha az bulunmakta ve istenmeyen lezzet, aroma ve tat oluşumu daha geç şekillenmektedir. E grubunda azot miktarı fazla olduğu için oksidasyon geç şekillenmekte ve bu nedenle aerob olan lipolitik bakterilerin sayıları da paralel olarak daha az seviyelerde olmaktadır.

Proteolitik mikroorganizmalar proteinleri hidrolize ederek tat ve koku üzerine olumsuz etki yapmaktadırlar. Bu nedenle özellikle süt ürünlerinde muhafaza esnasında bu mikroorganizmalar çoğalarak ürünlerin yapısını bozmakta ve dayanma süresini kısaltabilmektedir. Proteolitik mikroorganizmalar muhafaza periyodu boyunca sürekli olarak bir artış gösterdi. Yapılan istatistik değerlendirmeye göre gruplar arasında 60. ve 90. günlerde önemli farklılıklar bulundu ( $P < 0,05$ ) (Tablo 1).

Maya ve küfler oldukça geniş pH aralığında (pH değeri 2-9), uygun depolama sıcaklığında ( $10-35^{\circ}\text{C}$ ) ve uygun su aktivitesinde (0.85 ve üzeri) çoğalabilirler. Ürünlerde bozulmalara neden olan maya ve küfler gıdalarda acı tat ve kötü koku oluşumuna, gaz oluşumuna ve bazı gıdalarda istenmeyen gözenekli yapı oluşumuna neden olmaktadır. Maya ve küf sayısı muhafazanın başlangıcından itibaren sürekli olarak bir artış gösterdi. Tespit edilen bulgular bazı araştırmacıların (41, 48, 49, 52, 60) bulgularıyla benzerdir. E grubundaki maya-küf sayısının diğer gruplara göre 0. günden itibaren muhafazanın son günlerine kadar yaklaşık 1-2 log daha az seviyeden seyrettiği görüldü (Tablo 1). Bu durum muhtemelen E grubunda kullanılan azot gaz oranının (% 75  $\text{N}_2$ ) diğer gruplara göre fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü azot gazının ortamdaki oksijen miktarını azaltma özelliği bulunmaktadır.

*Staphylococcus aureus* daha çok süt ve süt ürünleri ile insanlarda gıda zehirlenmelerine neden olan bir bakteridir. Bu bakteri A ve B gruplarında 60. gün, C grubunda ise 30. güne kadar tespit edildi. Ancak D ve E gruplarında ise 0. günden itibaren tespit edilebilir seviyenin altındaydı ( $< 1,0 \log_{10} \text{kob/g}$ ) (Tablo 1). Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre gruplar arasındaki farklılıklar anlamlı değildi ( $P > 0,05$ ). Ancak *Staphylococcus aureus* bakterisi gram pozitif bir bakteri olduğu için  $\text{CO}_2$  ve  $\text{N}_2$  gazları % 100

kullanıldıklarında pek etkilenmemiştir. Bu nedenle A, B ve C gruplarında muhafazanın belirli günlerine kadar ortamda üreme göstermişlerdir. Ancak D ve E gruplarında ise hem bu gazların oranları değiştikçe ve hem de ürünün kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak meydana gelen reaksiyonlar sonucu bu bakteriye rastlanılmadı. Tespit edilen sonuçlar MAP tekniğinin uygulanmış olduğu çeşitli süt ürünlerinde bulunan sonuçlarla (8, 14, 54, 56) benzerlik göstermektedir.

DeneySEL olarak yapılan tulum peyniri örneklerinde *Escherichia coli* bakterisine ve sülfid indirgeyen anaerob bakteri grubuna tüm gruplarda muhafazanın 0. gününden itibaren rastlanılmadı.

Sonuç olarak pastörize inek sütünden ve % 2 oranında starter kültür ilaveli olarak hazırlanan tulum peynirlerinin % 75 N<sub>2</sub> + % 25 CO<sub>2</sub> (E) oranında modifiye gaz karışımında paketlenerek 4°C'de muhafaza edilmesiyle mikrobiyolojik kalitesinde önemli değişimler meydana geldiği ve raf ömrünün 240 güne kadar uzadığı görüldü. Ayrıca tulum peynirlerinin 250'şer gramlarda paketlenerek piyasaya sunulması durumunda hem tüketici albenisi kazanılacak hem de kahvaltılık sofralarında israf oluşturmadan tüketilebilme imkanı sunulacaktır. Böylece endüstriyel formatta, marketlerde yer alabilen, halk sağlığı bakımından güvenilir yeni bir tulum peyniri çeşidi elde edilerek bireysel ekonomiden toplumsal ekonomiye doğru olumlu yönden katkılar sağlanacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Türk Standardları Enstitüsü. Tulum Peynir Standardı. TS 3001. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1995.
2. Kurt A, Öztekin L. Şavak tulum peynirinin yapım tekniği üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1984; 15 (3-4): 65-77
3. Ceylan ZG, Demirkaya AK. Erzurum piyasasından temin edilen salamura beyaz peynirlerde *Listeria monocytogenes* varlığı ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2007; 38 (2): 137-141.
4. Tekinşen C, Tekinşen K. Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Konya, 2005.
5. Üçüncü M. Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Ambalaj Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesi. Kadıköy: İstanbul, 2011.

6. ITO: İstanbul Ticaret Odası. Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Ambalaj Sektörü. İstanbul: Yayın No: 2004: 37.
7. Coulon M, Louis P. Modified atmosphere packaging of precooked foods, in controlled modified atmosphere vacuum packaging of foods. Brody AL (Editor). Food and Nutrition Press Inc., CN, USA, 1989; 135-148.
8. Mancuso I, Cardamone C, Fiorenza G, et al. Sensory and microbiological evaluation of traditional Ovine Ricotta cheese in modified atmosphere packaging. Ital J Food Safety 2014; 3 (2): 1725.
9. Sivertsvik M, Jeksrud WK, Rosnes JT. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. Int J Food Sci Technol 2002; 37: 107-127.
10. Farber JM. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology: a review. J Food Protect 1991; 54 (1): 58-70.
11. Phillips CA. Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce: a review. Int J Food Sci Technol 1999; 31: 463-479.
12. Bevilacqua A, Corbo MR, Sinigaglia M. Combined effects of modified atmosphere packaging and thymol for prolonging the shelf-life of Caprese Salad. J Food Prot 2007; 70: 722-728.
13. Sanguinetti AM, Del Caro A, Mangia NP, et al. Quality changes of fresh filled pasta during storage: influence of modified atmosphere packaging on microbial growth and sensory properties. Food Sci Tech Int 2011; 7: 23-29.
14. Gonzalez-Fandos E, Sanz S, Olarte C. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. Food Microbiol 2000; 17: 407- 414.
15. İrkin R. Shelf-life of unsalted and light "Lor" whey cheese stored under various packaging conditions: microbiological and sensory attributes. J Food Process Preserv 2010; 35 (2): 163- 178.
16. Üçüncü M. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir, 2008.
17. Ateş G, Patır B. Starter kültürlü tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2000; 15 (1): 45-56.

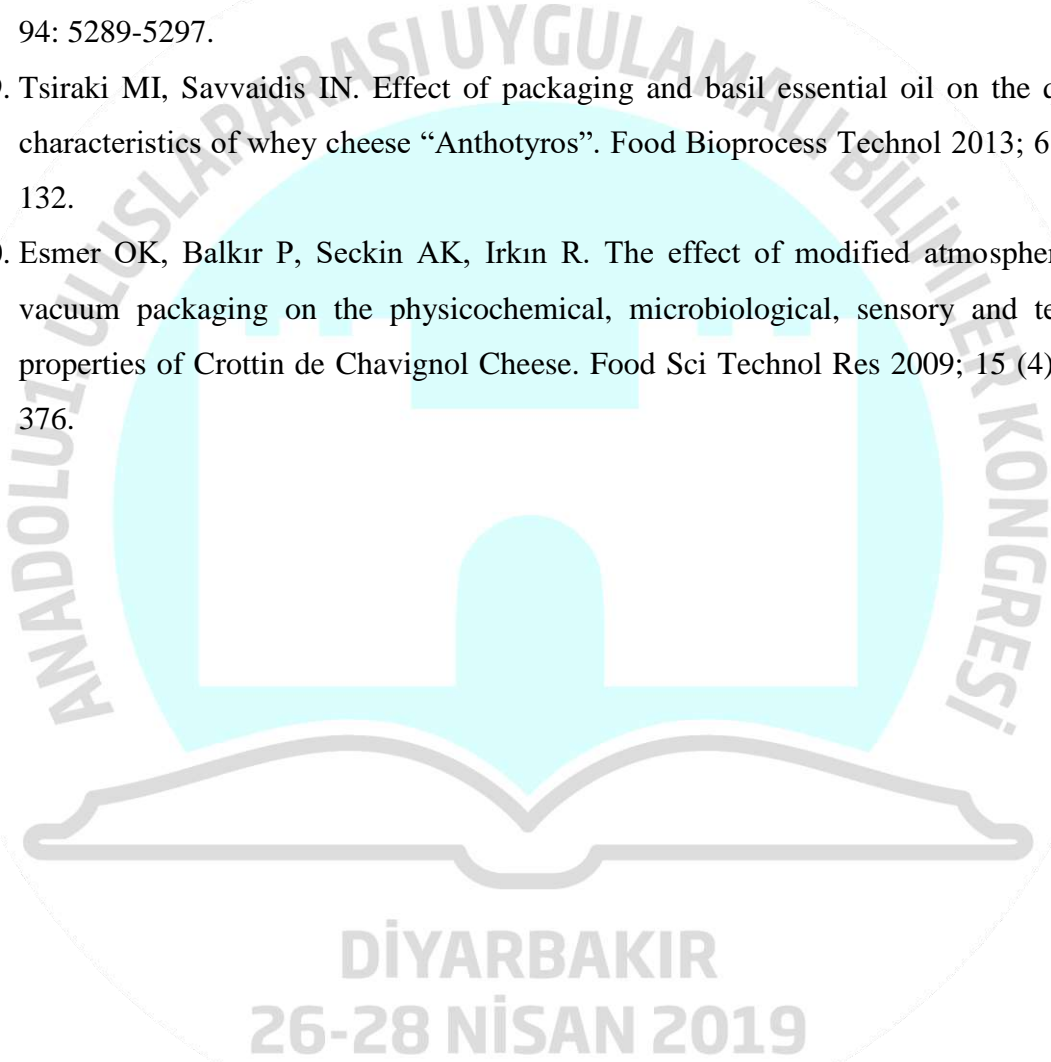
18. Cogan TM, Daly C. Cheese Starter Cultures. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol 1, Fox F (Editor), Elsevier App. Sci. Pub. London, 1987.
19. Özalp E. Süt ürünlerinde kullanılan starter kültürler. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1988; 35 (1): 6-15.
20. American Public Health Association: Standarts Methods for the Examination of Dairy Products. 15th edn., American Public Health Association, New York, 1995.
21. Harrigan WF. Laboratory Methods in Food Microbiology. 3rd Edition, Academic Press, London, 1998.
22. Maturin LJ, Peeler JT. Aerobic plate count. In, Bacteriological Analytical Manual, Chapter 3, 2001. [http:// www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-3htm/26.01.2018](http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-3htm/26.01.2018).
23. Halkman AK. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık, Ankara, 2005.
24. Terzaghi BE, Sandine WE. Improve medium for lactic streptococci and their bacteriophages. Appl Microbiol 1975; 29: 807-813.
25. ISO 21528-2:2004: Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. Part 2: Colony-count method/01.02.2018.
26. ICMSF. İnternational Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in Foods. 1. Their Significance and Methods of Enumeration, London: Univ to Toronto Press 1982.
27. ISO 16649-2: Microbiology of food and animal feding stuffs-Horizontal method for the detection and enumeration of  $\beta$ -glucuronidase-positive *Escherichia coli*. Part 2, Colony-count technique a 44°C using 5-brome-4chloro-3-indoly-beta-D-glucuronide, Geneve, Switzerland, 2001.
28. ISO 6888-1:1999 /AMD 1:2003. Coagulase (+) *Staphylococcus aureus* Identification. [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/07.04.2018](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/07.04.2018).
29. Lancette GA, Bennett RW. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins. In, Downes FP, Ito K (Eds): Microbiological Examination of Foods. 4th Edition, American Public Health Association, Washington DC, 2001: 387-404.
30. Baron EJ, Peterson LR, Finegold SM. Bailey&Scott's diagnostic microbiology, 9th Edition, Mosby-Year Book, Inc. St. Louis, MO, 1994: 415.
31. Özdamar K. SPSS ile Biyoistatistik. 3. Baskı, Eskişehir: Kaan Kitapevi, 1999.
32. Fişekçi B. Lor Peynirinin Raf Ömrü Üzerine Modifiye Atmosfer Paketlemenin ve CO2 Uygulamasının Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta: Süleyman



- Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2013.
33. Papaioannou G, Chouliara I, Karatapanis AE, Kontominas MG, Savvaidis IN. Shelf-life of a Greek whey cheese under modified atmosphere packaging. *Int Dairy J* 2007; 17: 358-364.
  34. Juric M, Bertelsen G, Mortensen G, Petersen MA. Light-induced colour and aroma changes in sliced, modified atmosphere packaged semi-hard cheeses. *Int Dairy J* 2003; 13: 239-249.
  35. Demir P, Öksüztepe G, İncili GK, İlhak Oİ. Vakum paketli Şavak tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 23 (1): 23-30, 2017.
  36. Erkan ME, Vural A, Çiftçioğlu G, Aydın A, Aksu H. Comparison for the effect of MAP on Lor whey cheeses with two different initial microflora. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 2007; 58: 51-56.
  37. Gammariello D, Conte A, Di Giulio S, Attanasio M, Del Nobile MA. Shelf life of Stracciatella cheese under modified-atmosphere packaging. *J Dairy Sci* 2009; 92: 483-490.
  38. Garabal JI, Rodríguez-Alonso P, Franco D, Centeno JA. Chemical and biochemical study of industrially produced San Simón da Costa smoked semi-hard cow's milk cheeses: Effects of storage under vacuum and different modified atmospheres. *J Dairy Sci* 2009; 93: 1868–1881.
  39. Kırgın C. Tüketime Hazır, Doğranmış Beyaz Peynirlerin Modifiye Atmosferde Paketleme İle Muhafazası. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
  40. Pluta A, Ziarno M, Kruk M. Impact of modified atmosphere packing on the quality of grated mozzarella cheese. *Pol J Food Nutr. Sci* 2005; 14/55 (2): 117-122.
  41. Olivares ML, Sihufe GA, Capra ML, Rubiolo AC, Zorrilla SE. Effect of protective atmospheres on physicochemical, microbiological and rheological characteristics of sliced Mozzarella cheese. *Food Sci Technol* 2012; 47: 465-470.
  42. Piscopo A, Zappia A, Bruno A, Poiana M. Qualitative variations on Calabrian Provolone cheeses stored under different packaging conditions. *J Dairy Res* 2015; 82: 499-505.

43. Romani S, Sacchetti G, Pittia P, Pinnavaia GG, Dalla Rosa M. Physical, chemical, textural and sensorial changes of portioned Parmigiano Reggiano cheese packed under different conditions. *Food Sci Technol Int* 2002; 8 (4): 203-211.
44. Maniar AB, Marcy JE, Russell-Bishop J, Duncan SE. Modified atmosphere packaging to maintain Direct-set Cottage cheese quality. *J Food Sci* 1994; 59: 1305-1308.
45. Caridi A. Identification and first characterization of lactic acid bacteria isolated from the artisanal ovine cheese Pecorino Del Poro. *Int J Dairy Technol* 2003; 56: 105-110.
46. Whitley E, Muir D, Waites WM. The growth of *Listeria monocytogenes* in cheese packed under a modified atmosphere. *J Appl Microbiol* 2000; 88: 52-57.
47. Mastromatteo M, Conte A, Faccia M, Del Nobile MA, Zambrini AV. Combined effect of active coating and modified atmosphere packaging on prolonging the shelf life of low-moisture Mozzarella cheese. *J Dairy Sci* 2013; 97: 1-10.
48. Temiz H. Effect of modified atmosphere packaging on characteristics of sliced Kashar cheese. *J Food Process Preserv* 2010; 34 (5): 926-943.
49. Oyugi E, Buys EM. Microbiological quality of shredded Cheddar cheese packaged in modified atmospheres. *Int J Dairy Technol* 2007; 60: 89-95.
50. Del Nobile MA, Conte A, Incoronato AL, Panza O. Modified atmosphere packaging to improve the microbial stability of Ricotta. *Afr J Microbiol Res* 2009; 3 (4): 137-142.
51. Conte A, Gammariello D, Di Giulio S, Attanasio M, Del Nobile MA. Active coating and modified atmosphere packaging to extend the shelf life of Fior di Latte cheese. *J Dairy Sci* 2008; 92: 887-894.
52. Gammariello D, Conte A, Buonocore GG, Del Nobile MA. Bio-based nanocomposite coating to preserve quality of Fior di latte cheese. *J Dairy Sci* 2011; 94: 5298-5304.
53. Pala C, Scarano C, Venusti M, et al. Shelf life evaluation of ricotta fresca sheep cheese in modified atmosphere packaging. *Ital J Food Safety* 2016; 5: 5502.
54. Pintado ME, Malcata FX. The effect of modified atmosphere packaging on the microbial ecology in Requejao, A Portuguese whey cheese. *J Food Process Preserv* 1999; 24: 107-124.
55. Akpınar A, Yerlikaya O, Kınık Ö, Kahraman C, Korel F, Uysal HR. The volatile compounds, free fatty acid composition and microbiological properties of sepet cheese packaged. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2017; 23 (1): 123-129.

56. Eliot SC, Vuilleumard JC, Emond JP. Stability of shredded Mozzarella cheese under modified atmospheres. *J Food Sci* 1998; 63 (6): 1075-1080.
57. Dermiki M, Ntzimani A, Badeka A, Savvaidis IN, Kontominas MG. Shelf-life extension and quality attributes of the whey cheese “Myzithra Kalathaki” using modified atmosphere packaging. *J Food Sci and Techno* 2008; 41: 284–294.
58. Conte A, Brescia I, Del Nobile MA. Lysozyme/EDTA disodium salt and modified atmosphere packaging to prolong the shelf life of Burrata cheese. *J Dairy Sci* 2011; 94: 5289-5297.
59. Tsiraki MI, Savvaidis IN. Effect of packaging and basil essential oil on the quality characteristics of whey cheese “Anthotyros”. *Food Bioprocess Technol* 2013; 6: 124–132.
60. Esmer OK, Balkır P, Seckin AK, Irkın R. The effect of modified atmosphere and vacuum packaging on the physicochemical, microbiological, sensory and textural properties of Crottin de Chavignol Cheese. *Food Sci Technol Res* 2009; 15 (4): 367-376.



## NEMRUT KRATER GÖLÜNDEKİ *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Stend BİTKİSİNİN AĞIR METAL İÇERİĞİNİN TESPİTİ

**Nur Ceren Dizdaroğlu**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Şükrü Hayta**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Ağır metal kirliliğinin kökeni toprak, hava ve su kirliliğine sebep olan faaliyetlerden oluşur. Bunun yaygın örnekleri arasında endüstriyel faaliyetler (atık boşaltma ve yetersiz atık tasfiyesi), atık işleme madenciliği (Pfeifer vd., 2000; Tanhan vd., 2007), kimyasal sanayiler, metal işleme endüstrileri (Athar ve Ahmad, 2002), trafik sıkışıklıkları, inşaat malzemeleri, ziraat (yetersiz tarım uygulamaları) ve diğer faaliyetler (Barba ve Edith, 2002; Diez, 2008) yer almaktadır. Dünya çapında, çok yüksek yoğunluklarda bu ağır metallerin indirgenmiş halde bulunduğu oksijensiz bölgede metaller için batık olarak düşünülen doğal sulak arazilerin çeşitli türlerindeki dip çökeltisinde kimyasal elementlerin güçlü bir varlığı söz konusudur. Dolayısıyla, sulak araziler kirlletici unsurlar için metaller ve kalıcı materyaller olarak hem bir kaynak hem de pislik çukuru olabilirler (Das ve Maiti, 2008). Bu amaçla dünyanın en büyük kraterlerinden biri olan, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2012 yılında Ramsar Alanı olarak ilan edilen Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan Nemrut Krater Gölü çevresinde doğal olarak yetişen *Phragmites australis* bu çalışmada tercih edilmiştir. 2016-2017 yılları arasında yaptığımız arazi çalışmaları sonucunda uygun habitatlarından toplanan *Phragmites australis* gerekli ön işlemlerin yapılması için Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Ön işlemleri tamamlandıktan sonra ağır metal analizleri ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yaptığımız bu çalışmada *Phragmites australis* türünün farklı vejetatif organlarında (kök, gövde ve yaprak) biriktirebildiği ağır metal konsantrasyonlarını tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum



(Cd) gibi elementlerinin miktarları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yaptığımız analizler sonucunda en yüksek ağır metal konsantrasyonu *Phragmites australis* bitkisinin gövde kısmında Mg (82,79 mg kg<sup>-1</sup>) olarak tespit edilmiştir. Cr ve Pb bu bitkinin kök, gövde ve yaprak gibi kısımların hiç birinde tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Phragmites australis*, Nemrut Krater Gölü, Ağır Metal, Hiperakümülatör,

## 1. Giriş

Kimyasal açıdan değerlendirildiklerinde, ağır metaller atom kütle ağırlıkları 0,002 kg'dan daha büyük olan ve 5 N/m<sup>3</sup>'ten daha büyük belirli bir ağırlığa sahip olan geçiş metallere dir. Biyolojik açıdan, "ağır" bir dizi metali, bazı durumlarda da düşük yoğunluklarda bile bitkiler ve hayvanlar için zehirli olabilecek metaloitleri tanımlar (Rascio and Navari, 2011). Ağır metal kirliliğinin kökeni toprak, hava ve su kirliliğine sebep olan faaliyetlerden oluşur. Bunun yaygın örnekleri arasında endüstriyel faaliyetler (atık boşaltma ve yetersiz atık tasfiyesi), atık işleme madenciliği (Pfeifer vd., 2000; Tanhan vd., 2007), kimyasal sanayiler, metal işleme endüstrileri (Athar ve Ahmad, 2002), trafik sıkışıklıkları, inşaat malzemeleri, ziraat (yetersiz tarım uygulamaları) ve diğer faaliyetler (Barba ve Edith, 2002; Diez, 2008) yer almaktadır. Dünya çapında, çok yüksek yoğunluklarda bu ağır metallerin indirgenmiş halde bulunduğu oksijensiz bölgede metaller için batık olarak düşünülen doğal sulak arazilerin çeşitli türlerindeki dip çökeltilerinde kimyasal elementlerin güçlü bir varlığı söz konusudur. Dolayısıyla, sulak araziler kirlenici unsurlar için metaller ve kalıcı materyaller olarak hem bir kaynak hem de pislik çukuru olabilirler (Das ve Maiti, 2008). Schaller ve arkadaşları (2013) dünya çapında Çin'de, Kanada'da, Almanya'da, Zambiya'da, Amerika'da, İspanya'da, Birleşik Krallıklar'da, Hindistan'da, Paraguay'da, Polonya'da, Vietnam'da, Brezilya'da, Malezya'da, Mısır'da, Çek Cumhuriyeti'nde, Tayvan'da, Pakistan'da, İtalya'da, Avustralya'da ve Belçika'da çeşitli türdeki sulak arazilerdeki dip çökeltilerinde Ni, Zn, U, Pb, Cu ve As gibi metaller/metaloitlerin varlığı ile ilgili pek çok makaleden alıntı yaparlar. Bu dip çökeltilerinin bazı örnekleri ise çeltik tarlaları, atık su dökülen sulak araziler, nehir dibi çökeltileri, serbest su yüzeyleri, bakır izabe tesisi yakınlarındaki sulak araziler, maden sularından etkilenmiş olan sulak araziler, kentlerdeki göller, göl ve sulak arazi dip tortuları, insan kaynaklı göl dip tortuları ve diğer bölgelerdir. Bogota-Kolombiya'nın sulak arazilerinde, mevcut bulunan metaller arasında Al, Cu, Zn, Cn (her sulak arazide), Cd, Cr, Ni

ve Pb yer alır. Bu ağır metallerin varlığı endüstriyel sektördeki kusurlu bağlantı noktaları ve kusurlu kent atık su sistemine bağlanabilir (Alcaldía Mayor de Bogota D.C, 2010).

Sulak alan ekosistemleri, bileşenleri (biyotik ve abiyotik özellikler) ve fonksiyonları (bileşen etkileşimlerine, besin döngüsüne, yüzey ve yer altı su değiş tokuşuna ve diğerlerinin yanı sıra yüzey ve atmosfer etkileşimlerine neden olan) sayesinde Dünya'daki en verimli topraklar arasında yer alır. (ör. tür çeşitliliği) (Barbier vd., 1997; Mitsch ve Gosselink, 2015a). Sulak alanlara atfedilen işlevler, bileşenler ve özellikler, coğrafi dağılımlarına, çevresel bileşenlerine (ör. hidrosferik, jeosferik) ve bunlar arasındaki etkileşimlere bağlıdır. Bütün bu maddeler veya hizmetler ekosistemin hizmetleridir (Cortes ve Estupinan, 2016). Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması, salt antroposentrik veya ekolojik düzeyde çok çeşitli yaklaşımlarla analize tabi tutulur, ancak sınıflandırmaların herhangi birinin uygulanması, ekosistem özelliklerine veya uygulamalarının amacına bağlıdır (Camacho ve Ruiz, 2012). Millennium Ekosistem Değerlendirmesi, ekosistem hizmetlerini dört türe ayırmıştır: destekleyici, sağlayıcı, düzenleyici ve kültürel (Millennium Ekosistem Değerlendirmesi, 2005).

Sulak alanlar kirletici unsurlar için metaller ve kalıcı materyaller olarak hem bir kaynak hem de pislik çukuru olabilirler (Das ve Maiti, 2008). Dolayısıyla çalışmamıza konu olan bitki türü (*Phragmites australis*) bölgede oldukça önemli bir sulak alan olan Nemrut Krater Gölü çevresinden alınmıştır. Çalışma alanımız olan bu göl dünyanın en büyük kraterlerinden biri olup, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2012 yılında Ramsar Alanı olarak ilan edilmiştir. Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan Nemrut Krater Gölü çevresinde bu tür doğal olarak yetişmekte olup, oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Yaptığımız bu çalışmada, *Phragmites australis* türünün farklı vejetatif organlarında (kök, gövde ve yaprak) biriktirebildiği ağır metal konsantrasyonlarını tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) gibi elementlerinin miktarları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır.

## 2. Materyal Ve Yöntem

### 2.1. Araştırma ve Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak dünyanın en büyük kraterlerinden biri olan ve 2012 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Ramsar Alanı olarak ilan edilen, Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan Nemrut Krater Gölü seçilmiştir (Şekil 1, Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma Alanı (Nemrut Kalderası)



Şekil 2. Çalışma Alanı (Nemrut Kalderası)



## 2.2. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (Kamış)

Poaceae familyasına ait bir tür olan *Phragmites australis* ("saz"), dünya çapında en yaygın olarak kullanılan sulak alan bitki türlerinden biridir. Saz, Antarktika hariç tüm dünyada bulunabilir, ancak çekirdek dağıtım alanı (çoğunlukla *Phragmites australis* Trin. Ex Steud) Avrupa, Orta Doğu ve Amerika'dır (Haslam, 2010). Islak alanların karakteristik özelliği olup, çoğunlukla toprak yüzeyinin biraz altında bir seviyeden toprak seviyesinin üzerinde bir seviyeye kadar değişen su seviyelerine sahiptir (Brix, 1988; Ostendorp, 1993; Ailstock, 2000) ve çoğunlukla nehir ve nehir kıyısındaki göller ve besin bakımından zengin turbalıkların kıyılarında yetişir. Stolonlu rizomlar 10 m veya daha fazla uzunluğa ulaşabileceğinden, kökünü sökmek veya yok etmek oldukça zordur. Yapraklar gövdeye bitişik ince bir saçak ile yaprak tabanındaki belirgin kanat benzeri uzantıları taşıyan düzgün bir kılıfla gövdeye tutunmuştur. Çiçekler çok büyüktür; 20-60 cm uzunluğunda çok dallı çiçeklenme gösterir ve genellikle mor renklidir. *P. australis*' in çiçeklenme dönemi Temmuz ve Ekim aylarındadır (Davis, 1965). İnsanlar binlerce yıldır kamış kullanıyor. Bir içki türü olan Schnapps, kahve ve tekne üretimi gibi bazı uygulamalar bugün geçmişte olduğundan daha az popülerdir (Holzmann ve Wangelin, 2009). Endüstri, enerji, tarımsal ve su arıtma gibi birçok alanda kamış oldukça sık kullanılan bir bitki türüdür.



Şekil 3. *Phragmites australis* (Kamış)



### 2.3. Ağır Metal Analizi

Çalışma alanı olarak seçilen Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan ve Bitlis İlinin en önemli sulak alanı kabul edilen Nemrut Krater Gölü florasında yetişen *Phragmites australis* (kamuş), bu bölgeden çiçeklenme döneminde toplanmıştır. Aynı zamanda bu bitkileri çevreleyen sedimentler ve toprak numuneleri de uygun bir şekilde araziden alınmıştır. Toplanan bu tür teşhis edilmek amacıyla Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Flora of Turkey adlı eser ve Botanik kılavuzu yardımıyla bu türlerin teşhisi Doç. Dr. Şükrü HAYTA tarafından yapılmıştır. Teşhisleri yapılan bu türün yaprak, gövde ve kök gibi kısımları ön işlem yapılmak üzere ayrılmıştır. Buradaki amacımız bitkinin sahip olduğu toprak altı ve toprak üstü organlarında birikim gösteren ağır metal içeriklerinin ayrı ayrı tespit edilmesi ve bu organlar arasında karşılaştırılma yapılabilmesidir. Daha sonra bu bitkinin yaprak, gövde ve kök gibi kısımları kontaminasyonun engellenmesi için öncelikle laboratuvardaki çeşme suyuyla yıkanmıştır. Daha sonra saf su cihazından geçirilmiş ve kurutulmak üzere ayrı ayrı filtre kağıtları üzerine serilmiştir. Kurutulduktan sonra filtre kağıtlarıyla sarılı vaziyette olan bu parçalar Etüvde 50 °C' de 24 saat bekletilmiştir. Yaklaşık 24 saatin sonunda bu bitki numuneleri ayrı ayrı ağzı kapalı poşetlere konulup daha sonra yapılacak olan ağır metal analizi için dolaplara kaldırılmıştır. Ayrıca bu türün doğal olarak yetiştiği bu alanlardan farklı noktalarda toprak numuneleri alınmıştır. Gerekli işlemleri yapmak için Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilen bu toprak numuneleri uygun bir yerde filtre kağıtlar üzerine serilerek iki hafta boyunca havalandırılması sağlanmıştır. Daha sonra bu örnekler plastik ağzı kapalı poşetlere alınmış ve dolaplara konulmuştur.

### 3. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda Nemrut Krater Gölü çevresinde en fazla yayılış gösteren ve sulak alan bitkisi olan *Phragmites australis* (kamuş) türü ile bunları çevreleyen toprak örneklerinin Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metal konsantrasyonları ICP\*MS cihazı kullanılarak belirlendi. Ayrıca bu bitkinin hangi ağır metale karşı diğerlerine oranla daha toleranslı olduğu ve hangi ağır metal bakımından hiperakümülatör özellik gösterdiği tespit edilmeye çalışıldı. Analizler sonucunda *Phragmites australis* bitkisinin kökünde ağır metal konsantrasyonundaki azalma eğilimi Mg>Mn>Fe>Cu>Ca, gövdede Mg>Mn>Zn>Cu>Fe, ve yaprakta Mg>Mn>Fe>Zn>Cu>Ca>Cd>Ni tespit edildi. Cr ve Pb bu bitkinin kök, gövde ve yaprağında, Ni ve Cd kök ve gövdede, Zn sadece kökte, Ca ise sadece gövdede yaptığımız analizler sonucunda tespit edilemedi. Bunun en büyük sebebi bu bitkinin arazide erken dönemde

toplanmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü literatür çalışmalarımızda aynı tür ile yapılan başka çalışmalarda bu ağır metallerin belirli konsantrasyonlarında tespit edildiği görülmektedir (Yekda, 2018; Bozbek, 2007). Kirlenmiş ve kirlenmemiş ortamlarda yetişen *Phragmites australis* ve *Typha angustifolia* ile ilgili yapılan çalışmalarda bu bitkinin metal kirliliğine toleranslı olduğu tespit edilmiş; farklılık sadece iklimsel ve diğer ekolojik faktörlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (McKee ve Richards, 1996; McNaughton vd., 1974; Ye vd., 1997).



Bitki türlerinin yayılış gösterdiği 2 farklı istasyondan alınan toprak örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen topraktaki ağır metal sınır değerlerinin (Anonim, 2005) altında tespit edildi. Yalnızca 1 ve 2 nolu istasyonlardaki Fe miktarı bu sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı 0,2 mg/kg'ın altında ise az, 0,2- 4,5 mg/kg arasında orta ve 4,5 mg/kg'dan fazla ise genellikle yüksek ve toksik olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norwell, 1978). Elde ettiğimiz analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta tespit edilen Fe miktarı bu istasyonlarda oldukça yüksek olduğundan toksik etki gösterebilir.

**Çizelge 6.1.** *Phragmites australis* bitkisinin farklı organlarındaki ağır metal konsantrasyonları

TÜRLER	ORGANLAR	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<i>Phragmites australis</i>	Kök	35,7	Tespit edilemedi	3,192	2,048	Tespit edilemedi	0,04317	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0,01618
	Gövde	40,72	Tespit edilemedi	3,754	0,0146	Tespit edilemedi	0,1039	0,4355	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
	Yaprak	82,79	Tespit edilemedi	11,5	9,527	0,003052	0,2494	0,5726	0,003766	Tespit edilemedi	0,03009

Çizelge 6.1. Çalışma Alanından Alınan Toprak Numune Değerleri

TÜRLER	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<b>Toprak 1</b>	495,2	1,514	49,97	677,5	2,267	0,7592	5,077	0,07574	1,39	0,6322
<b>Toprak 2</b>	209	0,4447	42,38	960,5	0,4179	0,4014	4,895	0,02605	0,9752	0,0432

Çizelge 6.3. Topraktaki ağır metal sınır değerleri (mg/kg) (Anonim 2005)

Ağır Metal	pH 5-6 (mg/kg kuru toprak)	pH>6 (mg/kg kuru toprak)
Pb	50	300
Cd	1	3
Ni	30	75
Cr	100	100
Co	80	80
Cu	50	140
Fe	4,5	4,5
Zn	150	300
Mn	70	70

DİYARBAKIR  
 26-28 NİSAN 2019



## Kaynaklar

- Rascio, N., Navari, F., 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Sci.* 180, 169-181.
- Pfeifer, H., Derron, M., Rey, D., Schlegel, C., Atteia, O., Piazza, R., Dubois, J.-P., Mandia, Y., 2000. Natural trace element input to the soil-sediment-water-plant system: examples of background and contaminated situations in Switzerland, Eastern France and Northern Italy. In: Markert, B., Friese, K. (Eds.), *Trace Elements - Their Distribution and Effects in the Environment, Trace Metals in the Environment.* Elsevier, pp. 33-86.
- Tanhan, P., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Chaiyarat, R., 2007. Uptake and accumulation of cadmium, lead and zinc by Siam weed [*Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson]. *Chemosphere* 68, 323-329.
- Diez, J., 2008. Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. Universidad de Santiago de Compostela.
- Das, M., Maiti, S., 2008. Comparison between availability of heavy metals in dry and wetland tailing of an abandoned copper tailing pond. *Environ. Monit. Assess.* 137, 343-350.
- Schaller, J., Vymazal, J., Brackhage, C., 2013. Retention of resources (metals, metalloids and rare earth elements) by autochthonously/allochthonously dominated wetlands: a review. *Ecol. Eng.* 53, 106-114.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2010. Informe de la IX Fase del programa de seguimiento monitoreo de efluentes y afluentes al recurso hídrico de Bogotá. Convenio Interadministrativo 020/2008, suscrito entre la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP (EAAB-ESP), del 2010, Bogotá D.C., Colombia.
- Barbier, E., Acreman, M., Knowler, D., 1997. Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores, Communications. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- Mitsch, W., Gosselink, J., 2015a. Wetlands: human use and science. In: *Wetlands.* John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 3-26.
- Camacho, V., Ruiz, A., 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Rev. Biol. Ciencias* 1, 15.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Ecosystems.* Island Press, Washington D.C.

- Haslam, S.M., 2010 *A Book of Reed: (Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel, Formerly Phragmites communis Trin.)*. Forrest Text, Cardigan, GB, 254 pp.
- Brix, H., 1988. Gas exchange through dead culms of reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel. *Aquatic Botany*, 35(1), 81–98.
- Ailstock, S.M., 2000. Adaptive strategies of Common Reed *Phragmites australis*. In: *The Role of Phragmites in the Mid-Atlantic Region, Princess Anne, MD, April 17*, Environmental Center, Anne Arundel College, Arnold, MD.
- Holzmann, G., Wangelin, M., 2009. *Natürliche und pflanzliche Baustoffe: Rohstoff - Bauphysik - Konstruktion (Natural and Plant Construction Materials: Raw Materials - Building Physics- Construction)*, Vieweg & Teubner, Wiesbaden, 225 pp. (in German).
- McKee, J., Richards, a. J., 1996. Variation in seed production and germinability in common reed (*Phragmites australis*) in Britain and France with respect to climate, *New Phytologist*, 155, 233-243.
- McNaughton, S. J., Folsom, T. C., Lee, T., Park, F., Price, C., Roeder, D., Schmitz, J., Stockwell, C., 1974. Heavy metal tolerance in *Typha latifolia* without the evolution of tolerant races, *Ecology*, 55, 1163-1165.
- Ye, Z. H., Baker, A. J. M., Wong, M. H., Willis, A. J., 1997. Zinc, lead and cadmium tolerance, uptake and accumulation by *Typha latifolia*, *New Physiologist*, 136.
- Anonim, 2005. Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 31/05/2005 tarihli, 25831 sayılı.
- Bozbek, B., 2007. Beyşehir Gölü'ndeki *Phragmites australis* (cav.) Trin.ex stend ve *Typha angustifolia* L. Bitkilerinin Ağır Metal İçerikleri. Biyoloji Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yekda, E., 2018. Ahlat Sazlıklarındaki, *Phragmites australis* (cav.) Trin. Ex stend, *Typha angustifolia* L., *Lythrum salicaria* L. Bitkilerinin ve Bunları Çevreleyen Sedimentlerde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Çevre Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis.
- Lindsay, W.L., Norwell W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Dron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42: 421-428.

## NEMRUT KRATER GÖLÜ ÇEVRESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN *Juncus inflexus* L. TÜRÜNÜN HİPERAKÜMÜLATÖR ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Nur Ceren Dizdaroğlu**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Şükrü Hayta**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Sulak alanlar, düşük derinlikte kalıcı veya periyodik bir su kütlesine maruz kalan sucul ve yarı sucul ekosistemlerdir. Sulak alanlar ayrıca çevresel yönetim ve koruma alanı olarak hareket eden bir arazi şeridinde sahiptir. Sulak alanlar, biyojeokimyasal döngülere (Garg, 2015; Lewis, 1995) ve mega çeşitlilik bölgelerine ekolojik olarak sağladığı önemli katkılarıyla bilinirler. Ağır metaller (HM), dünya çapında çok sayıda sulak alanda bulunur; diğer faktörlerin yanı sıra madencilik, sanayi, tarım ve inşaat faaliyetleri gibi insan kaynaklı müdahalelerle yayılırlar (Cunningham vd., 1995; Switras, 1999). Fitoremediasyon ve sulak alan restorasyon projeleri için, doğal veya endemik türlerin ekosistemle ilgili ve ekolojik işlevlerini belirlemek gerekir. Bu amaçla önemli bir sulak alan olan Bitlis İli sınırları içerisindeki Nemrut Krater Gölü çevresinde yetişen ve sucul bir bitki olan *Juncus inflexus* L. bu çalışmada tercih edilmiştir. 2017 yılında yaptığımız arazi çalışmaları sonucunda doğal ortamlarından toplanan bu bitki örneği Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilerek burada gerekli ön işlemler yapılmıştır ve ICP-MS cihazı kullanılarak yapılacak olan ağır metal analizleri için hazır konuma getirilmiştir. Yaptığımız bu çalışmada *Juncus inflexus* L. türünün hem hiperakümülatör seviyesini belirlemek, hem de farklı organlarında (kök, gövde ve çiçek) ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) gibi elementlerinin miktarları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda Mg ( $109 \text{ mg kg}^{-1}$ ) makro elementi bu bitkinin çiçek kısmında en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Cr bu bitkinin çiçek ve kök kısmında, Pb çiçek ve gövde kısmında, Ni ise çiçek kısmında tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Juncus inflexus*, Nemrut Krater Gölü, Ağır Metal, Hiperakümülatör,

## 1. GİRİŞ

Sanayileşme ve nüfusun giderek artması tüm ekosistemi etkilemekte ve bunun sonucu olarak da çevresel problemler ortaya çıkmaktadır. Hava ve su gibi çevre bileşenlerinin yanında toprak da önemli bir bileşendir. Çünkü insan yaşamanın devam etmesi için gerekli olan temel bileşenlerin başında toprak yer almaktadır. Toprağın en önemli özelliklerinden birisi besin maddelerinin çoğunu içermesidir. Sanayileşmenin gün geçtikçe artması toprakta ağır metal birikimine sebep olmaktadır. Özellikle cıva, kadmiyum ve kurşun gibi ağır ya da toksik metallerin neden olduğu çevre kirliliği, besin zincirini ve tüm dünyayı tehdit eder hale gelmiştir. Urano (2010), birçok ağır metalin toprakta doğal olarak bulunmasıyla beraber farklı endüstriyel uygulamalar sonucu çevreye yayıldığını belirtmiştir. Toprakta bulunan metal derişimi genel olarak 1 ila 100.000 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişkenlik göstermektedir. Ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda bulunması toprağın organik yapısının bozulmasına, ürününün verim ve kalitesinde düşüşlere neden olmakta (Long vd., 2002) ve dolayısıyla insan ve diğer canlılar için olumsuz etkilere yol açmaktadır (Blaylock ve Huang, 2000).

Ağır metallerin aşırı birikimine dirençli bitki türleri metal zengini, ılıman ve tropik bölgelerdeki topraklarda gelişir (Güney Amerika, Kuzey Amerika, Avrupa ve Yeni Kaledonya) (Baker ve Brooks, 1989). Bu bitkiler yüksek toleranslarına bağlı olarak seçilir. Serpantin toleransı üç temel kanıtlanmış fizyolojik ve evrim mekanizmasına göre açıklanabilir: düşük Ca/Mg oranına karşı tolerans, Mg zehirlenmesine karşı tolerans veya yüksek Mg gereksinimi. Aşırı birikime dirençli bitki türlerinin büyük bir çoğunluğu serpantinleşmiş bölgelerdeki toprakların özelliklerini taşıyan bitki topluluklarına aittir. Tüm kökten beslenen bitki türleri metali eşit derecede derişirmez. Azdan çoğa olan derişimler farklı bitkilerde tolere edilir. Önce bahsedilen az olanlar “kökten beslenen bitkiler” olarak değerlendirilirken sonraki çok olanlar “aşırı birikime dirençli bitki” olarak değerlendirilir (Jaffre vd., 1976).

Fitoremediasyon ve sulak alan restorasyon projeleri için, doğal veya endemik türlerin ekosistemle ilgili ve ekolojik işlevlerini belirlemek gerekir. Bu amaçla önemli bir sulak alan olan Bitlis İli sınırları içerisindeki Nemrut Krater Gölü çevresinde yetişen ve sucul bir bitki olan *Juncus inflexus* L. bu çalışmada tercih edilmiştir. *Juncus inflexus* L. türünün hem hiperakümülatör seviyesini belirlemek, hem de farklı organlarında (kök, gövde ve çiçek) ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak



yetiştirildiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) gibi metallerin konsantrasyonları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır.

## 2. Materyal Ve Yöntem

### 2.1. Araştırma ve Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak bu türün en yoğun ve baskın habitata sahip olduğu Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan dünyanın en büyük kraterlerinden Nemrut Krater Gölü tercih edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı (Nemrut Krater Gölü)

### 2.2. *Juncus inflexus* L. (Hasır Otu)

*Juncus inflexus*, yoğun monokültür tutamlarında büyüme eğiliminde olan çok yıllık bir türdür. Bu bitki kılıflı saplara, mavi-yeşil silindirik gövdelere (40-80 cm × 1.2-4 mm) ve kesikli ilik (gövde dokusu) şeklindedir. Sapları yakından kucaklayan ve 1-13 cm uzunluğunda olabilen birkaç kırmızımsı kahverengi katafiller (bitkiye koruma ve / veya yapısal destek sağlayan yapraklar) vardır. *Juncus inflexus*, 3-5 mm boyunca uzayabilen ve 1,5-3 mm çapında değişen pürüzsüz, silindirik gövdeler üreten köksaplara sahiptir. Bu tür, oval brakteoller ile pedisellat

çiçekleri (bitki başına tek, çok çiçek düzenlenişi); tepaller kırmızımsı kahverengi, mızrak şeklindedir ve uzunlukları 2,7–3,5 mm olabilir (USDA/NRCS Plants Database, 2019).



Şekil 2. *Juncus inflexus* (Hasır otu)

### 2.3. Ağır Metal Analizi

Çalışma alanı olarak seçilen Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan ve Bitlis İlinin en önemli sulak alanı kabul edilen Nemrut Krater Gölü florasında yetişen *Phragmites australis* (kamuş), bu bölgeden çiçeklenme döneminde toplanmıştır. Aynı zamanda bu bitkileri çevreleyen sedimentler ve toprak numuneleri de uygun bir şekilde araziden alınmıştır. Toplanan bu tür teşhis edilmek amacıyla Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Flora of Turkey adlı eser ve Botanik kılavuzu yardımıyla bu türlerin teşhisi Doç. Dr. Şükrü HAYTA tarafından yapılmıştır. Teşhisleri yapılan bu türün yaprak, gövde ve kök gibi kısımları ön işlem yapılmak üzere ayrılmıştır. Buradaki amacımız bitkinin sahip olduğu toprak altı ve toprak üstü organlarında birikim gösteren ağır metal içeriklerinin ayrı ayrı tespit edilmesi ve bu organlar arasında karşılaştırılma yapılabilmesidir. Daha sonra bu bitkinin yaprak, gövde ve kök gibi kısımları kontaminasyonun engellenmesi için öncelikle laboratuvardaki çeşme suyuyla yıkanmıştır. Daha sonra saf su cihazından geçirilmiş ve kurutulmak üzere ayrı ayrı filtre kağıtları üzerine serilmiştir. Kurutulduktan sonra filtre kağıtlarıyla sarılı vaziyette olan bu

parçalar Etüvde 50 °C' de 24 saat bekletilmiştir. Yaklaşık 24 saatin sonunda bu bitki numuneleri ayrı ayrı ağzı kapalı poşetlere konulup daha sonra yapılacak olan ağır metal analizi için dolaplara kaldırılmıştır. Ayrıca bu türün doğal olarak yetiştiği bu alanlardan farklı noktalarda toprak numuneleri alınmıştır. Gerekli işlemleri yapmak için Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilen bu toprak numuneleri uygun bir yerde filtre kağıtlar üzerine serilerek iki hafta boyunca havalandırılması sağlanmıştır. Daha sonra bu örnekler plastik ağzı kapalı poşetlere alınmış ve dolaplara konulmuştur.

### 3. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda Dünyanın en büyük krater göllerinden biri olan Nemrut Krater Gölü çevresinde en fazla yayılış gösteren ve sulak alan bitkisi olan *Juncus inflexsus* (hasır otu) türü ile bunları çevreleyen toprak örneklerinin Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metal içerikleri ICP\*MS cihazı kullanılarak belirlendi. Ayrıca bu bitkinin hangi ağır metale karşı diğerlerine oranla daha toleranslı olduğu ve hangi ağır metal bakımından hiperakümülatör özellik gösterdiği tespit edilmeye çalışıldı. Analizler sonucunda *Juncus inflexsus* bitkisinin çiçeğinde ağır metal konsantrasyonundaki azalma eğilimi Mg>Mn>Fe>Zn>Cu>Ca>Cd, kökte Fe>Mg>Mn>Zn>Ca>Cu>Pb>Ni>Cd, ve gövdede ise Mg>Mn>Fe>Zn>Cr>Ni>Cu>Ca>Cd tespit edildi. Cr bu bitkinin çiçek ve kök, Pb çiçek ve gövdede yaptığımız analizler sonucunda tespit edilemedi. Allen (1989)'e göre, sedimentlerde bulunması gereken Fe konsantrasyonu 50-1.000 mg kg<sup>-1</sup>, kirlenmemiş ortamlardaki bitkiler için ise 40-500 mg kg<sup>-1</sup>'dir (Demirezen 2002). FAO/WHO'nun bitkilerde kabul ettiği Fe sınır değeri 30 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Bitkiler demiri topraktan Fe<sup>+3</sup>, Fe<sup>+2</sup> iyonları ve Fe halinde almaktadırlar. Bitkilerin demir kapsamları türlerine, yaşlarına, organlarına, yetiştikleri toprakların yarayışlı demir miktarına göre, kuru ağırlıklarının birkaç ppm ile 500-600 ppm arasında değişmektedir (Güven 2002). Fe miktarının ölçülebilen en yüksek konsantrasyonu 155,8 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile bitkinin kök kısmına aittir. Bu değer FAO/WHO'nun bitkilerde kabul ettiği Fe sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu görülmüştür.

Bitki türlerinin yayılış gösterdiği 2 farklı istasyondan alınan toprak örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen topraktaki ağır metal sınır değerlerinin (Anonim, 2005) altında tespit edildi. Yalnızca 1 ve 2 nolu istasyonlardaki Fe miktarı bu sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı 0,2 mg/kg'ın altında ise az, 0,2- 4,5 mg/kg arasında orta ve 4,5 mg/kg'dan fazla ise genellikle yüksek ve toksik olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norwell 1978). Elde ettiğimiz analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta tespit edilen Fe miktarı bu istasyonlarda oldukça yüksek olduğundan toksik etki gösterebilir.

**Çizelge 6.1.** *Juncus inflexus* bitkisinin farklı organlarındaki ağır metal konsantrasyonları

TÜRLER	ORGANLAR	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<i>Juncus inflexus</i>	Çiçek	109	Tespit edilemedi	17,54	10,17	Tespit edilemedi	0,2455	2,447	0,008997	Tespit edilemedi	0,06387
	Kök	59,31	Tespit edilemedi	18,36	155,8	0,05658	0,09585	4,242	0,01193	0,09255	0,1234
	Gövde	79,41	0,9071	19,23	8,535	0,1825	0,1709	1,385	0,02825	Tespit edilemedi	0,07684



**Çizelge 6.1.** Çalışma Alanından Alınan Toprak Numune Değerleri

TÜRLER	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<b>Toprak 1</b>	130	0,6631	26,76	587,9	0,5815	0,4152	4,705	0,002762	1,277	0,7201
<b>Toprak 2</b>	209	0,4447	42,38	960,5	0,4179	0,4014	4,895	0,02605	0,9752	0,0432

**Çizelge 6.3.** Topraktaki ağır metal sınır değerleri (mg/kg) (Anonim 2005)

Ağır Metal	pH 5-6 (mg/kg kuru toprak)	pH>6 (mg/kg kuru toprak)
Pb	50	300
Cd	1	3
Ni	30	75
Cr	100	100
Co	80	80
Cu	50	140
Fe	4,5	4,5
Zn	150	300
Mn	70	70

### Kaynaklar

- Rascio, N., Navari, F., 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Sci.* 180, 169-181.
- Pfeifer, H., Derron, M., Rey, D., Schlegel, C., Atteia, O., Piazza, R., Dubois, J.-P., Mandia, Y., 2000. Natural trace element input to the soil-sediment-water-plant system: examples of background and contaminated situations in Switzerland, Eastern France and Northern Italy. In: Markert, B., Friese, K. (Eds.), *Trace Elements - Their Distribution and Effects in the Environment, Trace Metals in the Environment.* Elsevier, pp. 33-86.

- Tanhan, P., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Chaiyarat, R., 2007. Uptake and accumulation of cadmium, lead and zinc by Siam weed [*Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson]. *Chemosphere* 68, 323-329.
- Diez, J., 2008. Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. Universidad de Santiago de Compostela.
- Das, M., Maiti, S., 2008. Comparison between availability of heavy metals in dry and wetland tailing of an abandoned copper tailing pond. *Environ. Monit. Assess.* 137, 343-350.
- Schaller, J., Vymazal, J., Brackhage, C., 2013. Retention of resources (metals, metalloids and rare earth elements) by autochthonously/allochthonously dominated wetlands: a review. *Ecol. Eng.* 53, 106-114.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2010. Informe de la IX Fase del programa de seguimiento monitoreo de efluentes y afluentes al recurso hídrico de Bogotá. Convenio Interadministrativo 020/2008, suscrito entre la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP (EAAB-ESP), del 2010, Bogotá D.C., Colombia.
- Barbier, E., Acreman, M., Knowler, D., 1997. Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores, Communications. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- Mitsch, W., Gosselink, J., 2015a. Wetlands: human use and science. In: *Wetlands*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 3-26.
- Camacho, V., Ruiz, A., 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Rev. Biol. Ciencias* 1, 15.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Ecosystems*. Island Press, Washington D.C.
- Haslam, S.M., 2010 *A Book of Reed: (Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel, Formerly Phragmites communis Trin.)*. Forrest Text, Cardigan, GB, 254 pp.
- Brix, H., 1988. Gas exchange through dead culms of reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel. *Aquatic Botany*, 35(1), 81-98.
- Ailstock, S.M., 2000. Adaptive strategies of Common Reed *Phragmites australis*. In: *The Role of Phragmites in the Mid-Atlantic Region, Princess Anne, MD, April 17*, Environmental Center, Anne Arundel College, Arnold, MD.
- Holzmann, G., Wangelin, M., 2009. *Natürliche und pflanzliche Baustoffe: Rohstoff - Bauphysik - Konstruktion (Natural and Plant Construction Materials: Raw Materials*

- *Building Physics- Construction*), Vieweg & Teubner, Wiesbaden, 225 pp. (in German).
- McKee, J., Richards, a. J., 1996. Variation in seed production and germinability in common reed (*Phragmites australis*) in Britain and France with respect to climate, *New Phytologist*, 155, 233-243.
- McNaughton, S. J., Folsom, T. C., Lee, T., Park, F., Price, C., Roeder, D., Schmitz, J., Stockwell, C., 1974. Heavy metal tolerance in *Typha latifolia* without the evolution of tolerant races, *Ecology*, 55, 1163-1165.
- Ye, Z. H., Baker, A. J. M., Wong, M. H., Willis, A. J., 1997. Zinc, lead and cadmium tolerance, uptake and accumulation by *Typha latifolia*, *New Physiologist*, 136.
- Anonim, 2005. Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 31/05/2005 tarihli, 25831 sayılı.
- Bozbek, B., 2007. Beyşehir Gölü'ndeki *Phragmites australis* (cav.) Trin.ex stend ve *Typha angustifolia* L. Bitkilerinin Ağır Metal İçerikleri. Biyoloji Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yekda, E., 2018. Ahlat Sazlıklarındaki, *Phragmites australis* (cav.) Trin. Ex stend, *Typha angustifolia* L., *Lythrum salicaria* L. Bitkilerinin ve Bunları Çevreleyen Sedimentlerde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Çevre Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis.
- Lindsay, W.L., Norwell W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Đron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42: 421-428.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## NEMRUT KRATER GÖLÜ ÇEVRESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN *Juncus inflexus* L. TÜRÜNÜN HİPERAKÜMÜLATÖR ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Nur Ceren Dizdaroğlu**

Bitlis Eren Üniversitesi

**Doç. Dr. Şükrü Hayta**

Bitlis Eren Üniversitesi

### ÖZET

Sulak alanlar, düşük derinlikte kalıcı veya periyodik bir su kütlesine maruz kalan sucul ve yarı sucul ekosistemlerdir. Sulak alanlar ayrıca çevresel yönetim ve koruma alanı olarak hareket eden bir arazi şeridinde sahiptir. Sulak alanlar, biyojeokimyasal döngülere (Garg, 2015; Lewis, 1995) ve mega çeşitlilik bölgelerine ekolojik olarak sağladığı önemli katkılarıyla bilinirler. Ağır metaller (HM), dünya çapında çok sayıda sulak alanda bulunur; diğer faktörlerin yanı sıra madencilik, sanayi, tarım ve inşaat faaliyetleri gibi insan kaynaklı müdahalelerle yayılırlar (Cunningham vd., 1995; Switras, 1999). Fitoremediasyon ve sulak alan restorasyon projeleri için, doğal veya endemik türlerin ekosistemle ilgili ve ekolojik işlevlerini belirlemek gerekir. Bu amaçla önemli bir sulak alan olan Bitlis İli sınırları içerisindeki Nemrut Krater Gölü çevresinde yetişen ve sucul bir bitki olan *Juncus inflexus* L. bu çalışmada tercih edilmiştir. 2017 yılında yaptığımız arazi çalışmaları sonucunda doğal ortamlarından toplanan bu bitki örneği Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilerek burada gerekli ön işlemler yapılmıştır ve ICP-MS cihazı kullanılarak yapılacak olan ağır metal analizleri için hazır konuma getirilmiştir. Yaptığımız bu çalışmada *Juncus inflexus* L. türünün hem hiperakümülatör seviyesini belirlemek, hem de farklı organlarında (kök, gövde ve çiçek) ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) gibi elementlerinin miktarları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda Mg (109 mg kg<sup>-1</sup>) makro elementi bu bitkinin çiçek kısmında en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Cr bu bitkinin çiçek ve kök kısmında, Pb çiçek ve gövde kısmında, Ni ise çiçek kısmında tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Juncus inflexus*, Nemrut Krater Gölü, Ağır Metal, Hiperakümülatör,



## 1. GİRİŞ

Sanayileşme ve nüfusun giderek artması tüm ekosistemi etkilemekte ve bunun sonucu olarak da çevresel problemler ortaya çıkmaktadır. Hava ve su gibi çevre bileşenlerinin yanında toprak da önemli bir bileşendir. Çünkü insan yaşamanın devam etmesi için gerekli olan temel bileşenlerin başında toprak yer almaktadır. Toprağın en önemli özelliklerinden birisi besin maddelerinin çoğunu içermesidir. Sanayileşmenin gün geçtikçe artması toprakta ağır metal birikimine sebep olmaktadır. Özellikle cıva, kadmiyum ve kurşun gibi ağır ya da toksik metallerin neden olduğu çevre kirliliği, besin zincirini ve tüm dünyayı tehdit eder hale gelmiştir. Urano (2010), birçok ağır metalin toprakta doğal olarak bulunmasıyla beraber farklı endüstriyel uygulamalar sonucu çevreye yayıldığını belirtmiştir. Toprakta bulunan metal derişimi genel olarak 1 ila 100.000 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişkenlik göstermektedir. Ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda bulunması toprağın organik yapısının bozulmasına, ürününün verim ve kalitesinde düşüöşlere neden olmakta (Long vd., 2002) ve dolayısıyla insan ve diğer canlılar için olumsuz etkilere yol açmaktadır (Blaylock ve Huang, 2000).

Ağır metallerin aşırı birikimine dirençli bitki türleri metal zengini, ılıman ve tropik bölgelerdeki topraklarda gelişir (Güney Amerika, Kuzey Amerika, Avrupa ve Yeni Kaledonya) (Baker ve Brooks, 1989). Bu bitkiler yüksek toleranslarına bağlı olarak seçilir. Serpantin toleransı üç temel kanıtlanmış fizyolojik ve evrim mekanizmasına göre açıklanabilir: düşük Ca/Mg oranına karşı tolerans, Mg zehirlenmesine karşı tolerans veya yüksek Mg gereksinimi. Aşırı birikime dirençli bitki türlerinin büyük bir çoğunluğu serpantinleşmiş bölgelerdeki toprakların özelliklerini taşıyan bitki topluluklarına aittir. Tüm kökten beslenen bitki türleri metali eşit derecede deriştirmez. Azdan çoğa olan derişimler farklı bitkilerde tolere edilir. Önce bahsedilen az olanlar “kökten beslenen bitkiler” olarak değerlendirilirken sonraki çok olanlar “aşırı birikime dirençli bitki” olarak değerlendirilir (Jaffre vd., 1976).

Fitoremediasyon ve sulak alan restorasyon projeleri için, doğal veya endemik türlerin ekosistemle ilgili ve ekolojik işlevlerini belirlemek gerekir. Bu amaçla önemli bir sulak alan olan Bitlis İli sınırları içerisindeki Nemrut Krater Gölü çevresinde yetişen ve sucul bir bitki olan *Juncus inflexus* L. bu çalışmada tercih edilmiştir. *Juncus inflexus* L. türünün hem hiperakümülatör seviyesini belirlemek, hem de farklı organlarında (kök, gövde ve çiçek) ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca bu bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamlardan alınan toprak örnekleri üzerinde de çalışılarak, Kalsiyum (Ca),

Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) gibi metallerin konsantrasyonları ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır.

## 2. Materyal Ve Yöntem

### 2.1. Araştırma ve Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak bu türün en yoğun ve baskın habitata sahip olduğu Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan dünyanın en büyük kraterlerinden Nemrut Krater Gölü tercih edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı (Nemrut Krater Gölü)

### 2.2. *Juncus inflexus* L. (Hasır Otu)

*Juncus inflexus*, yoğun monokültür tutamlarında büyüme eğiliminde olan çok yıllık bir türdür. Bu bitki kılıflı saplara, mavi-yeşil silindirik gövdelere (40-80 cm × 1.2-4 mm) ve kesikli ilik (gövde dokusu) şeklindedir. Sapları yakından kucaklayan ve 1-13 cm uzunluğunda olabilen birkaç kırmızımsı kahverengi katafiller (bitkiye koruma ve / veya yapısal destek sağlayan yapraklar) vardır. *Juncus inflexus*, 3-5 mm boyunca uzayabilen ve 1,5-3 mm çapında değişen pürüzsüz, silindirik gövdeler üreten köksaplara sahiptir. Bu tür, oval brakteoller ile pedisellat

çiçekleri (bitki başına tek, çok çiçek düzenlenişi); tepaller kırmızımsı kahverengi, mızrak şeklindedir ve uzunlukları 2,7–3,5 mm olabilir (USDA/NRCS Plants Database, 2019).



Şekil 2. *Juncus inflexus* (Hasır otu)

### 2.3. Ağır Metal Analizi

Çalışma alanı olarak seçilen Bitlis İli sınırları içerisinde yer alan ve Bitlis İlinin en önemli sulak alanı kabul edilen Nemrut Krater Gölü florasında yetişen *Phragmites australis* (kamuş), bu bölgeden çiçeklenme döneminde toplanmıştır. Aynı zamanda bu bitkileri çevreleyen sedimentler ve toprak numuneleri de uygun bir şekilde araziden alınmıştır. Toplanan bu tür teşhis edilmek amacıyla Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Flora of Turkey adlı eser ve Botanik kılavuzu yardımıyla bu türlerin teşhisi Doç. Dr. Şükrü HAYTA tarafından yapılmıştır. Teşhisleri yapılan bu türün yaprak, gövde ve kök gibi kısımları ön işlem yapılmak üzere ayrılmıştır. Buradaki amacımız bitkinin sahip olduğu toprak altı ve toprak üstü organlarında birikim gösteren ağır metal içeriklerinin ayrı ayrı tespit edilmesi ve bu organlar arasında karşılaştırılma yapılabilmesidir. Daha sonra bu bitkinin yaprak, gövde ve kök gibi kısımları kontaminasyonun engellenmesi için öncelikle laboratuvardaki çeşme suyuyla yıkanmıştır. Daha sonra saf su cihazından geçirilmiş ve kurutulmak üzere ayrı ayrı filtre kağıtları üzerine serilmiştir. Kurutulduktan sonra filtre kağıtlarıyla sarılı vaziyette olan bu

parçalar Etüvde 50 °C' de 24 saat bekletilmiştir. Yaklaşık 24 saatin sonunda bu bitki numuneleri ayrı ayrı ağzı kapalı poşetlere konulup daha sonra yapılacak olan ağır metal analizi için dolaplara kaldırılmıştır. Ayrıca bu türün doğal olarak yetiştiği bu alanlardan farklı noktalarda toprak numuneleri alınmıştır. Gerekli işlemleri yapmak için Çevre Mühendisliği Laboratuvarına getirilen bu toprak numuneleri uygun bir yerde filtre kağıtlar üzerine serilerek iki hafta boyunca havalandırılması sağlanmıştır. Daha sonra bu örnekler plastik ağzı kapalı poşetlere alınmış ve dolaplara konulmuştur.

### 3. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda Dünyanın en büyük krater göllerinden biri olan Nemrut Krater Gölü çevresinde en fazla yayılış gösteren ve sulak alan bitkisi olan *Juncus inflexsus* (hasır otu) türü ile bunları çevreleyen toprak örneklerinin Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metal içerikleri ICP\*MS cihazı kullanılarak belirlendi. Ayrıca bu bitkinin hangi ağır metale karşı diğerlerine oranla daha toleranslı olduğu ve hangi ağır metal bakımından hiperakümülatör özellik gösterdiği tespit edilmeye çalışıldı. Analizler sonucunda *Juncus inflexsus* bitkisinin çiçeğinde ağır metal konsantrasyonundaki azalma eğilimi Mg>Mn>Fe>Zn>Cu>Ca>Cd, kökte Fe>Mg>Mn>Zn>Ca>Cu>Pb>Ni>Cd, ve gövdede ise Mg>Mn>Fe>Zn>Cr>Ni>Cu>Ca>Cd tespit edildi. Cr bu bitkinin çiçek ve kök, Pb çiçek ve gövdede yaptığımız analizler sonucunda tespit edilemedi. Allen (1989)'e göre, sedimentlerde bulunması gereken Fe konsantrasyonu 50-1.000 mg kg<sup>-1</sup>, kirlenmemiş ortamlardaki bitkiler için ise 40-500 mg kg<sup>-1</sup>'dir (Demirezen 2002). FAO/WHO'nun bitkilerde kabul ettiği Fe sınır değeri 30 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Bitkiler demiri topraktan Fe<sup>+3</sup>, Fe<sup>+2</sup> iyonları ve Fe halinde almaktadırlar. Bitkilerin demir kapsamları türlerine, yaşlarına, organlarına, yetiştikleri toprakların yarayışlı demir miktarına göre, kuru ağırlıklarının birkaç ppm ile 500-600 ppm arasında değişmektedir (Güven 2002). Fe miktarının ölçülebilen en yüksek konsantrasyonu 155,8 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile bitkinin kök kısmına aittir. Bu değer FAO/WHO'nun bitkilerde kabul ettiği Fe sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu görülmüştür.



Bitki türlerinin yayılış gösterdiği 2 farklı istasyondan alınan toprak örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen topraktaki ağır metal sınır değerlerinin (Anonim, 2005) altında tespit edildi. Yalnızca 1 ve 2 nolu istasyonlardaki Fe miktarı bu sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı 0,2 mg/kg'ın altında ise az, 0,2- 4,5 mg/kg arasında orta ve 4,5 mg/kg'dan fazla ise genellikle yüksek ve toksik olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norwell 1978). Elde ettiğimiz analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta tespit edilen Fe miktarı bu istasyonlarda oldukça yüksek olduğundan toksik etki gösterebilir.

**Çizelge 6.1.** *Juncus inflexus* bitkisinin farklı organlarındaki ağır metal konsantrasyonları

TÜRLER	ORGANLAR	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<i>Juncus inflexus</i>	Çiçek	109	Tespit edilemedi	17,54	10,17	Tespit edilemedi	0,2455	2,447	0,008997	Tespit edilemedi	0,06387
	Kök	59,31	Tespit edilemedi	18,36	155,8	0,05658	0,09585	4,242	0,01193	0,09255	0,1234
	Gövde	79,41	0,9071	19,23	8,535	0,1825	0,1709	1,385	0,02825	Tespit edilemedi	0,07684

**Çizelge 6.1.** Çalışma Alanından Alınan Toprak Numune Değerleri

TÜRLER	Mg	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ca
<b>Toprak 1</b>	130	0,6631	26,76	587,9	0,5815	0,4152	4,705	0,002762	1,277	0,7201
<b>Toprak 2</b>	209	0,4447	42,38	960,5	0,4179	0,4014	4,895	0,02605	0,9752	0,0432

**Çizelge 6.3.** Topraktaki ağır metal sınır değerleri (mg/kg) (Anonim 2005)

Ağır Metal	pH 5-6 (mg/kg kuru toprak)	pH>6 (mg/kg kuru toprak)
Pb	50	300
Cd	1	3
Ni	30	75
Cr	100	100
Co	80	80
Cu	50	140
Fe	4,5	4,5
Zn	150	300
Mn	70	70

### Kaynaklar

- Garg J. 2015. Wetland assessment, monitoring and management in India using geospatial techniques. J. Environ. Manag. 148, 112-123.
- Lewis W. 1995. Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Academies Press, Washington, D.C.
- Cunningham S, Berti W, Huang J. 1995. Phytoremediation of contaminated soils. Trends Biotechnol. 13, 393-397.
- Switras S. 1999. The potential of phytoremediation techniques for selenium removal. J. Environ. Qual. 5, 1-7.
- Urano K, Kurihara Y, Seki M, Shinozaki K. 2010. 'Omics' Analyses of Regulatory Networks in Plant Abiotic Stress Responses. Cur Opi in Plant Bio. 13, 132-138.

- Long XX, Yang XE, Ni WZ. 2002. Current Status and Perspective on Phytoremediation of Heavy Metal Polluted Soils. *J App Eco.* 13, 757–762.
- Blaylock MJ, Huang JW. 2000. Phytoextraction of metals. In: raskin, I. and ensley, B.D. (eds.), *phytoremediation of toxic metals: using plants to clean–up the environment.* Wiley, New York.
- Baker A, Brooks R. 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements - a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery.* 1, 81-126.
- Jaffre T, Brooks R, Lee J, Reeves R. 1976. *Sebertia acuminata*: a hyperaccumulator of nickel from New Caledonia. *Sci.* 193, 579-580.
- Allen SE. 1989. *Chemical Analysis of Ecological Material*, 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford University Press New York.
- Demirezen D. 2002. Sultan Sazlığı ve Çevresindeki Sucul Ekosistemlerde Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güven A. 2002. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt:11, Sayı:1-2
- Lindsay WL, Norwell WA. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Dron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42, 421-428.
- Anonim 2005. Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 31/05/2005 tarihli, 25831 sayılı.

ANADOLU ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

## CİVA TOKSİSİTESİ VE CİVANIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeliz Çakır Sahilli

Munzur Üniversitesi

### ÖZET

Ağır metaller her yerde bulunan ve biyolojik olarak çözünmeyen bir çevre kimyasalları grubudur. Ağır metallere maruz kalmaktan kaynaklanan olumsuz etkiler yaygın olarak bilinmesine rağmen, bunların çevrede kullanımı ve konsantrasyonu artmaktadır. Biyolojik sistemlerin ağır metallere maruz kalması, DNA hasarı, protein modifikasyonu, lipid peroksidasyonu ve diğerlerini indükleyebilecek oksidasyon stresine yol açabilir. Ağır metallerin toksisiteleri ile ilgili ana mekanizma reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasıdır. Ek olarak, toksisiteler, glutatyonun tükenmesi ve protein sülfhidril gruplarına bağlanması üzerinden de ifade edilmiştir. Civa (Hg) gümüş, sıvı, parlak, kokusuz bir ağır metaldir. Doğada; elemental civa, organik ve inorganik bileşikler şeklinde bulunur. Hg insan sağlığına olumsuz etkiler gösterebilen bir maddedir. Sanayi ağırlıklı olarak, diş hekimliği, madencilik, tıbbi cihazların yapımı, inşaat ve kağıt üretimi gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. İnsanlarda solunum, beslenme ve besin zinciri yoluyla Hg maruziyeti gerçekleşebilmektedir. Hg bileşiklerine karşı en yüksek hassasiyet sinir sisteminidir. Vücuda alınan civanın ayrıca, beyin ve böbrekler üzerinde de etkileri olduğu bildirilmiştir. Civanın toksisitesi kimyasal formuna bağlı olarak değişim gösterir. Bunun nedeni, alınan formun vücutta izleyeceği yolun farklılık göstermesidir. Hg toksisitesi üç şekilde olmaktadır. Birincisi, Hg olarak proteindeki sülfhidril (-SH) veya selenohidril (-SeH) grupları ile etkileşerek proteinlerde yapı değişikliği ve aktivite kaybına yol açar. İkinci olarak, tersiyer yapıdaki değişiklik ile beraber bazı proteinler immünolojik özellik kazanırlar ve immünglobulinleri üreten B lenfositlerinin proliferasyonuna neden olurlar. Son olarak, alkil civa türleri ise lipofilik olup nöronlar gibi lipitten zengin dokularda proteinlere bağlanırlar. Bu çalışmanın temel amacı Hg ile ilişkili olarak çevrede toksisite ve ilgili mekanizmaları ve insan sağlığı üzerine etkilerini ele almaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, Civa, Toksik etki, Sağlık

### GİRİŞ

Çevre, doğal ve antropojenik kaynaklardan gelen çeşitli kimyasal maddelere sürekli olarak maruz kalmaktadır. Dünyanın pek çok bölgesinde hızlı sanayileşme ve kentleşme nedeniyle



bu kimyasalların antropojenik kaynaklardan salınması artarak sürmektedir. Günümüzde, CAS Çevrimiçi Kimyasal Katalog Dosyasında (<http://cas.org>) bulunan ve dünya genelinde piyasada satılan 70 milyondan fazla kimyasal madde bulunmaktadır. Bu kimyasalların çoğu su kaynaklarına ve diğer çevresel sistemlere karışmaktadır (Altenburger ve ark. 2000; Altenburger ve ark. 2013; Domínguez-Cortinas ve ark. 2013). Sanayileşme ile birlikte insanların toksik ağır metallerle maruziyetinde artış meydana gelmiştir. Sanayileşmenin yarattığı etkilerden dolayı, doğada yetişen bitkisel ve hayvansal gıdaların alımı, denizlerin kirlenmesi, geri dönüşümlü kullanılan malzemeler, yakıtlar ve bunların kirlendiği havada insanoğlu zehirlenmektedir. Ağır metaller çevre şartlarına dayanıklı olduklarından insan ve diğer canlılarda birikmektedirler. Bu durum biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon yoluyla olmaktadır. Biyoakümülyasyon; çevrede bulunan ağır metallerin zaman içinde organizmada birikmesidir. Biyomagnifikasyon ise, besin zincirindeki küçük canlılardan daha büyük canlılara doğru gittikçe katlanarak birikmesidir.

Çevresel kimyasallara maruz kalmaktan kaynaklandığı şüphelenilen başlıca insan hastalık grupları kanserler, doğuştan gelen bozukluklar ve bağışıklık sistemi kusurları, zihinsel gerilik (düşük IQ'lar), davranışsal anormallikler, immünotoksosite, düşük doğurganlık, bozulmuş cinsiyet hormon dengesi, bozulmuş metabolizma ve belirli organ işlev bozukluklarıdır (Carpenter ve ark. 2002; Pimentel ve ark. 2007; Prüss-Ustün ve ark. 2011).

Ağır metaller maruz kalmaktan kaynaklanan olumsuz etkiler yaygın olarak bilinmesine rağmen, bunların çevrede kullanımı ve konsantrasyonu artmaktadır (Alloway 2013).

Bu çalışma, Hg toksisite mekanizmaları ve insan sağlığı hakkındaki güncel literatürü incelemeyi amaçlamaktadır.

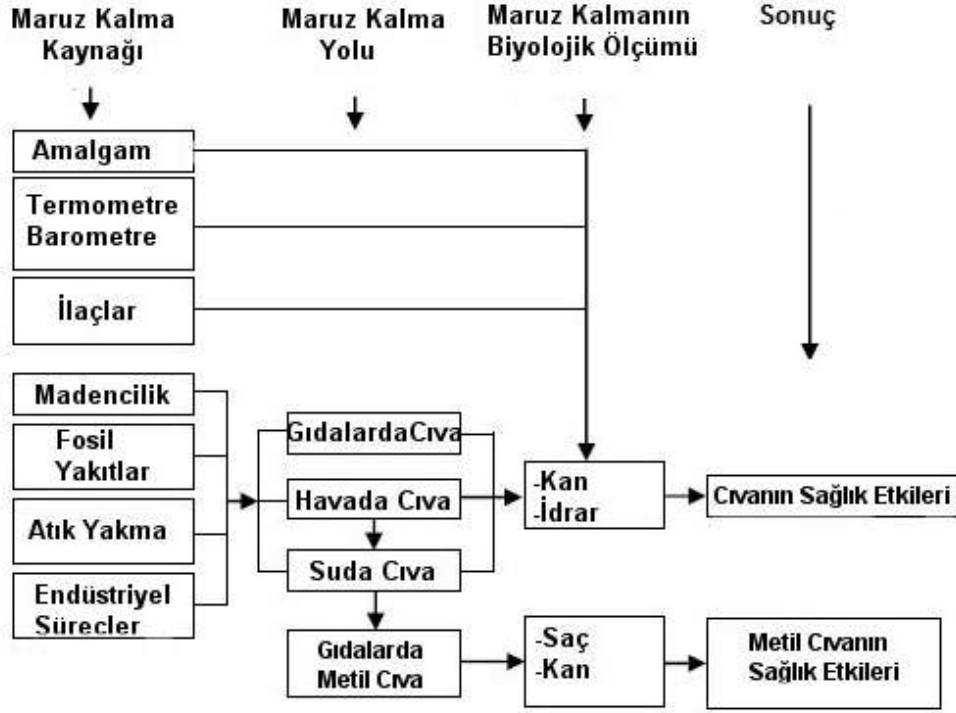
### **Civa**

Civa oda ısında sıvı olan tek metal olup, gümüş beyaz rengi ile ilgi çeker. Civanın Latince adı olan Hydrargyros bu özelliğe işaret etmektedir. Elementel sembolü olan Hg, bu kelimeden türetilmiştir. Doğada sıvı halde bulunan ve gümüşü bir yapıya sahip Civa elementinin atom numarası 80, atom ağırlığı 200.59 g/mol ve yoğunluğu 13,546 g/cm<sup>3</sup> 'tür (Clarkson ve ark. 2003)

Sanayi ağırlıklı olarak civa floresan lambalar, tansiyon monitörleri ve birçok alanda kullanılan termometre gibi tıbbi cihazlarda kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde dolgu malzemesi olarak, maden eritme, çimento yapımı ve kağıt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Civa, üretim endüstrisinde plastik sentezinde katalizör olarakta kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada, civa en yaygın üçüncü çevre metalidir. Civaya maruz

kalmak solunum, beslenme ve besin zinciri yoluyla gerçekleşebilir. Civa, aşırı toksik, ağır bir metaldir ve bu da çoklu yan etkilere sahip olabilir ve sonuçta hücre ölümüne yol açar.

Civaya insanların maruz kalma kaynakları ve yolları Şekil 1 de verilmiştir (Clarkson ve ark. 2003).



Şekil 3. Civa maruziyet çizelgesi (Poulin ve Gibb 2008)

Civa insan sağlığına olumsuz etkiler gösterebilen ve her yerde bulunan çevresel bir maddedir. Genellikle insanlarda Hg-kontamine gıdalar, su ve havanın yutulması ve solunması yoluyla bulunur. Civa, ağır metal olarak bilinir ve organik, inorganik ve elementel formlarda bulunur (Carocci ve ark. 2014) Cıvanın toksitesi kimyasal formuna göre değişim gösterir. Elemental civa, bileşik oluşturmaz. Sıvı metal halde bulunur, suda çözünmez fakat oda sıcaklığında oldukça toksik miktarlarda buharlaşabilmektedir. Civa buharı monoatomik yapıda olup lipitte çözünebilir. Lipitte çözülme özelliğinden dolayı, organizmada %80 oranında birikir. Metalik civa vücuda alındığında kana karışarak dokulara kolayca ulaşır ve beyinde birikir. Özellikle utero'da organik civaya (MeHg) maruz kalan çocuklarda, zeka geriliği, beyin felci, sağırılık, körlük ve dizartriye neden olur (Golding ve ark. 2013; Boucher ve ark. 2014). MeHg, insan vücudunda, tiyol ligandlarına bağlanmadığı takdirde suda çözünür bir kompleks halinde bulunur. Kan-beyin bariyerini geçtikten sonra, bir L-sistein kompleksi olarak bulunur (Guzzi

ve La Porta 2008) ve erişkinlerde maruziyeti, artmış antinükleer otoantikör (ANA) ve serum sitokin profilindeki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (Nyland ve ark. 2011) ).

Elementel Hg'ye maruz kalma, öksürük, dispne, ateş, titreme, halsizlik, aksonal sensor motor polinöropatisi, dişeti iltihabı, sanrılar, halüsinasyonlar ve civa eritizmi gibi belirtilerle ilişkilendirilmiştir(WHO 1991). İnorganik civa, uykusuzluk, kilo kaybı, eritem, kaşıntı, aşırı terleme ve hipersalivasyon, böbrek tübüler fonksiyon bozukluğu ve nöropsikiyatri bozukluklarına neden olur (Weldon ve ark. 2000).

Düşük doz Hg, gelişmekte olan bir fetüsün nöronal sistemlerini etkileme kabiliyetine sahiptir ve bu ergenlik döneminde bile görülebilir (Kovacic ve Somanathan 2014). Hg gibi bir nörotoksikanın varlığı, duyuşsal, motor ve çeşitli bilişsel işlevler gibi davranışsal alanların gelişimini engelleme yeteneğine sahiptir (Zahir ve ark. 2005). Çocuklarda MeHg'nin prenatal maruziyeti, beynin incelenmesinden sonra beyin ve serebellar kortekslerin displazisi ve nöronal ektopia ile ilişkilendirilmiştir (Grandjean ve ark. 2014). Düşük Konsantrasyon Hg maruziyetleri oksidatif stres, hücre sitotoksitesisi ve  $\beta$ -amiloidte artışa neden olur; bu, yetişkinlerde Parkinson ve Alzheimer hastalıkları gibi nörodejeneratif bozukluklarla ilişkilendirilmiştir (Carocci ve ark. 2014; Goldman 2014).

### **Hg toksisitesinin mekanizması**

Civann ve özellikle MeHg'nin toksisitesi, elektrofilik yapısı nedeniyle nükleofillerle etkileşime girme kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. MeHg genellikle proteinler gibi biyomoleküllerin bir nükleofili olan sülfhidril (-SH) veya selenohidril (-SeH) ile reaksiyona girer. Hg, stabil kompleksler oluşturmak için biyomoleküllerin nükleofilleri ile reaksiyona girer (Farina ve ark. 2011). Etkileşimler sırasında, biyomoleküllerin antioksidanlarının tükenmesinin bir sonucu olarak oksidatif stres ortaya çıkabilir ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu artırabilir. ROS, enzimlerin, nükleik asidin ve lipidlerin zarar görmesine neden olabilir ve bu durum hücreleri öldürebilir. Etkileşimler sırasında, nükleofilik grupların (proteinler gibi) katalitik, bağlanma ve taşıma fonksiyonları zarar görür (Soares ve ark. 2003; Farina ve ark. 2009). Hg'nin toksisitesi ile ilişkili temel bir mekanizma, GSH'nin tükenmesinin bir sonucu olarak mitokondriye verdiği zarardır. Mitokondri hasarı, serbest radikallerin oluşumunu artırır. Hg bileşikleri ile etkileşime girdiğinde sülfhidril proteinlerinin ve GSH'nin tükenmesi, ROS oluşumu ile sonuçlanır. Mitokondri enerji ve ısı üretimi ile bililir.

## SONUÇ

Ağır metallerin etkileri metalin özelliğine göre değişiklik göstermektedir. Ancak hepsinin ortak özelliği, birden çok organ ve sistemi etkilemeleridir. Ağır metaller; sinir sistemine ve kemiklere zarar vermekte, enzim gruplarının fonksiyonlarını bloke etmekte, kansere ve oksidatif strese neden olmaktadır. Ağır metallere maruziyetin insanlarda, ruhsal bozukluklara ve nörolojik etkilerden kaynaklı davranış bozukluklarına, nörotransmitter üretimi ve bunların fonksiyonunda bozulmalara sebep olduğu gözlenmiştir. Örnek olarak, civa vücuda alındığında kana karışarak beyin dahil tüm dokulara kolayca ulaşır. Sinir sistemi etkilenmesi, beyin ve böbreklerde birikim sonucunda, davranış değişiklikleri (aşırı hassasiyet, korku ve sinirli davranışlar), el, kol, bacaklar ve başta titremeler, hafızada bozulma ve his kaybı, görme alanı daralması, işitme kaybı, konuşma bozukluğu, kaslarda koordinasyon kaybı, böbreklerdeki birikim sonrası böbreğin kanı filtre etme fonksiyonu azalır. Yapılan çalışmalarla Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıkların da en önemli sebebi olabileceği bildirilmiştir. Bütün bu olumsuz etkileri bilinmesine rağmen, ağır metaller hala sanayide yoğun biçimde kullanılmaktadır. Endüstriyel atıklardan, ekosisteme ve canlılara ulaşmaktadır. İnsanların ağır metalleri vücuttan uzaklaştırılması ve tekrar maruz kalmaması gerekmektedir. Bu şartlar altında tekrar maruz kalmamak imkansızdır. Bu yüzden, ağır metallerin giderek arttığı bir dünyada yaşamak, yaşlanmak zorundayız.

## Kaynaklar

- Altenburger R, Nendza M, SchüürmannG (2003) Mixture toxicity and its modeling by quantitative structure-activity relationships. *Environ Toxicol Chem* 22:1900–1915
- Altenburger R, Backhaus T, Boedeker W, Faust M, Scholze M (2013) Simplifying complexity: mixture toxicity assessment in the last 20 years. *Environ Toxicol Chem* 32:1685–1687
- Boucher O et al (2014) Domain-specific effects of prenatal exposure to PCBs, mercury, and lead on infant cognition: results from the Environmental Contaminants and Child Development Study in Nunavik. *Environ Health Perspect* 122:310–316
- Carocci A, Rovito N, Sinicropi MS, Genchi G (2014) Mercury toxicity and neurodegenerative effects. In: *Reviews of environmental contamination and toxicology*. Springer, pp. 1–18
- Carpenter DO, Arcaro K, Spink DC (2002) Understanding the human health effects of chemical mixtures. *Environ Health Perspect* 110:25–42



- Clarkson TW, Magos L, Myers GJ (2003) The toxicology of mercury current exposures and clinical manifestations. *N Engl J Med* 349:1731.
- Domínguez-Cortinas G, Díaz-Barriga F, Martínez-Salinas RI, Cossío P, Pérez-Maldonado IN (2013) Exposure to chemical mixtures in Mexican children: high-risk scenarios. *Environ Sci Pollut Res* 20:351–357
- Farina M, Campos F, Vendrell I, Berenguer J, Barzi M, Pons S, Suñol C (2009) Probucol increases glutathione peroxidase-1 activity and displays long-lasting protection against methylmercury toxicity in cerebellar granule cells. *Toxicol Sci* 112:416–426
- Farina M, Rocha JB, Aschner M (2011) Mechanisms of methylmercury-induced neurotoxicity: evidence from experimental studies. *Life Sci* 89:555–563
- Golding J, Steer CD, Hibbeln JR, Emmett PM, Lowery T, Jones R (2013) Dietary predictors of maternal prenatal blood mercury levels in the ALSPAC birth cohort study. *Environ Health Perspect* 121:1214–1218
- Goldman SM (2014) Environmental toxins and Parkinson's disease. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 54:141–164
- Grandjean P, Weihe P, Debes F, Choi AL, Budtz-Jørgensen E (2014) Neurotoxicity from prenatal and postnatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol* 43:39–44
- Guzzi G, La Porta CA (2008) Molecular mechanisms triggered by mercury. *Toxicology* 244:1–12
- Kovacic P, Somanathan R (2014) Recent developments in the mechanism of teratogenesis—electron transfer, reactive oxygen species, and antioxidants. *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants* 567–580
- Nyland JF et al (2011) Biomarkers of methylmercury exposure immunotoxicity among fish consumers in Amazonian Brazil. *Environ Health Perspect* 119:1733–1738
- Pimentel D, Cooperstein S, Randell H, Filiberto D, Sorrentino S, Kaye B, Nicklin C, Yagi J, Brian J, O'Hern J (2007) Ecology of increasing diseases: population growth and environmental degradation. *Hum Ecol* 35:653–668
- Poulin J, Gibb H (2008) Mercury: Assessing the Environmental Burden of Disease at National and Local Levels. Geneva, WHO
- Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, Bertollini R (2011) Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environ Health* 10:9

Soares FA, Farina M, Santos FW, Souza D, Rocha JBT, Nogueira CW (2003) Interaction between metals and chelating agents affects glutamate binding on brain synaptic membranes. *Neurochem Res* 28:1859–1865

Weldon MM et al (2000) Mercury poisoning associated with a Mexican beauty cream. *Western J Med* 173:15

WHO (1991) Environmental Health Criteria 118. Inorganic Mercury. International Program on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva

Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH (2005) Low dose mercury toxicity and human health. *Environ Toxicol Pharm* 20:351–360



## KADMİYUM TOKSİSİTESİNİN MEKANİZMASI VE KADMİYUMUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeliz Çakır Sahilli

Munzur Üniversitesi

### ÖZET

Ağır metallerin, kimyasal ve endüstriyel işlemler sırasında ortaya çıkışı ve tarımsal alanlarda yoğun olarak kullanımları canlı organizmaların sağlığını tehdit edebilmektedir. Ağır metaller her yerde bulunur ve genellikle çevrede tutunurlar, bu da besin zincirinde biyomagnifiye olmalarını sağlar. Biyomagnifikasyon; besin zincirindeki küçük canlılardan daha büyük canlılara doğru gittikçe katlanarak birikmesi şeklinde yapmaktadır. Biyolojik sistemlerin ağır metallerle maruz kalması, DNA hasarı, protein modifikasyonu, lipid peroksidasyonu ve diğerlerini indükleyebilecek oksidasyon stresine yol açabilir. Kadmiyum (Cd) elementi ekosistemde en tehlikeli ağır metal kirleticilerinden biri olup canlı organizmalar için toksiktir. Genellikle çinko, bakır, kurşun gibi kimi minerallerin üretiminde bir alt ürün olarak çevreye yayılan Cd, çeşitli endüstri kollarında da giderek artan miktarlarda kullanılmaktadır. Öte yandan, fosfatlı gübreler de önemli miktarda Cd içermektedir. Cd teratojenik ve karsinojenik etkileri olan toksik bir metaldir. Canlı organizmalar doğrudan solunum yolu ile veya besin zinciri aracılığıyla sindirim kanalından çevre kirleticilerine maruz kalarak, önemli sağlık problemleri ile karşılaşabilirler. Endüstriyel alanda yoğun bir şekilde kullanılan, önemli çevre kirleticilerden biri olan Cd, günlük hayattaki maruziyetimiz nedeniyle yaşamsal bir takım tehditlere sebep olabilmektedir. Uzun bir yarılanma ömrüne sahip olan Cd, solunum, üriner, kardiovasküler, gastrointestinal, sinir sistemi ve kemiklerde direkt veya dolaylı olarak toksisiteye neden olmaktadır. Vücutta biriken Cd' un osteoporoz, anemi, eozinofili, anozmi ve kronik rinit gibi birçok hastalığa neden olduğu bilinmektedir. Özellikle az gelişmiş olan ülkelerde Cd' un endüstride çok fazla kullanımına bağlı olarak yoğun çevresel kirliliğe neden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı Cd ile ilişkili olarak çevrede toksisite ve ilgili mekanizmaları ve insan sağlığı üzerine etkilerini ele almaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, Kadmiyum, Toksik etki

## GİRİŞ

Artan nüfus, şehirleşme ve endüstrileşme canlıların ağır metal maruziyetini artırmıştır (Jarup 2003; Wong ve Lye 2008). Ağır metaller yaygın kullanımlarından dolayı, zararlı kirleticilerdir. Tabiat şartlarına dayanıklı yapıları, biyolojik sistemi tehdit eden etkileri ve kolayca besin zincirine girebilmeleri, canlılarda birikebilmeleri nedeniyle insan vücudunda etkilere sebep olurlar. Kadmiyum (Cd) Toksik Madde ve Hastalık Kayıt Ajansı (ATSDR)'nın en son 2007'de bildirdiği tehlikeli maddeler içerisinde yer alan toksik ağır metallere biridir. (ATSDR, 2007).

Yaşadığımız çevrede ağır metal düzeyinin artması canlı dokularında ağır metal düzeylerinin artmasına yol açmıştır (Dietz ve ark. 2009). Ağır metaller, metabolizma üzerinde farklı toksik etkiler yapabilirler. Çevresel kimyasallara maruz kalmaktan kaynaklandığı şüphelenilen başlıca insan hastalık grupları kanserler, doğuştan gelen bozukluklar ve bağışıklık sistemi kusurları, zihinsel gerilik, davranışsal anormallikler, immünotoksisite, düşük doğurganlık, bozulmuş cinsiyet hormon dengesi, bozulmuş metabolizma ve belirli organ işlev bozukluklarıdır (Carpenter ve ark. 2002; Pimentel ve ark. 2007; Prüss-Ustün ve ark. 2011).

Bu çalışma, Cd toksisite mekanizmaları ve insan sağlığı hakkındaki güncel literatürü incelemeyi amaçlamaktadır.

## Kadmiyum

Doğada saf olarak bulunmayan metallere biridir. Atom numarası 48, atom ağırlığı 112,41 ve yoğunluğu 8,65 g/cm<sup>3</sup>'tür. Erime noktası 321 °C, kaynama noktası 767 °C' dir. Gümüş beyaz ve mavimsi renkte, tatsız ve kokusuz, yumuşak bir geçiş metalidir. Kimyasal özellikleri bakımından çinko ile civa arasında benzerlikler gösterir. Doğada genellikle Cd-sülfat ve sülfid, CdO, CdCl<sub>2</sub> şeklinde ve bakır, kurşun, çinko madenleriyle birlikte bulunur. Atmosferde çoğunlukla CdO olarak bulunmasına rağmen, diğer Cd tuzları da bulunur (IARC 1998).

Cd, Cd<sup>2+</sup> ile birlikte en yaygın ağır metal formlarıdır. Genellikle toprak, su ve havada bulunur. Cd, insan vücudunda hiçbir işlevi olmayan, nonesansiyel bir elementtir, ancak düşük atılım hızı nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bile toksik eğilimler gösterebilir (Nawrot ve ark. 2010; Pretto ve ark. 2014).

Cd batarya, boya ve plastik yapımında, reaktör kontrol çubuklarının üretiminde, metal kaplamada kullanılmaktadır (ATSDR, 2008). Atmosferde Cd tozlarının birikmesi, Cd içeren gübrelerin kullanılması, sulamada lağım sularının kullanılması tüketilecek ürünlerin kontaminasyonuna neden olur ve Cd alımının artmasına sebep olur (Jarup ve Akesson, 2009).



Cd ile kontamine olan toprakta yetişen yeşillikler, patates, havuç, kereviz gibi koklu sebzelerde, tahıllarda, yağlı tohumlarda yüksek miktarda bulunur. Ayrıca kabuklu deniz hayvanlarında, yumuşakçalarda, hayvan sakatlarında (özellikle yaşlı hayvanların), yabancı mantarlarda Cd düzeyi yüksektir. Diyetle kalsiyum, protein, çinko, demir ve bakırın az olması bağırsaktan Cd emilimini arttırmaktadır (Patrick, 2003).

Çevrede doğal olarak ortaya çıkar, ancak eritme ve madencilik sırasında ve plastik ve batarya gibi alaşımlar yapan endüstrilerden de yayılır (Rashid ve ark. 2013). Tüm tütün formları da Cd yaymakla birlikte aktif ve pasif içicilikte kanserojen olarak sınıflandırılmıştır ve insan vücuduna alımındaki en büyük kaynaktır (Feldkamp ve ark. 2014; Mohapatra ve ark. 2014). Sigara dumanında Cd bulunur ve bir paketle 1-2 µg Cd alınmaktadır. Dünya çapında gıda yoluyla Cd alımı günde 10-40 µg/gün ile Cd kirliliği olan bölgelerde birkaç yüz µg arasında değişmektedir (Jomova ve Valko 2011).

### **Kadmiyumun insan sağlığı üzerine etkileri**

Cd ve Cd bileşikleri Uluslararası Kanser Araştırmaları Örgütü tarafından 1993 yılında kanserojen olarak tanımlanmıştır. Cd hücresel bölünme, farklılaşma, apoptoz ve diğer hücresel aktiviteleri etkiler. Metal eritme ve batarya şirketleri gibi işyerlerinde Cd'ye maruz kalmak, akciğer, prostat ve böbrek kanseri ile ilişkilendirilmiştir (Nordberg ve ark. 2005). Ayrıca hücre adezyon mekanizmasının bozulmasını, tümör baskılayıcı genlerin inaktivasyonunu, apoptozun tetiklenmesini, DNA onarımının baskılanmasını, serbest radikal üretimini, antioksidan sistemin bozulmasında neden olur.

Cd vücuda kolayca nüfuz edebilir ve hücre zarındaki kalsiyum kanalları yoluyla sitoplazmaya geçebilir. Sonrasında hücre içi moleküllere bağlanabilir, hücre içinde birikebilir, metabolik dönüşüme neden olabilir veya bulunduğu yerden çıkabilir. Hücre içindeki ve hücre dışı sıvı Cd seviyelerini azaltmak için GSH, -SH açısından zengin protein ve metalloiyoninler kadmiyumla bağlanır. Diğer ağır metaller gibi Cd' da organizmada süperoksit ( $O_2^-$ ), hidroksil ( $OH^-$ ), nitrik oksit ve Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) gibi ROS'nin serbest kalmasına neden olur. Serbest kalan bu reaktifler membran lipidlerinde peroksidasyona, antioksidan savunma sisteminin bozulmasına, inflamasyonun ortaya çıkmasına, protein yapı bozukluklarına, nükleik asitlerin oksidasyonuna ve DNA onarım mekanizmasının olumsuz etkilenmesine sebep olur (Nordberg 2009).

Cd'nin hücresel sistemlere toksisitesi, biyolojik sistemin Cd ile etkileşiminden kaynaklanır. Cd, sülfhidril enzimlerini engeller ve diğer hücre ligandları ile etkileşime girer, bu da

oksidatif fosforilasyon yollarını bozar (Waisberg ve ark. 2003; Jomova ve Valko 2011). İnsan kemiklerinde, akciğerlerde, karaciğerde, böbreklerde ve sinir dokularında birikerek hasarlara ve malfonksiyonlara neden olur (Tsutsumi ve ark. 2014).

Böbrek proksimal tübüleri Cd birikiminin hedef bölgesidir. Cd, böbrek hasarını tetikler, çünkü çoğunlukla depolandıkları yerden kolayca atılmaz. Kanda albümin yoluyla karaciğere taşınır ve burada metalotiyona bağlanır. Oluşan kompleks tekrar dolaşıma girer. Böbreğin proksimal tübül hücreleri Cd-Metalotiyonin kompleksini emer ve bu oksidatif stresi artırarak tübül fonksiyon bozukluğuna neden olur (Patrick 2003; Sabolic ve ark. 2006). Ayrıca Cd, proksimal tübüllerde protein, amino asit, glikoz, bikarbonat ve fosfat geri emilimini inhibe ederek doku hasarına neden olur. Tübül hücrelerinde apoptosisi indükler, taşıma proteinlerinde ve mitokondride oksidatif strese neden olur. Böbreklerdeki D vitamini metabolizmasını bozarak kemikler üzerinde yıkıcı bir etkiye neden olur. Bu etki, kalsiyumun bağırsaktan emilmesine ve kollajen metabolizmasını bozarak osteomalazi ve osteoporozaya neden olur. Solunum sistemini etkiler ve böbrek taşlarının oluşumunu artırır (Hambach ve ark. 2013). Ayrıca kemiklerdeki Fibroblast büyüme faktörü 23'ün (FGF-23) fosfat alımını azaltır.

Karaciğerin Cd'ye maruz kalması, metalotiyonin sentezi yoluyla insanlarda hepatosellüler yaralanmalara neden olur (Kang ve ark. 2013). Cd, karaciğeri oksidatif strese karşı koruyan çeşitli enzimlerin aktivitelerini bozmak için stres geninin ifadesini yukarı doğru regüle eder. Hepatik belirteçlerin bozulması ve oksidatif stresin artması, lipit peroksidasyonunu, DNA hasarını ve protein karbonilasyonunu artırır (Rashid ve ark. 2013). Yang ve ark. Cd'nin sıçanlarda testis nekrozunu indüklediğini gözlemiştir. Çalışmalarında, Cd'ye maruz kalan sıçanlarda yüksek MDA ve GSH peroksidaz seviyeleri (GSH-Px) ölçülmüştür. Glutatyon'un GSH-Px / GSH sistemi üzerinden hücre içi oksijen radikalleriyle reaksiyona girdiğini tespit ettiler. SOD aktivitelerinin azaldığı görülmüştür (Yang ve ark. 2003).

Kadmiyumun endokrin sistemi üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bir çalışmada, kanda artan Cd'un, bastırılmış tiroid uyarıcı hormon (TSH) üretimiyle ilişkili bulunmuştur. Bununla birlikte, kadmiyumun idrar oranındaki artışın da Triiodotironin (T3) ve Tiroksin (T4) düzeylerinde serum artışı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Başka bir çalışmada kadmiyumun kalsitonin, sinaptofizin, kromogranin A ve somatostatin sekresyonuna neden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadaki hayvanlarda serumda kalsiyum düzeylerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Hammouda ve ark. 2008).

Cd, Aktivatör protein 1 (AP-1) protoonkogen ailesinin üyeleri olan genlerin (c-myc, c-fos ve c-jun gibi) ekspresyonunu tetikler (Arbon ve ark. 2012). Superoksit dismutaz (SOD) ve Katalaz (CAT), Glutasyon peroksidaz (GSH-Px) gibi antioksidan genlerin ekspresyonunu bastırır. E-kaderin ve VE-cadherin gibi proteinlerin tümör baskılayıcıları hücre-hücre adezyonunu bozar.

El Boshy ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada kadmiyumun periferik nötrofil sayısının yanında IL-1 $\beta$ , TNF  $\alpha$ , IL-6 ve IL-10 değerlerini anlamlı derecede arttırdığı, IFN- $\gamma$  ve lenfositleri azalttığını, ek olarak Cd indüklü gruptaki hayvanların ALT ve AST serum aktivitelerinde belirgin bir artış ve total protein ve albüminde anlamlı bir azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

### **Kadmiyum toksisitesinin mekanizması**

Kadmiyum vücuda cilt, bağırsaklar ve ciğerler yoluyla alınır. Vücutta, metalotiyonine bağlanır ve Cdmetallotiyonin bileşiği, vücuttaki dokulara ve organlara böbrek tübülleri tarafından dağıtıldıktan sonra yeniden emilir. Sonunda böbrek, karaciğer, akciğer ve pankreas gibi organlarda depolanan Cd-metallotiyonin bileşiğinin nihai olarak atılması için bir mekanizma olmadığından uzun bir süre birikme yapar (Arabi ve Mohammadpour 2006; Jomova ve Valko 2011). Hücresel tiyol redoks dengesini etkileyerek oksidatif strese katkıda bulunur. Wang ve ark. Cd'nin dolaylı olarak ROS oluşturduğunu ve nihayetinde hücrelerde protein, lipid ve DNA oksidasyonunu arttırdığını, DNA hasarına ve tümör büyümesine yol açtığını belirtmiştir (Liu ve ark. 2009; Wang ve ark. 2004). Cd kendi başına serbest radikal üretmez, ancak Waisberg ve ark., nitrik oksit, süperoksit ve hidroksil radikalleri ürettiğine ilişkin raporlar sunmuşlardır. (2003). Kadmiyumun dolaylı serbest radikalleri oluşturmasının arkasındaki mekanizma çeşitli sitoplazmik ve zar proteinlerinde demir ve bakırın yerini alabilme kabiliyetindedir. Bağlanmamış serbest Fe ve Cu metallerindeki artış, Fenton reaksiyonuyla oksidatif strese katılır (Wätjen ve Beyersmann 2004). Cu'nun bağlanma bölgesinden ayrılmasıyla, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin Fenton reaksiyonu yoluyla ayrışmasını etkileme yeteneği artar. Kadmiyum ayrıca, hücre zarları arasındaki taşımayı ve epitelyumu engeller ve bu da sonunda hücre fonksiyonu ve homeostazı etkiler (Van Kerkhove ve ark. 2010).

### **SONUÇ**

Ağır metallerin zehirli etkileri her metalin özelliğine göre değişmektedir. Ancak genel olarak hepsi birden fazla organ ve sistemi etkilemektedir. Zehirli ağır metallere; sinirlere ve kemiklere

zarar vermekte, önemli enzim gruplarının fonksiyonlarını bloke etmekte ve kansere neden olmaktadır. Aynı zamanda; denekler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda ağır metallerle maruz kalan insanlarda, ruhsal ve nörolojik etkilere bağlı davranış bozuklukları, nörotransmitter üretimi ve bunların fonksiyonunda düzensizlikler ortaya çıkması gözlenmiştir. Kadmiyum maruziyetinin ciddi sağlık sorunlarına sebep olduğu, DNA hasarına ve mutajenik etkinin kansere zemin hazırladığı göz önüne alındığında halk ve çevre sağlığının korunması amacıyla bilimsel çevreler ile bölgesel otoritelerin işbirliği gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Arabi M, Mohammadpour A (2006) Adverse effects of cadmium on bull spermatozoa. *Vet es Commun* 30:943–951
- Arbon KS, Christensen CM, Harvey WA, Heggland SJ (2012). Cadmium exposure activates the ERK signaling pathway leading to altered osteoblast gene expression and apoptotic death in Saos-2 cells. *Food and chemical toxicology* 50(2):198–205.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 2007. CERCLA Priority List of Hazardous Substances. U.S.Department of Health and Human Services. Atlanta, GA (<http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html>).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2008. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health service (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>)
- Carpenter DO, Arcaro K, Spink DC (2002) Understanding the human health effects of chemical mixtures. *Environ Health Perspect* 110: 25–42
- Dietz R, Outridge PM, Hobson KA (2009) Anthropogenic contributions to mercury levels in present-day Arctic animals a review. *Sci Total Environ* 407(24):6120–6131.
- El-Boshy ME, Risha EF, Abdelhamid FM, Mubarak MS, Hadda TB (2015) Protective effects of selenium against cadmium induced hematological disturbances, immunosuppressive, oxidative stress and hepatorenal damage in rats. *J. Trace Elem. Med.Biol* 29:104–110.
- Feldkamp ML, Srisukhumbowornchai S, Romitti PA, Olney RS, Richardson SD, Botto LD (2014) Self-reported maternal cigarette smoke exposure during the periconceptional period and the risk for omphalocele. *Paediatr Perinat Ep* 28:67–73
- Hambach R et al (2013) Co-exposure to lead increases the renal response to low levels of cadmium in metallurgy workers. *Toxicol Lett* 222: 233–238



- Hammouda F, Messaoudi I, El Hani J, Baati T, Saïd K, Kerkeni A (2008). Reversal of cadmium-induced thyroid dysfunction by selenium, zinc, or their combination in rat. *Biological trace element research* 126(1-3):194.
- IARC, Ninth Report on Carcinogens, Cadmium and Cadmium Compounds, Known to be human carcinogen, First Annual Report on carcinogens as Reasonably Anticipated to be Human Carcinogens (1998) 1-8.
- Kang M-Y, Cho S-H, Lim Y-H, Seo J-C, Hong Y-C (2013) Effects of environmental cadmium exposure on liver function in adults. *Occ Environ Med* 70:268–273
- Liu J, Qu W, Kadiiska MB (2009) Role of oxidative stress in cadmium toxicity and carcinogenesis. *Toxicol Appl Pharm* 238:209–214
- Mohapatra P et al (2014) The contribution of heavy metals in cigarette smoke condensate to malignant transformation of breast epithelial cells and in vivo initiation of neoplasia through induction of a PI3K–AKT–NFκB cascade. *Toxicol Appl Pharm* 274:168–179
- Nawrot TS et al (2010) Cadmium exposure in the population: from health risks to strategies of prevention. *Biometals* 23:769–782
- Nordberg GF, Jin T, Hong F, Zhang A, Buchet J-P, Bernard A (2005) Biomarkers of cadmium and arsenic interactions. *Toxicol Appl Pharmacol* 206(2):191–197
- Nordberg GF (2009). Historical perspectives on cadmium toxicology. *Toxicology and applied pharmacology* 238:192–200.
- Jarup L (2003) Hazards of heavy metal contamination. *Br Med Bull*, 68:167–82.
- Jarup L, Akesson A (2009) Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicol Appl Pharmacol*. 238:201–208
- Jomova K, Valko M (2011) Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology* 283:65–87
- Patrick L (2003) Toxic metals and antioxidants: part II. The role of antioxidants in arsenic and cadmium toxicity. *Altern Med Rev* 8:106–128
- Pimentel D, Cooperstein S, Randell H, Filiberto D, Sorrentino S, Kaye B, Nicklin C, Yagi J, Brian J, O’Hern J (2007) Ecology of increasing diseases: population growth and environmental degradation. *Hum Ecol* 35:653–668
- Preto A, Loro VL, Morsch VM, Moraes BS, Menezes C, Santi A, Toni C (2014) Alterations in carbohydrate and protein metabolism in silver catfish (*Rhamdia quelen*) exposed to cadmium. *Ecotox Environ Safe* 100:188–192

- Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, Bertollini R (2011) Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environ Health* 10:9
- Rashid K, Sinha K, Sil PC (2013) An update on oxidative stress-mediated organ pathophysiology. *Food Chem Toxicol* 62:584–600
- Sabolic I, Herak-Kramberger CM, Antolovic R, Breton S, Brown D (2006) Loss of basolateral invaginations in proximal tubules of cadmium-intoxicated rats is independent of microtubules and clathrin. *Toxicology* 218:149–163
- Tsutsumi T, Ishihara A, Yamamoto A, Asaji H, Yamakawa S, Tokumura A (2014) The potential protective role of lysophospholipid mediators in nephrotoxicity induced by chronically exposed cadmium. *Food Chem Toxicol* 65:52–62
- Van Kerkhove E, Pennemans V, Swennen Q (2010) Cadmium and transport of ions and substances across cell membranes and epithelia. *Biometals* 23:823–855
- Waisberg M, Joseph P, Hale B, Beyersmann D (2003) Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology* 192: 95–117
- Wong SL, Lye EJ (2008) Lead, mercury and cadmium levels in Canadians. *Health Rep*, 19: 31–36
- Wang Y, Fang J, Leonard SS, Krishna Rao KM (2004) Cadmium inhibits the electron transfer chain and induces reactive oxygen species. *Free Radical Biol Med* 36:1434–1443
- Wätjen W, Beyersmann D (2004) Cadmium-induced apoptosis in C6 glioma cells: influence of oxidative stress. *Biometals* 17:65–78
- Yang J-M, Arnush M, Chen Q-Y, Wu X-D, Pang B, Jiang X-Z (2003) Cadmium-induced damage to primary cultures of rat Leydig cells. *Reprod Toxicol* 17:553–560

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

**HASSAS TARIM UYGULAMALARINA BİR ÖRNEK: MISIR YETİŞTİRİCİLİĞİ**

## AN EXAMPLE OF PRECISE AGRICULTURAL APPLICATIONS: CORN BREEDING

**Hüseyin Akıllı**

Siirt University

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çığ**

Siirt University

**Dr. Öğr. Üyesi Mine Pakyürek**

Siirt University

**ÖZET**

Hassas (akıllı) tarım, tarımsal alandaki verimliliği ve etkinliği arttırmak için toprağın ve elde edilen ürünün idare edilmesi, kıt kaynakların daha ekonomik kullanımı ile çevreye yapılan etkinin en aza indirilmesini sağlayan çalışmalar bütünüdür. Dünyada ve ülkemizde bu konudaki bazı uygulamalar hayata geçmiş olmakla beraber, hala konu ile ilgili uygulamalar gelişmeye devam etmektedir. Girdi maliyetlerinin artması, azalan ürün gelirleri, gelişmiş ülkelerle rekabet etme, tarım alanlarının gittikçe azalması, nüfus artışı, teknoloji çağının gerekleri gibi nedenler bize hassas tarım uygulamalarına geçişin ne kadar elzem olduğunu göstermektedir. Türkiye’de ve dünyada kullanılan bazı akıllı tarım yöntemleri; UV ışınlar yardımıyla toprak yapısının belirlenmesi ve toprak haritasının oluşturulması, toprak işleme, ekim ve hasat sırasında GPS ve otomatik dümenleme sistemlerinin traktörler ve hasat makinalarında kullanılması, hasat makinalarında anlık verim, rutubet ve hektolitre ölçebilen sistemlerin kullanılması, hassas ekim mibzerlerinin kullanılması, bitki yapraklarında anlık gübre analiz cihazları, uydudan faydalanılarak tarla bazında meteorolojik verilerin kullanılması (Climate Fieldview), özel oluşturulmuş algoritmalar ile uydu eşliğinde anlık tarla sağlığı haritaları (Climate Fieldview), özel sınırlayıcılar ve ipad eşliğinde sınırlandırılabilir gübre serpme makinaları, sıvı gübre dağıtma makinaları, hareket halinde iken bitkinin ihtiyacına göre gübre verme sistemleri şeklinde sıralanabilir. Dünyada ekim alanı açısından değerlendirildiğinde buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada gelen mısır, üretim miktarı açısından bakıldığında ise ilk sıradadır. Türkiye’de yapılan tahıl ekimi içinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip sıcak iklim tahılıdır mısır. Son on yılda ekim alanı

içindeki artış oranı % 14.6 olurken, üretim miktarındaki artış oranı ise % 52.3`dür. Bu çalışma, ülkemizde tarla bitkileri yetiştiriciliği açısından ekonomik önemi yüksek bir ürün olan mısırdaki Urfa yöresinde yürütülen akıllı tarım uygulamalarının yer aldığı bir derleme çalışmasıdır.

**Anahtar kelimeler:** Hassas tarım, climate fieldview, akıllı tarım teknolojileri, tahıl yetiştiriciliği.

## SUMMARY

Precision (smart) agriculture is a technique that allows the management of land and crops to increase agricultural productivity and efficiency, minimizing the impact on the environment with the more economical use of resources. Some of the practices on this subject have been realized in the world and in our country and some practices still continue to develop. Transition to precision agriculture is substantial. Increasing input costs, decreasing product revenues, economic competition with developed countries, limited agricultural areas, swelling population to feed necessitate the use of technological developments in the agriculture. Some of precision agriculture methods used in Turkey and in the world: determination of soil structure by using UV rays and soil mapping, soil processing, sowing and harvesting by GPS automated systems used in tractors and harvesting machines, instant yield measurement in harvesting machines, use of systems that can measure humidity and hectolitre, the use of precision sowing drills, instant fertilizer measurement on the plant fertilizers, the use of meteorological data on the basis of the satellite by using satellite (Climate Fieldview), field health maps by means of special field algorithms and help of satellite guide (Climate Fieldview), iPad fertilizer spreaders by special limiters, liquid fertilizer spreading machines, use of fertilizer delivery systems that can sense plant's need of fertilizer. Corn, which comes third after wheat and rice in terms of cultivation area in the world, ranks first in terms of production quantity. After wheat and barley, corn has the largest cultivation area in Turkey. In the last ten years, the rate of increase in cultivation areas was 14.6%, while the rate of increase in production was 52.3%. Here we present a compilation study of the smart corn agricultural practices carried out in the Urfa region of Turkey, which is a product of high economic importance in terms of field crop cultivation in our country.

**Key words:** Precision agriculture, climate fieldview, intelligent farming technologies, grain cultivation.



## 1.GİRİŞ

Mısır bitkisi *Gramineae* familyasına ait tek yıllık, tek evcikli sıcak iklim tahıllarındandır. Bilimsel adı *Zea mays* L. ( $2n=20$ ) olan bitkinin anavatanı Güney Amerika'dır. Çapa bitkileri arasında yer almaktadır. 1520 yılında İspanyollar tarafından Avrupa'ya getirilmiş ve buradan yayılmıştır.

Dünya tarımında toplam ekilen 1.5 milyar hektar ekim alanının neredeyse yarısında tahıl ekimi yapılırken, bu alanın 183 milyon hektarında mısır ekimi yapılmaktadır. Mısırın, tahıl üretim alanı içindeki payı % 25.7'dir. Dünya'da 2.7 milyar ton tahıl üretimi içinde, mısır üretim miktarı bir milyon tonun üzerindedir. Mısırın toplam tahıl üretimi içindeki payı % 38.1'dir. Mısır üretiminin en fazla yapıldığı ülkeler, ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika, Hindistan, Ukrayna, Endonezya'dır. Türkiye, bu ülkeler içinde 24. sıradadır. Dünyada son 10 yıldaki mısır ekim alanları % 24 oranında artarken, üretim miktarı % 42.3 oranında artmıştır [1].

Dünyada genel olarak mısır bitkisi insan kullanımı ve hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Sanayi üretiminin en önemli hammaddelerinden biridir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde mısırın büyük bir bölümü hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Az gelişmiş ve geri kalmış ülkelerde ise daha çok insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Mısırdan elde edilen nişasta, glikoz ve mısırözü yağı ekonomide değerli bir hammaddedir. Özellikle ABD'de etanol üretiminde mısır, hammadde olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de mısır üretimi, 1950'li yıllarda en fazla Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde yapılırken 1980'li yıllardan sonra Akdeniz ve Ege Bölgelerine kaymıştır. Son yıllarda ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısır üretimi çok ilerleme kaydetmiştir [1].

Mısır özellikle Adana, Konya, Şanlıurfa, Mardin, Sakarya, Osmaniye, Manisa, Mersin, Kahramanmaraş, Bursa, Aydın, İzmir, Samsun, Diyarbakır ve Hatay illerinde yoğunlaşmıştır. Türkiye'de mısır üretimine bakıldığında; % 68 oranında danelik, % 32 oranında da silajlık mısır ekildiği görülmektedir. Çukurova, Amik Ovası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen mısır ise pamuk, buğday, mercimek ve arpa ile münavebeli olarak yetiştirilmektedir. [2].

Mısırın kullanım alanlarına baktığımızda insan tüketimi, hayvansal üretim ve endüstriyel hammadde olarak kullanılmaktadır. Türkiye'nin mısır tüketimine ilişkin verileri incelediğimizde, üretilen mısırın %78'i hayvan yemi olarak, %15'i nişasta sanayinde, %5'i yerel tüketimde, %3'ünün ise endüstriyel alanda kullanıldığı görülmektedir. Toplam tüketim

miktarı 6-6.5 milyon ton arasında değişim göstermektedir. Kişi başına yıllık 19 kg mısır tüketilmektedir.

Sosyal, kültürel ve ekoomik açıdan bu denli önemli bir ürünü geleneksel yöntemlerle üretmek yetersiz kalmaktadır. Çünkü global dünyada bu ürüne talep bir hayli artmaktadır. Mevcut yöntemlerle yapılan üretim bu talebe cevap verememektedir. Bundan dolayı zaman ve ihtiyaçlar bizi yeni bir alan olan hassas tarım uygulamalarını kullanmaya yönlendirmektedir [3].

Günümüzde, tarımsal üretim girdilerinin çevreye etkileri ve girdi maliyetlerinin azaltılması yönündeki baskılar, geline teknolojiyle birlikte gittikçe artmaktadır. Bu baskı, tarım arazilerinin fiziksel ve coğrafi değişkenlikleri, homojen olmayan toprak, ürün ve çevresel faktörleri, girdilerin çevreye etkisi ve maliyetlerinin yükselmesi karşısında artan bir yoğunluk göstermektedir. Hassas tarım, girdilerin etkin ve ekonomik kullanımını sağlamayı ve bu yolla çevreye olan etkilerini azaltmayı hedeflemektedir. Bu durum aynı zamanda, ürün kalitesinde de bir örnekliğin sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir. Bu açılarından hassas tarımın hedefleri arasında;

- Gübre ve ilaç gibi kimyasal girdi maliyetlerinin düşürülmesi,
- Çevre kirliliğinin en aza indirilmesi,
- Yüksek oranda, kaliteli ürün elde edilmesi,
- İşletme ve yetiştiricilik kararları için daha aktif ve doğru bir bilgi akışının sağlanması,
- Tarımda kayıt düzeninin oluşturulması olarak söylenebilir. [9].

**Hassas (Akıllı) tarım**, tarımsal verimliliği ve etkinliği arttırmak için toprağın ve üretilen ürünün idare edilmesi, kıt kaynakların daha ekonomik kullanımı ile çevreye yapılan etkinin en aza indirilmesini sağlayan bir tekniktir.

Hassas tarım;

- Üretilen Ürün Deseni
- Topraktaki Bitki Besin Elementlerinde Oransal Değişikliği
- Verimin ve Kalitenin Alansal ve Zamansal Değişikliği
- Topoğrafik Yapının Uzun Yıllar İçindeki Farklılığı
- Coğrafi Bilgi Sistemleri
- Hastalık ve Zararlılara Karşı Kullanılacak Kimyasallar
- Mekanizasyon Araçları
- Haritalama

- Meteorolojik Veriler
- Kârlılık
- Özel Yazılımlar
- Elektronik İz Takibi
- Elektriksel İletkenlik
- Görüntü İşleme
- Sensör Teknolojisi
- Hasat Esnasında Ürünün Kalitesine Göre Sınıflandırılma Teknolojisi
- GPS Teknolojisi
- Dijital Veri
- Elektronik Ölçümler
- Uzaktan Algılama gibi bir çok alanı kapsamaktadır [4].

Hassas Tarım, insanlığa tarımsal, teknolojik, çevresel ve ekonomik açıdan yeni perspektifler sunmaktadır. Bu perspektifleri şöyle sıralayabiliriz:

Tarımsal Perspektif, bitkilerin özel istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilme, Teknik Perspektif; zamanın ve alanın etkin kullanımı,

Çevresel Perspektif; çevreye en az zararı veren çevre dostu uygulamalar,

Ekonomik Perspektif; tarımsal maliyet, emek ve suyun etkin kullanımını sağlayarak maliyeti azaltma ve üründe verim-kalite artışı anlamına gelmektedir [4].

Başlıca hassas tarım alanları olarak aşağıdaki uygulamaları sıralamak mümkündür:

- Görüntü Algılama ve Fitobiyolojik Bilgi
- Uydu ve Hava Araçları ile Uzaktan Algılama
- Konuşan Bitki/Konuşan Meyve Yaklaşımları
- Tarımda Makine Görüşü
- Gübre Uygulamalarının Kontrolü
- Bitki Korumada Algılama ve Bilgi Yönetimi
- Bitki Korumada ilaç Uygulama Teknikleri
- Sera Tarımında Bilgi Teknolojisi Uygulamaları
- Hassas Hayvansal Üretim
- Balık Çiftliklerinde Bilgi Teknolojileri
- Uzayda Gelişmiş Yaşam Destek Sistemleri [9]

Hassas tarımın neden gerekli olduğu sorusunun cevaplarını şöyle sıralamak mümkündür:

- Girdi maliyetlerinin artması
- Azalan ürün gelirleri
- Gelişmiş ülkelerle rekabet
- Tarım alanlarının her geçen gün azalması
- Mevcut alandan daha yüksek ürün alma ihtiyacı
- Toprak ve arazilerde fazlaca değişkenin bulunması ve buna karşı değişim
- Artan nüfusla birlikte artan talebin mevcut alandan karşılanamaması
- Teknoloji çağının gerekliliği ( GPS, DGPS Otomatik dümenleme.)
- Tarım sektöründe çalıştırılacak olan personel sıkıntısı
- Zamandan tasarruf
- Kontrolün daha kolay olması

Hassas tarımın sağlayacağı faydalar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Üretimdeki temel maliyetlerin(tohum ,gübre v.b) düşürülmesi,
- Daha etkin ve doğru toprak işleme
- Kullanılan zararlı mücadelesindeki maliyetinin düşürülmesi
- Verimi arttırmak
- Çevre kirliliğini en aza indirmek
- Ürün kalitesini yükseltmek
- Düzenli bilgi ve yönetim desteği sağlamak
- Enerji maliyetlerini düşürmek
- Atık yönetimine destek sağlamak
- Arazideki alet makine uygulamalarını kolaylaştırmak, sürücü üzerindeki yükü azaltmak
- Genetik ve biyo-teknolojik çalışmaların başarıya ulaşmasına destek sağlamak

Akıllı tarım ya da hassas tarımın bazı zorlukları da vardır. Bunlar ise şöyle sıralanabilir:

### **Farkındalık Eksikliği**

Bilgi mevcut olsa bile, okur-yazarlık eksikliği çiftçilerin bu teknolojileri kullanmasına izin vermemektedir. Cep telefonlarının yaygın kullanımı ile birlikte, sesli ve SMS çözümlerle bilgiye kolayca erişilebilmesi gibi avantajlar sağlandığından, daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Bununla birlikte, SMS'in yalnızca sınırlı miktarda bilgi taşıması ve temel bir okur-yazarlık düzeyi gerektirmesi gibi zorlukları da mevcuttur. Düşük okur-yazarlık oranı,



Türkiye’de farkındalığın yaygınlaşmamasındaki ana engellerden biridir. Ülkemizde, tarımla aktif uğraşan çiftçilerin yaş ortalamasının 55 olduğu göz önüne alındığında okur-yazarlık ve farkındalık arasında önemli bir ilişki olduğu görülmektedir.

### **Bilgi Teknolojileri Okuryazarlığı Eksikliği**

Günümüzde, hemen hemen her alan bilgi teknolojileri destekli servislerle donatılmıştır. Bilgi, günden güne hızla büyümekte ve dijital biçimde kodlanmaktadır. Bilgiye dayalı topluma geçiş sürecinde, bilgiye ulaşılması ve bilgi okur-yazarlığı için tarımsal bilgi-işlem teknolojileri altyapısının geliştirilmesi çok önemlidir.

### **Yetersiz Altyapı**

İnternet bağlantısı kırsal alanlarda, çiftliklerde ve tarlalarda yeterli donanımına sahip olmalıdır. Telekomünikasyon altyapıları mevcutsa, telefon hizmetlerinin yanı sıra, internet ve e-posta hizmetlerinin sağlanması da gerekmektedir.

### **Akıllı Tarıma Yönelik Hükümet Politikası**

Akıllı tarım veya dijital tarımın, en önemli özelliklerinden birisi de hem üreticinin hem de pazardaki potansiyel müşterilerin, hızlı ve güvenilir bir şekilde birbirleri ile söz konusu üretim hakkında bir platform üzerinde buluşabilmeleridir. Bu tarz bir hizmet için, yöneticilerin gerekli altyapı ve yetişmiş personel desteği vermeleri gerekmektedir.

### **Yerelleştirme Eksikliği**

Tarımın yapıldığı her alanda ve üretim deseninde, farklı topografik ve coğrafi koşullara bakılmaksızın akıllı tarıma yönelik çözümlerin sunulması gereklidir. Bu çözümlerin benimsenmesi için de motivasyon sağlayacak teşvik ve kredi yöntemleri büyük öneme sahiptir [9].

Bu çalışma, kıt kaynakların etkin kullanımını sağlayarak, mevcut tarım alanlarımızdan daha yüksek verim ve gelir elde etmek amacıyla ülkemizde yeni yeni kullanılmaya başlayan akıllı tarım uygulamaları hakkındaki mevcut bilgileri toplamak ve bu konuda literatürde bir derleme çalışması oluşturmak amacıyla yapılmıştır.

## **2. GELİŞME**

### **2.1. Ülkemizde Mısır Yetiştiriciliğinde Uygulanan Bazı Hassas Tarım Uygulamaları**

Her ne kadar çiftçiler arasında yaygın olmasa da ülkemizde özel sektörde bazı firmaların öncülüğünde uygulanmaya başlamıştır. Çukurova ve Ege bölgelerinde bazı profesyonel çiftlikler ve çiftçiler bu uygulamaların bazı kollarını uygulamaya almışlardır.

Uygulanan hassas tarım işlemlerinden bazıları şöyledir:

- Toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve ekim işleminin GPS 'li traktörlerle yapılması
- Traktörlerde GPS sistemlerinin yanında Otomatik Dümenleme sistemlerinin kullanılmaya başlaması,
- Çok nadir olsa da bazı işletmelerin toprak haritalaması yapması,
- Hasat makinalarında anlık verim, rutubet ve hektolitre değerlerini alabilen sistemlerin kullanılması,
- Gübre pulvarizatörlerine yeni bir sistem olan, alan sınırlayıcıların takılması ve bunun yardımıyla gübrenin her türlü tarlada istenilen oranda ve istenilen çizgiye bir monitor yardımıyla dağıtılması,
- Bitkilerin daha önce oluşturulmuş algoritmalar yardımıyla, traktor hareket halindeyken bitkinin azot ihtiyacın belirlenmesi ve ona göre azot uygulamasının otomatik olarak yapılması (Türkiye’de henüz uygulanmadı).
- Basınçlı şekilde toprağa sıvı gübre atabilen makinaların kullanılmaya
- Yeraltı damlama sulama sistemlerinin kullanılmaya başlanması [6].

### 2.1.1. GPS-Otomatik dümenleme sistemleri

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte tarım alet ve makinalarında da gelişmeler meydana gelmiştir. Bunlardan biri de GPS sistemlerinin traktör ve hasat makinalarında kullanılmasıdır. Bu teknoloji sayesinde ekim daha homojen olarak yapılabilmektedir. Hem zamandan hem de ekim alanından tasarruf sağlanmaktadır.

#### 2.1.1.1. Otomatik dümenleme

GPS sistemlerine Otomatik dümenleme sistemleri monte edilmiştir. Bu sistema sayesinde tarlada yapılan işlemler kayıt altına alınmakta ve hata payı en aza inilmektedir. Otomatik dümenlemenin faydaları şunlardır:

- Yapılan yatırım kısa sürede kendi maliyetini karşılamaktadır,
- Ekimlerde, sıra arası işlemlerde üst üste binme veya boş geçmeler olmaz,

- Daha iyi görüş sağlar, zor koşullarda çalışabilme, gece ve sisli ortamlarda bile aynı çalışma performansı sağlar,
- Hassasiyet kararlılığı yüksektir,
- Zaman daha ekonomik olarak kullanılır,
- İşçilik, pestisit, tohum gibi önemli maliyetlerde azalma sağlar,
- Kullanıcı kaynaklı hatalar azalır, sürücü daha uzun süre rahat çalışır ve zaman tasarrufu sağlar,
- Çalışanınış yükünün azalmasını sağlar,
- Daha az toprak sıkışması, daha iyi bitki büyümesi, daha düzgün tohum yatağı/ sıra arası hazırlama, boş geçme- üst üste binmeler olmamasıdır [8].



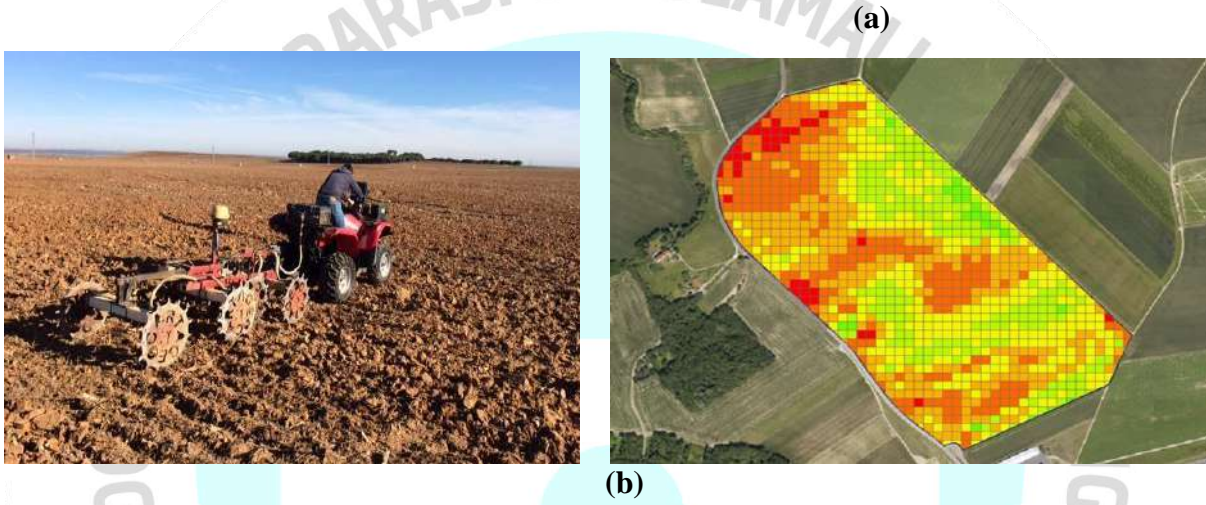
Şekil 1. Otomatik Dümenleme ve GPS Sistemleri

### 2.1.2. Toprak Haritalama-Toprak Bilgisi

Tarımda başarılı olmanın şartlarından biri de toprak hakkında bilgi sahibi olmaktır. Toprak hakkında doğru bilgi yoksa yapılan işlemlerde mutlaka bir eksiklik olacaktır. Bundan dolayı toprağın yapısı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Geleneksel yöntemlerle yapılan toprak numunesi alma işlemi büyük arazilerde yetersiz kalmaktadır. Çünkü arazilerin yapısı çok farklılık gösterebilmektedir. Bundan dolayı tarım arazisinin tamamı hakkında bilgi sahibi olmak çok daha faydalı olacaktır. Ancak daha önce de belirttiğimiz



gibi büyük arazilerin her yerinden toprak numunesi almak çok da mümkün değildir. Bunun yerine gelişen teknoloji ile bu işleme de çözüm bulunmuştur. GPS yardımıyla ve UV ışınlar yardımıyla geliştirilen bir yöntem yardımıyla tarlanın her metrekaresi hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Cihaz bir ATV aracına bağlanmakta ve uydu yardımı ile hata olmaksızın tarlanın her yerini gezmektedir. Tarlanın 50-100-150 cm derinliğindeki toprak yapısının fotoğrafını alıp bir harita oluşturmaktadır. Böylece tarlanın her yeri hakkında bize bilgi verebilmektedir. Bu da arazide daha sonra yapılacak olan ekim, sulama, gübreleme ve kültürel işlemler hakkında bize yön vermektedir [8].

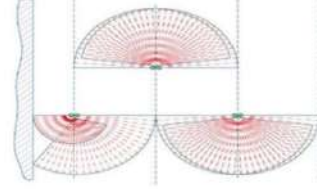


Şekil 2. Toprak Haritalama (a) ve Toprak Bilgisi (b).

### 2.1.3. Alan Sınırlayıcı Gübre Dağıtıcı Difüzör Sınırlayıcı Dağıtıcılar

Günümüz tarımının problemlerinden biri de artan gübre maliyetleridir. Geleneksel gübre dağıtıcıları ile araziye istenilen ölçüde ve istenilen bölgeye gübre verilememekte ya da fazla gübre verilmektedir. Bu durumda hem verim kaybı hem de maliyet artışı yaşanmaktadır. Geliştirilen cihazlardan biri de çift diskli dağıtıcı-difüzör sınırlayıcı gübre dağıtıcılarıdır. Bu makina sayesinde arazi eğimi ve kenar homojenitesi artık sorun olmaktan çıkıyor. Tarlanın istenilen bölgesine, istenilen oranda gübre verilebilmektedir. Arazi sınırları sorun olmaktan çıkmaktadır. Sistem bir akıllı tablet ekranıyla control edilmektedir [8].





(a)

(b)

Şekil 3. Alan Sınırlayıcı Gübre Dağıtıcı (a) ve Difüzör Sınırlayıcı Dağıtıcılar (b).

#### 2.1.4. Gübrelemede Sensör Tabanlı Ürün Algılama ve Değişken Oranlı Uygulamalar

Günümüz tarımında gübreleme işlemi olmazsa olmazlarımızdandır. Birim alandan daha yüksek verim almanın yolu doğru gübrelemeden geçmektedir. Bilindiği gibi tarım yapılan arazilerin yapısı çok fazla değişkenlik gösterebilmektedir. Bu değişkenliğe bağlı olarak da yetiştirilen ürün tarlanın her noktasında farklı oranda gübre miktarına ihtiyaç duymaktadır. Geleneksel yöntemle yapılan gübrelemede tarlanın her yerine aynı oranda gübreleme yapılmaktadır. Oysaki tarlanın her tarafında aynı hızda ve güçte bitki gelişmemektedir. Kimi bölgede daha hızlı, kimi yerde daha yavaş, kimi yerde zayıf, kimi yerde güçlü gelişmektedir. Bu durumda bitkilerin gübre ihtiyaçları da farklı olabilmektedir. İşte geliştirilen bu yöntemle bitkinin gelişim durumuna göre gübreleme yapılabilmektedir. Hem de tarlada traktör hareket halinde iken geliştirilen özel sensörler ve daha önceden oluşturulmuş algoritmalar aracılığıyla bitkinin o anki mevcut durumuna bağlı olarak istenilen ölçüde gübreleme yapılabilmektedir [8].



Şekil 4. Gübrelemede Sensör Tabanlı Ürün Algılama ve Değişken Oranlı Uygulamalar

### 2.1.5. Sıvı Gübre Dağıtma Aletleri

Günümüzde sürdürülebilir tarımın en önemli unsurlarından biri doğal bitki besin maddeleri kullanımını sağlamaktır. Bu da genel olarak katı ve sıvı hayvan gübresi ile yapılabilmektedir. Organik madde ve azot açısından oldukça zengin olan sıvı hayvan gübresi, tarımsal alanda kullanılmadan atılmaktadır. Hayvanlardan dışkı yoluyla meydana gelen sıvı gübrenin depolanmasına ilişkin bilgi noksanlığı ve yasal mevzuat düzenlemelerinin yetersizliği, hayvan üretim mahalleri yakınındaki arazilere aşırı gübre uygulamasına ve çevrenin yoğun bir şekilde kirletilmesine sebep olmaktadır. Yer altı ve yüzey sularının kirliliği, başta çiftlikler olmak üzere tüm yakın bölgelerdeki insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için, hayvancılık işletmelerinin uygun sıvı gübre depolarına sahip olmaları gerekmektedir. Uygun koşullarda depolarda bekletilen sıvı hayvan gübresi, sıvı dağıtıcı tanklarla tarım arazilerine toprağın ve bitkinin ihtiyacı doğrultusunda verilebilmelidir. Bu amaçla, son yıllarda katı gübre dağıtma römorkları ve sıvı gübre dağıtma tankları imalatı ve ithalatında büyük artışlar olmuştur.

Bahsi geçen sıvı gübre dağıtma aletleri, homojen hale getirilmiş hayvan idrar ve dışkıları toprağa-bitkiye vermek için tasarlanan makinelerdir. Şerbet olarak adlandırılan bu organik artıklar bir pompa ve sıvıyı püskürtme işine yarayan bir dağıtıcıdan oluşur. Tarım arazilerinin bir çoğunda bitkinin ihtiyacı olan besin elementleri gübre yapısından dolayı verilememektedir. Geliştirilen bu aletlerle kullanılabilir hale getirilen organik bileşenler rahatlıkla tarım arazilerine uygulanabilmektedir [5], [11].



Şekil 5. Sıvı Gübre Dağıtma Aletleri

### 2.1.6. Hassas Ekim Mibzerleri

Tarımın en önemli basamaklarından biri de ekimdir. Ürünün ekimi iyi yapılırsa binanın temelleri iyi atılmış demektir. Tarım teknolojilerinin son yıllarda yaşadığı gelişimden ekim makinaları da nasibini almıştır.

Geleneksel ekim makinaların yerlerini artık teknolojik makinalar almaya başlayacaktır. Bahsi geçen hassas ekim mibzeri tamamen elektronik olup sensörler aracılığıyla işlem yapabilmektedir. Öyleki ekim tablasından toprağa inen her tohumun koordinatı alınıp bilgi işlem ekranlarına otomatik olarak kaydedilmektedir. Mibzer ekim yapılan alana geldiğinde buraya ikinci kez tohum bırakmamaktadır. Bu sistemde tohumlar bir asansör yardımıyla toprağın en fazla 2 cm yüksekliğinden tohum yatağına düşmektedir. Bundan dolayı tohumda sıra üzeri mesafelerde hata payı en aza indirilmekte ve homojen bir ekim gerçekleşmektedir. Akıllı ekranlardan aldığı komutları birebir uygulayan bu sistemde birim alana istenilen sayıda ve ölçülerde tohum bırakılmaktadır ve syma işlemi yine sensörler aracılığıyla yapılmaktadır. Her ekim ayağında bireysel olarak ekstra 200 kg kadar baskı yapma sistema olan down forcé sistema mevcuttur. Busistem yardımıyla da tarlanın farklı yerlerindeki farklı sertliklerde toprak yapısına göre kendini ayarlayıp farklı basınç sağlayabilmektedir. Bu dayine homojen bie ekim derinliği oluşturmaktadır. Yine bu makinada granül gübre ve granül ilaç atma aparatları da bulunmaktadır. Yine bunun yönetimi de akıllı kumanda merkezinden sağlanmaktadır [6].

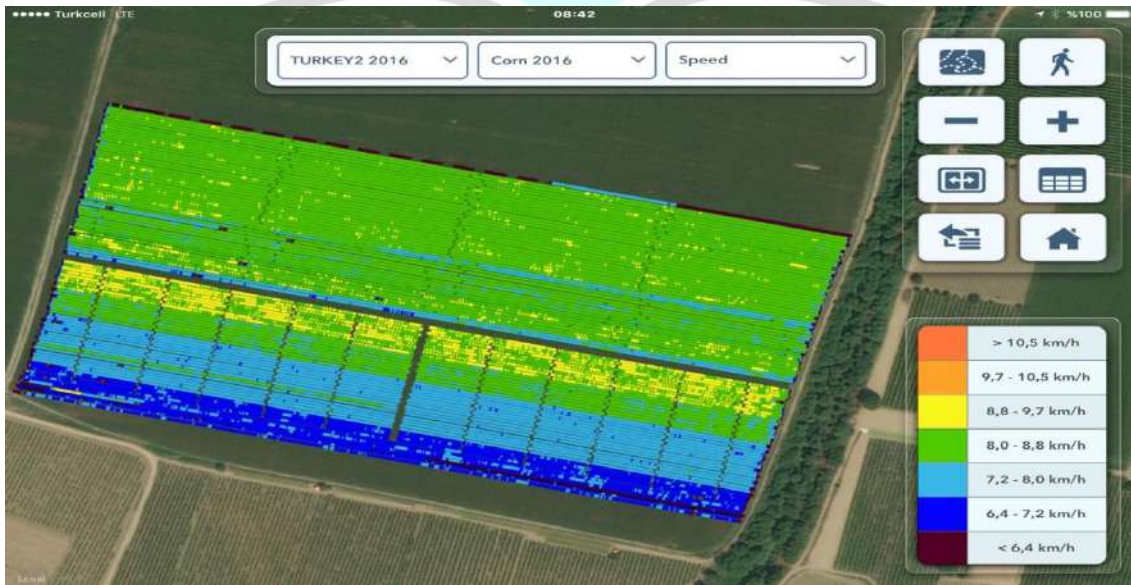


Tarlanın yapısına göre verilen komutlar doğrultusunda otomatik olarak ekim sıklığı ayarlanabilmektedir. Tarlanın hangi bölümün ne kadar istersek o kadar farklı sıklıkta ekim yapabilmektedir.

Ekim hızı da bu makina için çok önem arz etmemektedir. Klasik mibzerlerle 7-10 km/h hız yapılırken bu makina ile 20 km/h hızında ekim yapılabilmektedir. Yapılan ekim sonrası sıklık haritası, hız haritası, çeşit haritası, ekim haritası oluşmaktadır. Bu haritalar sayesinde hasat döneminde hangi bölgede hangi sıklıkta daha iyi verimler alınabildiği öğrenilebilecektir [6].



Şekil 6. Hassas Ekim Mibzeri



Şekil 7. Ekim hızı haritası





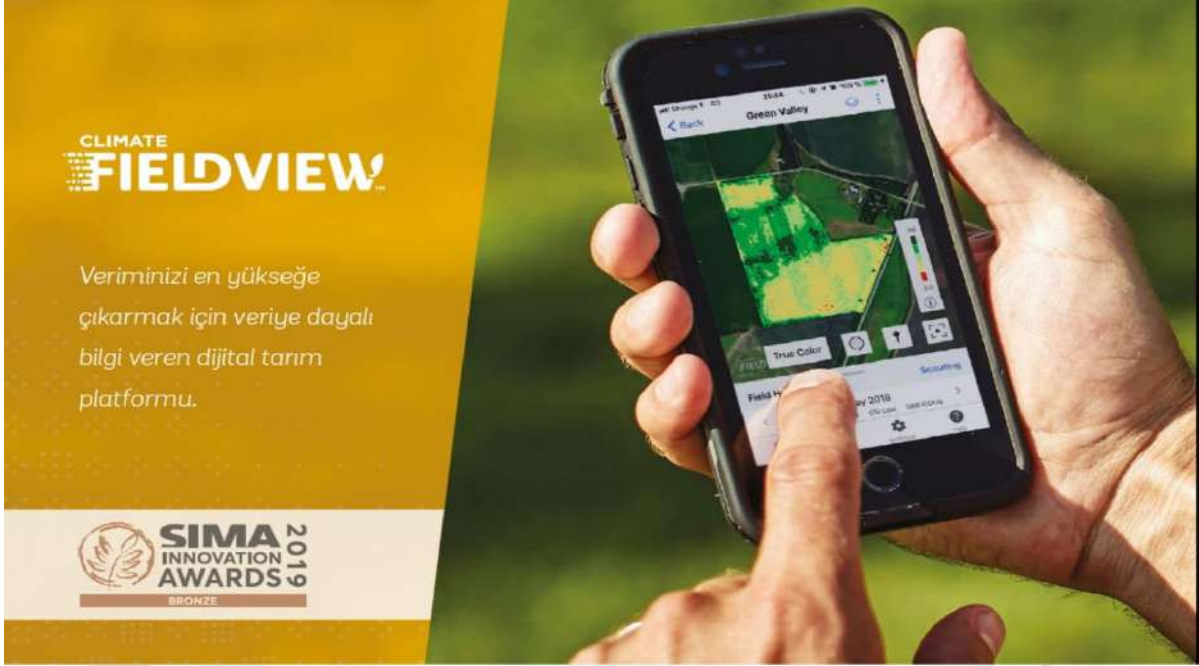
Şekil 8. Bitki Sayısı Haritası

### 2.1.7. CLIMATE FIELDVIEW (Akıllı Tarla Kontrol ve Bilgi Sistemi)

Özel bir firma tarafından geliştirilen digital bir çözüm ve kontrol sistemidir. Bu digital teknoloji ile çiftçi tarlasına gitmeden tarlası hakkında gerçek ve doğru bilgiye sahip olabilecektir. Bu uygulama çiftçilere ektiği ürünün sağlık durumu, su ihtiyacı ve su kullanımı hakkında bilgi sahibi olma imkanları sağlamaktadır. Bunun yanında tarla bazında meteorolojik bilgi sağlamaktadır [6].

Bilindiği gibi bazı üretim tarlalarının boyutları çok yüksek olabilmektedir. Büyük alanların her yerinin çiftçi veya işçiler tarafından kontrol edilmesi mümkün değildir. Bu sistemle birlikte arazi büyüklüğü ne olursa olsun arazinin her bölgesindeki ürünün gelişimi hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Bitkinin biyolojik ve fizyolojik özelliklerinden yola çıkılarak oluşturulan algoritmalar aracılığı ve uydu yardımıyla haftalık fotoğraf sisteme yüklenmektedir. Gelen uydu fotoğraflarında farklı renklerde alanlar görülecektir. Örneğin; koyu yeşil alanlar gelişimi çok iyi olan, turuncu veya kırmızı alanların ise gelişimin zayıf olduğu ve kontrolün gerekli olduğu alanları göstermektedir. Renk anlamları sistemin kullanıcılarına firma elemanlarınca bildirilmektedir [6].

Aynı şekilde bitkilerin su kullanım kapasiteleri hakkında da bilgiler verilmektedir. Koyu mavimsi yeşil alanlarda tüketilen suyun fazla olduğu ve sağlıklı gelişim olduğunu bildirmektedir. Açık yeşil veya beyaz alanlarda bitki su tüketiminin az olduğu ve bu bölgede sulama ile ilgili bir sorun olduğu bilgisi verilmektedir. Yine burada da tarla sağlığı haritasında olduğu gibi bitki yapısından yola çıkılarak oluşturulan algoritmalar ile renk değişimleri saptanmakta ve uydu aracılığı ile fotoğraflanmaktadır [6].



Şekil 9. Akıllı Tarla Kontrol ve Bilgi Sistemi

### 2.1.7.1. Tarla Sağlığı Görüntüsü

Tarla sağlığı haritası, koyu yeşil alanların sağlıklı geliştiğini, kırmızı alanlarda ise problem olduğunu göstermektedir [6].

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



Şekil 10. Tarla Sağlığı Haritası.

### 2.1.7.2. Su Kullanım Haritası

Su kullanım haritası ile belirlenen açık mavi alanlarda suyun az miktarda tüketildiği, koyu mavi alanlarda ise yeterli miktarda tüketildiği tespit edilmektedir [6].



Şekil 11. Tarla su kullanımı ve meteorolojik veri



### 2.1.8. Hasatta Anlık Verim Hesaplama Sistemleri

Geleneksel tarımda kullanılan hasat makinalarında sadece hasat yapılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte hayatımıza hasatta anlık verim ölçebilen sistemler dahil olmuştur. Bu sistemler doğrudan hasat makinalarına monte edilip kullanılabilir. Bu teknoloji sayesinde tarlanın hangi bölgesinde nasıl bir verim aldığımızı hesaplayabilmekteyiz. Bunun yanında anlık hektolitre ve rutubet hakkında da bilgi sahibi olabilmekteyiz. Hasat sonrasında elimize bir verim haritası geçmektedir. Bu harita ile birçok farklı karar alınabilmektedir. Tarlanın hangi bölgesinde düşük verim alınmışsa o bölgede tohum, gübre, ekim sıklığı, sulama ya da kültürel işlemlerde gereken farklı uygulamaların yapılmasına yardımcı olmaktadır [6].



Şekil 12. Anlık veri hesaplam

Örnek olarak; toprak yapısını gösteren harita, ekim deseni oluşturulan harita, ekim sıklığını gösteren harita ve hasatta anlık verim haritalarını birleştirdiğimizde sistem bize şöyle bir öneride bulunabilmektedir: A tipi toprak yapısında, B çeşitten, C sıklığında D seviyesinde verim alınabilir [6].





Şekil 13. Hassas Tarımda İşlem Basamakları.

### 3. SONUÇ

- Türkiye, dijital dönüşümde karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelerden farklı olarak yatırım öncesi planlama ve hazırlık aşamasındadır.
- Teknolojiyi kullanan özel firmalar açısından, yerli tedarikçilerin azlığı ve teknoloji tedarikçisi şirketlerin de bu konudaki düşük talepler, önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Bu konuda yapılacak olan yatırımları hedefe göre yönlendirmek için, yardımcı kurumlar teknolojik stratejilerini belirlemeli ve dijital dönüşüm yol haritasını bu doğrultuda yapılandırmalıdır.
- Pratikte kolayca uygulanabilen teknolojiler seçilmeli ve en yüksek katkısı olan yatırımlar ön sıraya konulmalıdır.
- Bu konuda ilgili kamu kurumları, özel sektörü dijital dönüşüm ayağında destek olmak için, etkinleştirici ve hızlandırıcı mekanizmalar ile yeni programlar meydana getirmelidir. Bu yönde kamu sektörü, tarımda ve sanayide dijital dönüşümü hızlandırmak için gerek duyulan her türlü destek ve rehberliği sağlamalıdır.

- Digital yatırımların sürdürülebilirliğini sağlamak için, gelecekte karşılaşılabilecek nitelikli insan gücü, veri güvenliği ve teknoloji altyapısı gibi potansiyel eksiklikler, önceden tespit edilip gerekli adımlar atılmalıdır.
- Bu konuda çalışan yerli teknoloji tedarikçileri ve ortaklarının, dijital gelişim sürecinde daha çok aktif olmaları teşvik edilmeli ve geliştirilen inovasyon ekosistemiyle desteklenmesi gerekmektedir.
- Yaşlanmış bir tarım nüfusuna sahip olduğumuzdan, teknoloji temelli verileri benimsetmek ve aktarmak zor olmaktadır. Dolayısıyla hassas tarım ile genç nüfus tarıma kaydırılabilecektir.
- Çiftçilere ve üretici birliklerine, akıllı tarım veya dijital tarım konusunda farkındalık eğitimleri verilmeli, özellikle öncü çiftçiler donanımlı hale getirilmelidir.
- Akıllı tarım yalnızca, üretim ve hasadı kapsamamalı, ürünlerin yüksek fiyata pazarlanabilmesi için dinamik platformlar oluşturularak araçlarla buluşturulmalıdır.
- Kamunun bu konudaki üstleneceği görev, Türkiye için hedeflemesi gereken teknolojileri belirleyerek, kurumları bu alanlara yönlendirecek teşvik etmektir. Buna bağlı olarak, güçlenen yerli yatırımcılar küresel rekabetçiliği ve marka olmaya doğru yo alacaktır.
- Yerli tedarikçilerin gelirlerinin yaklaşık %70 'ini yurtiçi pazardan elde edildiği; buna rağmen, teknoloji kullanıcıları firmaların yerli kaynaklar yerine, yabancı kaynakları tercih ettikleri bakılırsa, yerli teknoloji tedarikçisi şirketlerle teknoloji kullanıcıları şirketlerin bir araya geleceği bir oluşumun ne kadar önemli ve gerekli olduğu anlaşılmaktadır.
- Risk sermayesi sektöründe yapılacak düzenlemelerle, Türkiye'de gerekli finansmana erişimin artırılması, teknoloji tedarikçilerinin gelişim hızlarını artıracaktır.
- Dijital dönüşümde başarılı olmuş Singapur, Japonya ve Almanya gibi ülkelerde başarılı olmuş ve akademi ile sanayi arasında köprü olabilecek, bir 'Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nün kurulması, sürdürülebilir bir teknoloji kullanımı için başarı sağlayacaktır. [10].
- Ar-ge çalışmaları ve üretim maliyeti yüksek dijital tarım unsurlarının üniversite, kamu ve sanayi işbirliği ile üretilmesinin teşvik edilmesi, üretildikten sonra da uzun vadeli krediler, hibe ve desteklerle çiftçilere ulaştırılması aşılmasını önem arz etmektedir.

- Akıllı tarımda, maliyet etkinliği ve şu anda sahip olunan teknoloji araçları çoğunlukla, dışa bağımlıdır.
- Yerli ve milli tarımsal teknoloji araçlarının, kendi ihtiyaçlarımız doğrultusunda üretimi desteklenerek, kendi ülkesel dijital yol haritamız izlenmelidir.
- Ziraat Fakülteleri'nin müfredatlarında, daha fazla akıllı tarıma yönelik dersler eklenmelidir.
- Kamunun ve Ziraat Fakülteleri'nin sahiplenemediği akıllı tarım konusunda, tarımla ilgisi olmayan farklı disiplin ve uzmanlık alanlarındaki uluslararası değişik fon kuruluşları ve araştırmacılarla, 'İnovasyon ve Rekabet Odaklı Kalkınma Çalışmaları' şeklinde ve teknoloji projeleri olarak faaliyetlere girişilmiş bulunmaktadır. Bu durumda acil şekilde, tarım sektörüne kamu hizmeti sunan kurumların, üniversitelerin Ziraat Fakültelerinin ve özel sektörün yasal düzlemde sorumluluk alanları çizilmelidir.
- Bu alanda, gerçek sektörel muhataplar veya ilgili kurumlar haricinde, dolaylı bile sayılamayacak çok farklı sektörel kuruluşlar, söz ve karar sahibi olmaya başlamışlardır.
- Bir an önce, doğrudan akıllı tarımla ilgili ve sorumlu olan kurum, kuruluş ve STK'lar kanuni, idari ve organizasyonel düzeyde bir araya gelmelidir. Bundan sonra, izlenecek yol haritası için alınacak kararları ise Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı, Ziraat Fakülteleri ile sektör ve üretici temsilcisi STK'lar tarafından belirlenmelidir [7] , [9].

#### 4. KAYNAKLAR

1. Anonim, 2014. [www.fao.org/news/archive/news-by-date/2014/en](http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2014/en). Erişim Tarihi: 12.04.2019.
2. Anonim, 2016. [www.fao.org/news/archive/news-by-date/2014/en](http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2014/en). Erişim Tarihi: 15.04.2019
3. FAO, 2004. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. *FAO Food and Nutrition Paper* No. 81. Rome.
4. Güçdemir İ. H., Türker H., Karabulut A., Sönmez B., Arcak Ç., Usul M., Bozkurt M., Tümsavaş E.,2010, Çukurova'da Sulu Mısır Tarımında Uydu ve Bilgi Teknolojileri Destekli Alana Özgü Değişken Oranlı Gübre Uygulaması ve İşletimi, TÜBİTAK Proje No.: 105O243, Ankara.

5. Kasap A. ve G. Erdem. 1994. Çiftlik gübresi dağıtma makinesiyle çalışmada iş başarısının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *Gazi Osmanpaşa Üniv., Ziraat Fak. Dergisi*,11: 71-78.
6. Monsanto Gıda Tarım Ticaret LTD. 2016-2019 Yılı Üretim Verileri.
7. Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0 Projesi Sonuç Raporu, 114 s., 2018. Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi & İzmir Ticaret Borsası Ortak Projesi. İzmir.
8. Türker U, Akdemir B, Topakcı M, Tekin B, Aydın İÜA, Özoğul G, Evrenosoğlu M, 2015. Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 295 s., Ankara.
9. Türkiye’de Akıllı Tarımın Mevcut Durum Raporu. Akıllı Tarım Platformu, 2019. Ankara
10. TÜSİAD Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği Raporu, 2017. Yayın No: Tüsiad-T/2017,12-589.
11. Ünal H. 1994. Silindirik balya yapan makinaların mekanizasyon planlamasına yönelik işletme özelliklerinin saptanması. U.Ü. Fen Bilimleri Enst. *Yüksek Lisans Tezi*, 96 s., Bursa.

ANADOLU ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019



**SIIRT FISTIĞI İŞLEME VE DEĞERLENDİRME TESİSLERİNİN DURUMU****STATUS OF NUTRITIONAL PROCESSING AND ASSESMENT FACILITIES OF SIIRT  
PISTACHIO****Yusuf Acan**

Siirt University

**Dr. Öğr. Üyesi Mine Pakyürek**

Siirt University

**SUMMARY**

Güneydoğu Anadolu'nun güzel ve şirin ili Siirt için en önemli geçim kaynağı tarımdır. Buradaki tarımsal üretimin göze çarpan kollarından biri olan fıstık yetiştiriciliğinde “Siirt” çeşidi ile öne çıkan kentimiz, bu ürün için doğru işleme, değerlendirme ve pazarlama politikaları geliştirme yönünde üniversite, tarım bakanlığı ve sanayi işbirlikleri ile çaba içerisinde. İhtiyaç olan bu politikaların geliştirilmesi durumunda fıstık üretimi sadece bölgenin değil, ülke tarımının da kalkınmasında önemli ölçüde rol oynayabilir. Bu amaçla yaptığımız çalışmamızda, Siirt ilinde bulunan fıstık işleme ve değerlendirme tesislerinin durumu incelenmiştir. Tarım ve Orman İl Müdürlüğü kayıtlarına göre Siirt ilinde altı adet işletme bulunduğu, çoğunun küçük aile işletmesi olarak varlığını sürdürdüğü ve sadece fıstık ile ilgili belli aşamalarda işleme faaliyetinde buldukları tespit edilmiştir. İncelenen tesislerde en dikkat çekici olanı, 2016 yılında inşaatına başlanıp 2017 yılında resmi olarak hizmete giren Siirt Fıstık İşleme Tesisidir. Bu tesis Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti mali iş birliği çerçevesinde finanse edilen ve Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Rekabetçi Sektörler Programı kapsamında faaliyete geçirilmiştir. İlk deneme ürünü ise fıstık hasat zamanı olan 05.09.2017-30.10.2017 tarihlerinde üretilmiştir. Bu tesisin diğer işletmelerden en önemli farkı, fıstığın tüm işleme ve değerlendirme aşamalarının yapılmasına olanak sağlayacak teknik personel, makine-ekipman ve hijyenik ortama sahip olmasıdır. Diğer işletmelerin ise küçük çaplı ve yalnızca fıstığın bir veya birkaç işleme aşamasından geçmesine yönelik çalışan işletmeler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca küçük aile işletmelerinin hijyen açısından da yeterli düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** antepfıstığı, *Pistacia vera*, işleme tesisi, değerlendirme, Siirt fıstığı

## ABSTRACT

Agriculture is the most important source of income for Siirt, the beautiful and charming province of Southeast Anatolia. Siirt stands out with its agricultural value. One of the prominent branches of agricultural production in Siirt depends on pistachio cultivation. Cultivation and production of pistachio are strengthened by cooperation network of the university, agricultural ministry, and industry whose aim is to determine right processing, assessment parameters and marketing policies for this product. Once these policies are developed, pistachio production can play a significant role in the development of not only the region but also the agriculture of the country. In this study, the situation of pistachio processing and assessment facilities in Siirt province was investigated. According to the records of the Provincial Directorate of Agriculture and Forestry in Siirt province, there are six enterprises, most of them continue to exist as a small family business, and only at certain stages of processing related to peanuts were found to operate. The most noteworthy of the facilities examined is the Siirt Pistachio Processing Facility, which started construction in 2016 and was officially has started to service in 2017. This facility has started to operate within the European Union and the Republic of Turkey in the framework of financial cooperation, funded and carried out by the Science, Industry and Technology Ministry Competitive Sectors Program. The first trial product was produced on the date of 05.09.2017 - 30.10.2017, which is the pistachio harvesting time. The most important difference of this facility from other enterprises is that it has technical personnel, machinery-equipment and hygienic environment that will enable all stages of processing and assessment of pistachio. Other enterprises have been identified as small-scale and only enterprises that are working to pass the pistachio through one or more processing stages. Furthermore, it was observed that small family enterprises were not sufficient in terms of hygiene.

**Key Words:** pistachio, *Pistacia vera*, processing plant, assessment, Siirt cv.

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Siirt Fıstığı

Antepfıstığı yetiştiriciliğinde üretimi yapılan mevcut çeşitler arasında Siirt ilinin yerel çeşidi olan Siirt fıstığı dane iriliği, tadı, aroması ve verim özellikleri ile öne çıkmaktadır. Antepfıstığı periyodisite gösteren bir meyve türüdür. Periyodisite, türün bir yıl ürün verip, bir

yıl az ya da hiç ürün vermemesi olarak tanımlanmaktadır. Bu meyve türünün yok yılında Siirt çeşidi %50 oranında verim vermektedir. Bu sebeple Siirt fıstığı verimlilik açısından dikkat çeken ve bahçe tesisinde üreticiler tarafından her geçen gün daha fazla tercih edilen bir çeşit haline gelmiştir. Zengin demir, B vitamini, kalsiyum ve antioksidan içeriği nedeniyle bir sağlık hazinesi olan bu meyvenin üretimini arttırmak, sağlıklı bir biçimde işlenmesini ve değerlendirilmesini sağlamak sadece fıstık yetiştiriciliğinde “Siirt” çeşidi ile öne çıkan bu kentin değil, bölge ve ülke tarımının da kalkınması açısından önemlidir.

Türkiye, 170 bin ton fıstık üretimi ile 350 bin ton üretime sahip olan ABD'nin ardından dünyada en çok fıstık üreten ikinci ülke konumundadır. Dünyada sırasıyla ABD, Türkiye ve İran olmak üzere yaklaşık olarak 4,5 milyon da alanda antepfıstığı yetiştirilmektedir. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi, uygun ekolojisi nedeniyle antepfıstığının ticari anlamda yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgedir. Bu bölgede Gaziantep ve Urfa'dan sonra üçüncü sırada yer alan Siirt ilinde 276 köyde, yaklaşık 300.000 da alanda fıstık yetiştiriciliği yapılmaktadır.

**TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI**  
TARIMSAL ARAŞTIRMALAR VE POLİTİKALAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

İller	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı *	Toplu Meyveliklerin Alanı- Dekar	Verim, Kg/Meyve Veren Ağaç	Üretim Miktarı- Ton
Şanlıurfa	18.552.471	9.290.729	1.392.160	5	100.107
Gaziantep	17.991.655	5.201.596	1.363.473	5	90.183
Siirt	5.318.953	2.491.642	282.071	2	11.301
Adıyaman	4.663.970	2.427.782	263.928	5	24.015
Kahramanmaraş	816.700	274.600	75.289	5	3.953
Kilis	770.691	244.962	64.829	6	4.304
Batman	198.280	299.370	44.793	5	960
Mardin	77.486	49.870	14.874	8	648
Manisa	322.484	73.350	9.478	3	983
İzmir	123.172	17.154	6.224	4	516
Mersin	147.361	20.285	5.913	5	783
Diyarbakır	105.823	37.773	5.083	5	529
DİĞERLERİ ( 27 il )	468.827	100.137	16.888		1.011
<b>Toplam</b>	<b>49.557.873</b>	<b>20.529.250</b>	<b>3.545.003</b>		<b>≈ 240.000</b>

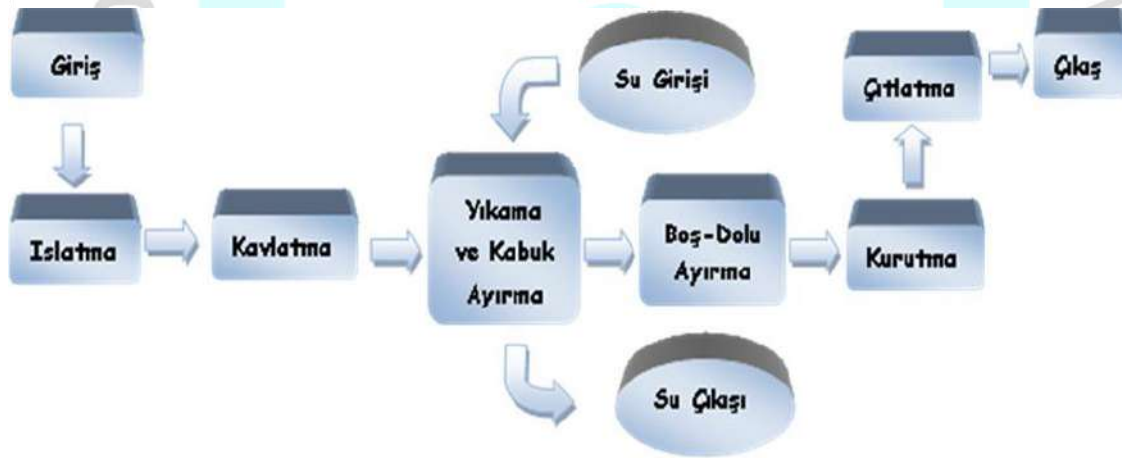
**Şekil 1.** Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Üretim Verileri (Anonim, 2018).

Mevcut üretim potansiyelimizi arttırmak için fıstığın doğru ve hijyen kurallarına uygun bir şekilde işlenmesi, depolanması ve pazarlanması gereklidir. Bu düşünceden hareket ederek gerçekleştirilen bu çalışma, Siirt ilinde bulunan fıstık işleme ve değerlendirme tesislerinin durumunu incelemek amacıyla yapılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Siirt İl Müdürlüğünde kayıtlı olan altı adet işletmeye gidilmiştir. Bu işletmelerde fıstığın hangi işleme basamaklarında nasıl işlendiği hakkında bilgi edinilmiştir. İşletmelerin değerlendirilmesi, temel fıstık işleme faaliyetlerine göre ölçüt tabloları oluşturularak yapılmıştır.

## 2. GELİŞME

### 2.1. Fıstıkta İşleme Aşamaları

Fıstıkta; ıslatma, kavlatma, boş-dolu ayırma, kurutma, çıtlatma, kavurma ve paketleme olmak üzere yedi farklı işleme basamağı bulunmaktadır.



Şekil 2. Fıstık işleme akım şeması (Bayar, 2014).

#### 2.1.1. Islatma

Fıstık üzerinde yer alan kırmızı renkli etli yapıyı sert kabuktan ayırma işlemine kavlatma denir. Perikarp adı verilen bu kırmızı yumuşak kabuğu, sert kabuktan ayırmak zor olduğu için fıstık ıslatılır. Islatma işleminde büyük tekne ve havuzlarda fıstığın kırmızı kabuğunun şişmesi için temiz suyun içinde 5-6 saat bekletilmektedir. Islanan fıstıklar,



havuzun alt tarafında bulunan tahliye borusu vasıtasıyla suyun boşaltılmasından sonra küreklerle havuzlardan çıkartılarak kavlatılmak üzere devlip taşına atılmaktadır.

### 2.1.2. Kavlatma

Antepfıstığının üzerinde bulunan kırmızı kabuğun kemiksi sert kabuktan ayrılmasından sonra kalan ürüne “kavlak fıstık” denilmektedir. Kavlatma işlemi, genellikle ürünün kurutulması depolanmasından sonra pazara sunulmadan kısa bir süre önce yapılmaktadır. Bu işlem ülkemizde genellikle kurutma ve depolamadan sonra yani işleme ve pazarlama öncesi yapılır. A.B.D. ve İran’da kavlatma ürün hasat edildiğinde meyve tazeyken yapılmakta, ülkemizde ise taze kavlatma pek yapılmamaktadır. Kavlatılmış ürünün kurutulmasına ve depolanmasına daha çok özen gösterilmelidir. Kavlak antepfıstığı, kuru kırmızı kabuklu fıstığa oranla daha fazla aflatoksin oluşumuna yatkın hale gelmektedir. Kavlatma işlemi sırasında kırmızı kabuğun ayrılması devlip adı verilen işleme makinelerinde yapılmaktadır. Kavlatma işlemi, değirmen olarak bilinen; düşey bir mil etrafında dönen silindirik bir taşla (devlip taşı), yatay sabit bir taş arasında sıkıştırılarak gerçekleştirilmektedir. Islanıp gevşek bir yapı alan kırmızı kabuk, birisi hareketli iki taş arasında sürtünme ve sıkışma yoluyla sıyrılarak kemiksi kabuktan ayrılmaktadır. Ezilen kabuklar sonra eleklerden geçerken ayrılır. Fıstıklar sudan geçirilerek sıcak hava da bekletilir. Devliplere bir seferde 250 kg kadar antepfıstığı konulmaktadır. Bu işlem sırasında devliplerde üründen % 1 oranında fire verilmektedir.

### 2.1.3. Boş dolu ayırma

Eleklerden ve sudan geçirilen kavlatılmış ürün, içinde bulunan boş fıstıkları ayırmak için su dolu havuza konulur. Havuz içine alınan fıstıklardan ağır (dolu) olanlar suyun dibine çöker, boş olan fıstıklar su yüzeyinde kalır. Fıstıklarda dolu boş ürün bu şekilde birbirinden ayrılmaktadır.

### 2.1.4. Kurutma

Hasat edilen fıstıklar genellikle bahçelerde bir bez sergi üzerinde ayıklanmakta ve güneşin altında da kurutulmaktadır. Sergi yerleri genellikle antepfıstığı bahçelerinin içinde bulunmaktadır. Hasat edilmiş taze kırmızı kabuklu ürünün nem miktarı % 78, sert kabuklu iken nem miktarı % 24, sert beyaz kabuk içindeki danede (endokarp) ise bu oran % 32’dir. Meyvedeki toplam nem oranı ortalama % 40-50 arasında değişmektedir. Uygun hava koşullarında sergi yerinde kurutmaya alınan antepfıstığı meyvelerindeki nem oranı 3-4 gün

içinde % 3-5'e düşmektedir. Nem oranı % 6 olan antepfıstığı meyvesinin yumuşak kabuğu toplam ağırlığın % 18.04'ünü, sert kabuk % 37.93'ünü, iç dane ise % 44.03'ünü oluşturmaktadır. Kurutma işlemi ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Sergi yerlerinde kurutmaya alınan antepfıstıklarının serme kalınlığı 3-5 cm'yi geçmemelidir. İyi bir kurutma sağlamak için, yavaşça karıştırma yapılmalıdır. Karıştırma esnasında meyvenin kırmızı kabuğuna zarar verilmemelidir. Kurutulan fıstıklar, eleme ve boylama işlemi yapıldıktan sonra jüt çuvalara konulmaktadır (Anonim, 2009).

### 2.1.5. Çıtlatma

Antepfıstığı meyvelerinin beyaz sert kabuğunun meyvenin olgunlaşması sırasında kendiliğinden açılmasına çıtlama denilmektedir. Çıtlama oranı bir çeşit özelliğidir. Kültürel uygulamaların düzenli olarak yapıldığı bahçelerden elde edilen üründe genellikle çıtlama oranı % 50-90 arasında olmaktadır. Çıtlaklık, çerezlik fıstığın en önemli kalite kriterlerinden birisidir. Bu nedenle çıtlak olmayan antepfıstıklarının mekanik yolla veya elle çıtlatılması gerekmektedir. Çıtlatma işlemi özel antepfıstığı penseleri ve çekiçlerle ev ve işletmelerde çocuklar ve kadınlar tarafından yapılmaktadır. Bir işçi günde 15-20 kg antepfıstığı çıtlatabilmektedir.

### 2.1.6. Kavurma

Çerezlik antepfıstığı kavrulmadan tüketilebildiği gibi en çok kavrulmuş şekilde tüketilmektedir. Kavurma işleminde, kavlak ve çıtlak antepfıstıkları kazanlarda belirli sıcaklık derecesi, tuz oranı ve süre ile karıştırılmaktadır. Kavurmadan önce üründe boylama işlemi yapılırsa meyvelerin ısı ve tuz oranlarında bir örneklik sağlanmış olur. Boylama ürününün albenisini arttırdığı için mutlaka yapılmalıdır. Fıstık kavrulmadan önce ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. İşletmeler kendi işleme yöntemlerine göre ısıtma sürelerini ayarlamaktadır.



Şekil 3. Kavrurma işleminin yapıldığı kazanlar.

Isıtılan antepfıstıklarına kavrulurken eklenen tuz oranı da farklılık göstermektedir. Bazı işletmeler ürün miktarının 1/4' ü veya 1/5' i kadar tuz koyarken, eklenen tuz miktarı azaldıkça ilave etmektedir. Bu şekilde hazırlanan fıstıklar genellikle fazla tuzlu olmaktadır. İhracaat için hazırlanan fıstığın tuz oranı, iç piyasa için hazırlananlara oranla daha düşük tutulmaktadır. Kavrulmuş ürünün tuz oranı genellikle % 1 olmaktadır. Bu oranı elde edebilmek için konsantrasyonu % 25 olarak hazırlanmış tuz çözeltisinde antepfıstığının 5-10 dakika süre ile bekletilmesi gerekmektedir. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsünde kavrurma işlemi parametreleri üzerine yapılan bir çalışmada en uygun kavrurma sıcaklığının 130 °C, uygulama süresinin ise 25 dakika olduğu tespit edilmiştir. Kavrurma kazanlarının kapasiteleri ortalama 200 kg kadardır. Kazandan çıkan ürünün soğuma şekli ve soğutma süresi de ürün kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Soğutma işlemi işletmelerde farklı şekilde yapılmaktadır. Ürün bazı işletmelerde yere serilerek soğutulurken; bazılarında, üst üste yığılarak bir gece boyunca bu şekilde bekletilip ürünün yavaş bir şekilde soğuması sağlanmaktadır.



Şekil 4. Kavurma işleminde kullanılan üç farklı irilikteki tuzlar.

#### 2.1.6. Paketleme

Paketleme faaliyeti tüketiciye ulaşmadan önce işlenmiş ürünlerin kutulanması ve koruma altına alınmasını amaçlamaktadır. Büyüklük ve çeşitlerine göre farklı paketleme işlemleri yapılabilmektedir.

- A) Gramajlı Paketleme.
- B) Çuval Paketleme.
- C) Vakum Paketleme.



Şekil 5. Gramajlı paketleme örneği.



### 2.1.7. Depolama

Yeni hasat edilmiş taze antepfıstığı, hasattan sonra kavlatılarak satılmayacaksa, serilerek kurutulduktan sonra işlenip pazarlanıncaya kadar jüt çuvallarla veya 50-70 kg'lık kanaviçe çuvallarla ambarlarda depolanmaktadır. Ülkemizde antepfıstığının depolandığı kontrollü atmosferli muhafaza depoları yaygın olarak bulunmamaktadır. Antepfıstığı genellikle ev veya işletmelerin kullanılmayan bir bölümünde, boş dükkân ya da ambarlarda muhafaza edilmektedir. Fıstığı hasattan sonra perikarp ile kurutularak muhafaza edilmesi, meyveyi dış etkenlerin zararlarından koruyup meyvede güve oluşumunu engellemektedir. Bu nedenle üreticiler elindeki ürün için uzun vadeli işleme ve depolama planı yaparken, ürünü kırmızı kabuğu ile kurutup o halde depolamayı tercih etmektedir.

Perikarp ile kurutulan fıstıklar kontrollü atmosferli depo koşullarında uzun süre (2-3 yıl kadar) bozulmadan saklanabilmektedir. Kavlak antepfıstıkları ise uzun süre depolanamamakta ve yaklaşık olarak 3-4 ay sonra üründe güve ve kurt oluşumu başlamaktadır. Paketlenmesi ve kontrolü tamamlanan ürünler soğuk hava depolarında uygun şartlar altında muhafaza edilmektedir. Ürünü bu şekilde uzun süre muhafaza ederken depolamanın kontrollü atmosferli koşullardaki depolarda yapılması, depolama alanlarındaki ısı, ışık, nem gibi değişkenlerin özenle takip ve kontrol edilmesi gerekmektedir (Şahnalı, 2015).

### 2.1.8. Fiziksel ve kimyasal analiz laboratuvarı

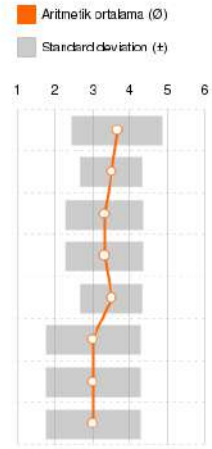
Siirt fıstık işleme tesisinde fıstığın fiziki ve kimyasal analizlerinin yapıldığı bir analiz laboratuvarı yer almaktadır. Bu laboratuvarda fıstıkta aflatoksin analizi de yapılmaktadır. Aflatoksin, vücutta birikimi özellikle karaciğer kanserine neden olan *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* tarafından üretilen zehirli ve kanserojen küf mantarlarıdır. Ülkemizde antepfıstığına uygulanan işleme teknikleri nedeniyle aflatoksin oluşumu meydana gelebilmektedir.

## 2.2. Bulgular

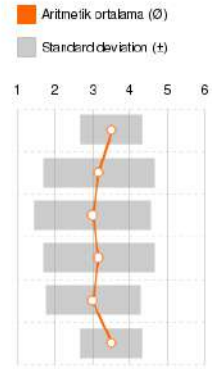
Ürün işleme basamakları dikkate alınarak işletmelerde bulunan bazı teknolojik, endüstriyel, kalite ve hijyen koşullarına yetersizden yeterliye doğru 1'den 5'e kadar puan verilmiştir. Bu puanlamalar neticesinde işletmelerin durum değerlendirmesi yapılmıştır.

**Tablo 1.** “İşletmelerdeki kavlatma faaliyetini değerlendiriniz” sorusundan alınan sonuçlar.

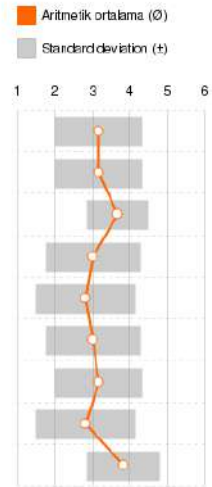
	1		2		3		4		5		Fikrim yok		Σ	±
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)							
Kırmızı kabuğun su veya bu...	-	-	-	-	4x 66,67	1x 16,67	-	-	1x 16,67	-	-	1x 16,67	3,67	1,21
Yumuşayan kabuğun devli...	-	-	-	-	4x 66,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,50	0,84
Ezilen kabukların eleklerde...	-	-	1x 16,67	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,33	1,03
Meyvelerin yıkanarak temiz...	-	-	1x 16,67	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,33	1,03
Meyvelerin süratle sıcak ha...	-	-	-	-	4x 66,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,50	0,84
Hijyen kurallarına uyum	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
Kalite kontrol faaliyetleri	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
Teknolojik yenilik	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26


**Tablo 2.** “İşletmelerdeki çıtlatma faaliyetini değerlendiriniz.” sorusundan alınan sonuçlar.

	1		2		3		4		5		Fikrim Yok		Σ	±
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)							
Çıtlatma kapasitesi	-	-	-	-	4x 66,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,50	0,84
Teknolojik yenilik	-	-	3x 50,00	1x 16,67	-	-	2x 33,33	-	-	-	-	-	3,17	1,47
Hijyen kuralları	-	-	4x 66,67	-	-	-	2x 33,33	-	-	-	-	-	3,00	1,55
Kalite kontrol	-	-	3x 50,00	1x 16,67	-	-	2x 33,33	-	-	-	-	-	3,17	1,47
Atk yönetimi	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,00	1,26
İnsan kaynağı gerekliliği	-	-	1x 16,67	1x 16,67	4x 66,67	-	-	-	-	-	-	-	3,50	0,84

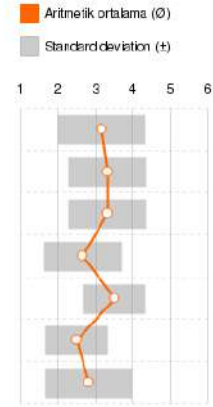

**Tablo 3.** “İşletmelerdeki kavurma faaliyetini değerlendiriniz.” sorusundan alınan sonuçlar.

	1		2		3		4		5		Fikrim Yok		Σ	±
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)							
Boylama işlemi	-	-	2x 33,33	2x 33,33	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,17	1,17
Tuz Oranının belirlenmesi	-	-	2x 33,33	2x 33,33	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,17	1,17
İşletmedeki kazan miktarı	-	-	-	-	3x 50,00	2x 33,33	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,67	0,82
Soğutma işlemi	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
Teknolojik yenilik	-	-	4x 66,67	-	-	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	2,83	1,33
Hijyen kuralları	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
Kalite kontrol	-	-	2x 33,33	2x 33,33	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,17	1,17
Atk yönetimi	-	-	4x 66,67	-	-	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	2,83	1,33
İnsan kaynağı gerekliliği	-	-	1x 16,67	-	-	4x 66,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	3,83	0,98



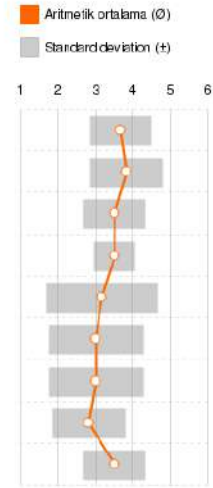
**Tablo 4.** “İşletmelerin ambalajlama faaliyetlerini değerlendiriniz.” sorusundan alınan sonuçlar.

	1		2		3		4		5		Fikrim Yok		Ø	±
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
Teknolojik yenilik	-	-	2x 33,33	2x 33,33	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,17	1,17
hijyen kuralları	-	-	1x 16,67	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,33	1,03
kalite kontrol	-	-	1x 16,67	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,33	1,03
Atık yönetimi	-	-	4x 66,67	-	2x 33,33	-	-	-	-	-	-	-	2,67	1,03
insan kaynağı gerekliliği	-	-	1x 16,67	1x 16,67	4x 66,67	-	-	-	-	-	-	-	3,50	0,84
Farklı Ambalajlama çeşitliliği	-	-	4x 66,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	-	2,50	0,84
Ambalajlama boyutları (küç...	-	-	3x 50,00	2x 33,33	-	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	2,83	1,17



**Tablo 5.** “İşletmelerin depolama faaliyetlerini değerlendiriniz.” sorusundan alınan sonuçlar.

	1		2		3		4		5		Fikrim Yok		Ø	±
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
İşletmenin Isı Kontrolü	-	-	3x 50,00	2x 33,33	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	-	3,67	0,82
işletmenin nem kontrolü	-	-	3x 50,00	1x 16,67	2x 33,33	-	-	-	-	-	-	-	3,83	0,98
işletmenin ışık kontrolü	-	-	4x 66,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	-	3,50	0,84
Depo boyutunun uygunluğu	-	-	3x 50,00	3x 50,00	-	-	-	-	-	-	-	-	3,50	0,55
Teknolojik yenilik	-	-	3x 50,00	1x 16,67	-	2x 33,33	-	-	-	-	-	-	3,17	1,47
hijyen kuralları	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
kalite kontrol	-	-	3x 50,00	1x 16,67	1x 16,67	1x 16,67	-	-	-	-	-	-	3,00	1,26
Atık yönetimi	-	-	3x 50,00	1x 16,67	2x 33,33	-	-	-	-	-	-	-	2,83	0,98
insan kaynağı gerekliliği	-	-	1x 16,67	1x 16,67	4x 66,67	-	-	-	-	-	-	-	3,50	0,84



### 3. SONUÇ

Tarım ve Orman Bakanlığı Siirt İl Müdürlüğü kayıtlarına göre şehirde altı adet işletme bulunduğu, çoğunun küçük aile işletmesi olarak varlığını sürdürdüğü ve sadece fıstık ile ilgili belli aşamalarda işleme faaliyetinde buldukları tespit edilmiştir. Ölçüt tablolarından da anlaşıldığı gibi küçük aile işletmelerinin en önemli sorunlarının;

- Ürünün zamanda teslim edilmemesi,
- Yeteri sayıda personelin bulunmaması,
- Çalışma ortamında hijyen sorununun olması,
- Atık yönetimi sorunlarının olması,
- Teknolojinin geri olması,

- Kalite kontrol aşamalarının yapılmaması ve
- Yalnızca fıstığın bir veya birkaç işleme basamağından geçmesine yönelik olarak çalışan işletmeler olduğu belirlenmiştir.

İncelenen tesislerde en dikkat çekici ve yeterliliği yüksek olan 2017 tarihinde hizmete giren Siirt Fıstık İşleme Tesisidir. Bu tesiste fıstık ile ilgili tüm işleme basamakları eksiksiz olarak yapılmaktadır. Bu işlemler şöyle sıralanabilir; fıstık alım - satımı, kavlatma, soyma, boş - doluyu ayırma, kurutma, çıtlatma, kırma, iç fıstık işleme, kavurma, paketlenme, depolama, fiziksel ve kimyasal analiz faaliyetleridir.

Antepfıstığı üretiminde Türkiye'nin dünya pazarında rekabet edebilmesi için öncelikle taze kavlatmanın önemini üreticiye anlatılması gerekmektedir. Ülkemizde fıstık hala yaygın olarak hasattan sonra uzun süre depolanıp sonrasında kavlatılmaktadır. Ürünün bu şekilde işlenmesi aflatoksin oluşumuna neden olmaktadır. Aflatoksin oluşumu da ihracat miktarımızı düşüren en büyük nedendir. Siirt çeşidinin işlenmesinde daha çok taze kavlatma yöntemi uygulanmaktadır. Taze kavlatma nedeniyle Siirt fıstığı beyaz ve berrak bir kabuk rengine sahiptir. Beyaz ve berrak kabuk ürünün albenisini ve pazar değerini arttırmaktadır. Gaziantep yöresinde işlenen çeşitler depolandıktan sonra bir süre suda ıslatılarak kavlatıldığı için kabukta kararma ve siyah lekeler, meyvelerde ise aflatoksin oluşumu meydana gelmektedir. Siirt fıstık işleme tesisi yıllık 50 bin ton, saatte ise 3-3.5 ton fıstık işleme kapasitesine sahip en son teknoloji ile kurulmuş bir tesistir. Bu tesisin tam kapasite ile çalışması ve gıda kalite standartlarına uygun olarak fıstığın işlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Yapılan yatırım maliyetlerinin ekonomiye kazandırılmasının ve ülkemizin antepfıstığı ihracatında dünyada söz sahibi olabilmesinin yolu, üreticinin doğru yönlendirilmesi ve söz konusu tesisin aktif olarak üretim yapmasından geçmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

1. Anonim, 2009. Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Siirt Fıstığı İşleme Tesisi Sanayi Profili, Ankara.
2. Anonim, 2018. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Üretim Verileri.
3. Bayar S., 2014. Fenton ve Elektrokoagülasyon Yöntemleriyle Fıstık İşleme Sanayi Atıksularının Arıtımının İncelenmesi. *Doktora Tezi*. 176 s. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
4. Şahnalı, İ., 2015. Fıstık işleme tesisi atıksularından kimyasal oksijen ihtiyacı (koi) gideriminin araştırılması. *Yüksek lisans tezi*. 81 s. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



**DİYARBAKIR GELENEKSEL HAMAMLARINDA SÜSLEME****Emine Ekinci Dağtekin****Dicle Üniversitesi****ÖZET**

Anadolu hamam geleneğinin kökeni saray ve yerleşimlerde özel yıkanma odaları su ve kanalizasyon teknolojisi görüldüğü M.Ö. 2000 yıllarına uzanır. Bizans şehir geleneğinde görülen hamam - ev - kilise üçlüsü, Osmanlı'da ev-cami-hamam birliğine dönüşür. Osmanlı Hamamları Roma dönemi teknik sistemini devam ettirmelerine rağmen İslami anlayışa göre yeniden düzenlenmiş kubbeli mekanları, sade, akışkan kurguları ve iç mekan süslemeleri ile ön plana çıkmaktadır.

Diyarbakır hamamlarında taş, mermer ve alçı malzemesi ile yapılan süsleme öğeleri, dışarıda kapı, pencere, fener ve giriş cephelerinde, iç mekanlarda; niş, şadırvan, döşeme, göbektaşı, kurna, kubbe, örtü geçişleri, aydınlatma elemanları ve duvarda toplanmıştır. Bu çalışmada Diyarbakır geleneksel hamamlarında görülen süsleme öğeleri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Diyarbakır, Hamam, Süsleme

**GİRİŞ**

Eski çağlarda dere ve nehir gibi kutsal alanlarda bir kutsama aracı olarak da gerçekleştirilen yıkanma eylemi için zamanla kapalı mekanlar yapılmıştır. Anadolu topraklarında M.Ö. 2000'li yıllarda saray ve yerleşimlerde görülen yıkanma mekanları, su ve kanalizasyon teknolojisi hamam geleneğinin teknik ve sosyal açıdan çok eski tarihlere uzandığını gösterir (Naumann 1971, 190-203). Roma hamamlarının ısıtma sistemi, iç süslemeleri ve boyutları mimarlık ve sanat tarihi açısından ilgi çeker. Bizans döneminde hamamlar, Roma'da olduğu gibi yıkanmanın dışında, eğlenme, dinlenme ve sosyal tartışmaların yapıldığı yerler olmuştur (Necipoğlu 1999). Eğlence ve sohbet ortamı ile kapalı mekanlar oluşturan Romalılar günümüze ulaşan Osmanlı Hamam mimarisinin biçimlenmesine etkili olmuştur. Anadolu'da Artuklu, Selçuklu ve Osmanlı döneminde inşa edilen hamamların birbirini takip eden kültürlerin ortak yapı özelliklerine sahip oldukları görülmektedir (Dağtekin 2017).

Bizans şehir geleneğinde görülen hamam- ev- kilise üçlüsü, Osmanlı'da ev-cami-hamam mahalle üçlüsüne dönüşür. Osmanlı Hamamları Antik Çağ Hamamları'nın değişik şekilli mekânlarının tersine kubbeli mekân/biçim/fikir bütünlemelerinin sergilediği bir mimari sunar (Yegül 2009). Bu dönemde hamamlar; cami, medrese, kütüphane gibi yapı gruplarının birlikteliğiyle oluşan külliye adı altında bir bütün oluşturmuştur (Erat, 1997). Cami, tekke, çarşı üçgeni içinde yaşanan gündelik hayatın sınırlarını genişleten hamamlar; kahvehaneler dışında halkın toplanabildiği mekanlardır (Işın, 1990).

Hamam kompozisyonlarına soyunmalık kısmının kubbesi egemendir dışardan kubbe, fener, kapı girişleri ile ön plana çıkarılmıştır (Kuban 1977). Önge, hamamlarda görülen süslemeleri, malzemelerine göre “taş veya mermer, sıva üzerine baskı, çini, kalem işi boyama” olarak gruplandırmıştır (Önge 1979). Duvarlarda dışta taş tuğla karışımı almaşık örgü<sup>1</sup>, düzgün taş örgü<sup>2</sup> şeklinde süsleme, iç duvarda ise yüzeyde erken dönem hamamlarında resim ve sıklıkla alçı süsleme yapılmıştır. Alçıyla yapılan malakari duvar süslemesi de Osmanlı'da uygulanan bir başka bezeme türüdür (Ödekan, 2002). İç duvarlarda renkli kalemişi boyalı nakkaşlı yüzeyler<sup>3</sup> kısmen çini yüzeylerle<sup>4</sup> değişik malzeme ve teknik görülür. Zemin kaplamasında suya karşı korunabilen malzeme olan taş tercih edilmiştir. Kimi hamamlarda kısmen çini döşeme<sup>5</sup>, renkli mozaik taş<sup>6</sup>, renkli mermer<sup>7</sup> görülmektedir. Mardin Sitti Radviye Hamamı'nda görülen taş kabartma motifler ise ender görülen süslemelerdir.

16.Yüzyılda Mimar Sinan döneminde yapılan pek çok hamam, Haseki Hürrem Sultan Hamamı'nın erkekler bölümü girişinde olduğu gibi revaklar ile anıtsal karakter kazanmıştır. Klasik devir sonrası inşa edilen hamamlar ile tamir edilerek kullanılan hamamlar planlama ve teknik olarak değişmemekle birlikte yapıldıkları devrin mimari üslubuna bağlı olarak barok, rokoko, ampir karakterde mimari elemanlarla zenginleştirilmiştir. Ayna ve kurna taşları, kapı kemerleri, fil gözü ışıklık çerçeveleri, bahsedilen mimari üsluplarda inşa edilmiştir. Bunlar dışında üst örtü olarak çapraz ve aynalı tonozlar yerine yuvarlak tonozlar kullanılmaya başlanılmıştır (Ertuğrul 2009).

<sup>1</sup> Antalya İçkale Hamamı

<sup>2</sup> Ani Menüçehr Hamamı

<sup>3</sup> Konya Nakışlı Hamam, Ankara'daki Eski Hamamı

<sup>4</sup> Kayseri Hunad ve Afyon Alaca Hamamı

<sup>5</sup> Kayseri Hunad Hamamı

<sup>6</sup> Kastamonu Vakıf Hamamı

<sup>7</sup> Kilis Paşa Hamamı

Osmanlı klasik dönemden itibaren uygulanan mukarnas, hamamlarda iç mekanda kubbe geçişlerde, nişlerde rastlanır (Kula 2017). Genellikle sıvalı olan iç mekanda kubbe geçişlerinde profil, silme ve mukarnaslar görülür. Erken Osmanlı dönemi hamamlarında, İznik'te Orhan Hamamı ve XV. yüzyıl başında yapılan Hacı Hamza Hamamı, İsmail Bey Hamamı gibi, kubbelerinde içeriden yıldızlı, spiralli ve dilimli şekillerle süslenmeler yapılmış (Aslanapa 1986).



**Şekil 1.** Fil gözlerinde kullanılan cam vantuzların detayı (Klinghardt, 1927)

**Şekil 2.** Çardaklı Hamamı sıcaklık kubbesi ve fil gözleri

Aydınlatmayı sağlayan fener ve ışıklıklar asıl işlevlerinin yanı sıra süsleme öğesidir. Fenerler çokgen ve dairesel planlı taş, tuğla ve üzeri sıvalıdır. Ilıklık ve sıcaklığın halvet, eyvan ve merkezî mekân kubbelerinde yer alan ışık gözleri (fil gözü), sıva ile yapılmış bir uygulamadır (Önge, 1988). Filgözleri, üstyapıya gömülen pişmiş toprak boru parçaları içine yerleştirilen değişik şekillerde vantuz cam kapaklardan oluşur. Tepe ışıklıkları 16-40 cm. çapında dairevî kafes veya basık küre kapağı biçimindedir (Şekil 1, 2). Işıklıklar, dört köşe, yuvarlak, altıgen ve yıldız biçiminde, üçlü, dördü veya daha çok sayıda ışıklıkların birleşmesi ile oluşan yuvarlak ve köşeli gibi çok çeşitli kompozisyonların oluşturduğu şekillerde görülür. (Önge, 1995)

Hamamlarda, sunî aydınlatma ile ilgili çok fazla mimari donatıya rastlanmamakla beraber doğal aydınlatmaya ek olarak kandil veya şamdan koymak için, sıvadan yapılmış üstü yaşmaklı konsollar halindeki “çırağman” denilen nişler<sup>8</sup> görülmektedir.

<sup>8</sup> Ayasofya Hamamı

## DİYARBAKIR HAMAMLARINDA SÜSLEME ELEMANLARI

Diyarbakır’da şer’iyye sicilleri, tahrir defterleri ve seyahatnameler gibi tarihî belgelerden elde edilen bilgilere göre 19.yy da sayıları 20 olan hamamlardan güzümeze altısı ulaşmıştır. Diyarbakır hamamlarında süsleme malzemesi olarak taş, mermer ve alçı kullanılmıştır. Süsleme öğeleri, dışarıda kapı, pencere, fener ve giriş cephelerinde, iç mekanlarda;, niş, şadırvan, döşeme, göbektaş, kurna, kubbe, kubbe geçişleri, aydınlatma elemanları ve duvarda toplanmıştır.

Dış kapılar: Diyarbakır hamamlarında dış kapılar, Anadolu’daki diğer hamam yapılarındaki gibi taşlık veya soğukluğa açılan giriş kapıları ile külhan kapılarıdır. Hamam giriş kapıları, basık veya sivri kemerli nişler içinde kemerli veya düz lentolu yada sade sivri, basık ve düz lentolu olarak yapılmıştır Özgün durumda ahşap malzemedен tek veya iki kanatlı olarak yapılan kapı kanatları günümüzde demir kapı kanatlarına dönüştürülmüştür. Diyarbakır Paşa, Deva, Melik Ahmet ve Vahap Ağa Hamam’larında giriş kapıları içe doğru çekilen kemerler içine yerleştirilmiş basık kemerli kapılardan sağlanır. Özgün kapı malzemesi günümüze ulaşmamıştır. Sokaktan açılan külhan kapıları normal kapı yüksekliğinden daha düşük koddadır.

Pencere: Diyarbakır hamamlarında sadece Paşa Hamamı soyunmalık kısmında avluya açılan pencere görülür. Kemerli pencere geometrik geçmeli sütunceleri ile öne çıkar. Melik Ahmet Paşa Hamamı giriş kapısında benzer sütünce yer alır. Hamamlarda XV. yüzyılın başlarından itibaren büyük kubbelerin kasnaklarına pencere açılarak sağlanmıştır (Önge 1971). Diyarbakır hamamlarının soyunma bölümünde dıştan sekizgen olan kubbe kasnağında dört adet pencere yer alır. Pencereler Çardaklı Hamamı dışında kemerlidir.



Şekil 3-4. Melik Ahmet Paşa ve Paşa Hamamı soyunmalık feneri



**Fener:** Hamamların soyunmalık bölümünde ve kubbenin ortasında yer alır. Dıştan sekizgen bir kasnağa dönüşen kubbeye uygun olarak sekizgen prizma biçimindedir. Fenerlerin her yüzünde kemerli pencereler yer alır. Melik Ahmet Paşa Hamamı'nda özgün kargir feneri günümüze ulaşan en eski fenerdir. Diğer hamamlarda fenerler aynı formda ancak taş, tuğla ve beton malzemeden yeniden yapılmıştır (Şekil 3-4).

**Kubbe ve geçiş elemanları:** Diyarbakır hamamlarında soyunma sıcaklık ve halvet bölümü kubbe ile örtülüdür. Hamamların soyunmalıkları, köşelerde dört tromp ve aralarda pandantif ile geçilen kubbesi dıştan sekizgen kasnaklıdır. Kubbeye geçişlerde pandantif ve üçgen kullanılmış. Örtüye geçiş ve ışıklık ile yapılan dekorasyon tüm hamamlarda ortak süsleme alanı oluşturur. Kemer alınlıklarında düzgün bazalt taş görülür. Kubeye geçişlerde alçı ve sıva ile yapılan mukarnas süslemeler yer alır. ılıkılık, kubbe ve tonoz ile örtülüdür. Çardaklı ve Deva Hamamı'nda ılıkılık tonozunda oval büyük bir aydınlatma yer alır. Sıcaklık ve halvetler kubbe, eyvanlar ise basit ve aynalı tonoz ile örtülüdür (Şekil 5-8).



Şekil 5. Deva Hamamı soyunmalık mekanı pandantif mukarnas süslemesi



Şekil 6. Kadı Hamam ılıkılık kubbesi

Şekil 7. Çardaklı Hamam sıcaklık mekanı pandantif alçı süslemesi

Şekil 8. Çardaklı Hamam halvet mekanı kubbe süslemesi

**Niş:** Diyarbakır hamamlarında, soğukluk mekanın da köşelerinde veya duvarlarında ortalama dinlenme, soyunma, ibadet etme yeri olarak kullanılan kemerli ve tonoz örtülü nişler; Yıkama sekileri üzerinde kurnaya yakın, sabun, lif vb. malzemeler konulan 0,15- 0,40 m boyutlarındaki nişler görülmektedir. Soğukluk nişleri bazalt taş kemer alınlıkları ile belirginleştirilmiştir (Şekil 9-10).



Şekil 9. Çardaklı Hamam soyunmalık mekanı eyvan ve nişleri

Şekil 10. Kadı Hamam sıcaklık mekanı soyunmalık mekanı duvar nişleri

**Şadırvan:** Hamamların soğukluk, ılıklik ve sıcaklıklarında değişik şekil ve boyutlarda şadırvanlar yer alır. Diyarbakır hamamlarının soğukluklarında ortalama 0,70-1,30 m yüksekliğinde, 0,80-1,20 m eninde dilimli dairesel, çokgen veya kare formlarında şadırvanlar tasarlanmıştır. Dairesel olan şadırvanlar yekpare taştan ve dilimli şekillerde yapılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Deva Hamamı soyunmalık mekanı şadırvan ve döşemesi

Şekil 12. Paşa Hamamı göbekteşi

**Göbektaşı:** Hamamların sıcaklık mekanını ortasında değişik şekil ve boyutlarda şadırvanlar yer alır. 0,30-0,70 m yüksekliğinde, dairesel, çokgen veya kare formlarında bazalt taşından yapılmıştır. Cehennemlik kanallarında bulunan tuğla veya taş künkler üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 12).

**Kurna:** Anadolu'da hamam mimarisi kurna başında oturulup yıkanılan yapılar şeklinde tasarlanmıştır (Önge 1988). Kurna; hamamlarda yıkanmak amacıyla üzerindeki çeşmeden akan su ile doldurulduktan sonra, taslarla suyun boşaltıldığı mimari elemandır. Diyarbakır hamamlarında dikdörtgen, yarım sekizgen, yarım ve çeyrek daire şeklinde çeşitli form ve boyutlarda taştan yapılan kurnalara rastlanmaktadır. Yıkanma sekilerinin içine gömülü veya yerden yüksekliği kolayca su alınacak biçimde planlanmıştır. Kurnalar 10-15 tas su alabilir (Şekil 13-14).



Şekil 13. Çardaklı Hamam kurna ve süslemesi



Şekil 14. Kadı Hamam onarımlarda yok edilen özgün kurna

**Işıklıklar:** Işıklıklar hamamlarda doğal aydınlatmayı sağlayan elemanlardır. Mekanda önemli bir süsleme aracı olan ışıklıkların gösterdiği biçimler yapının iç tarafından daha fazla algılanan ve hamamlarda en dikkat çeken süsleme elemanlarıdır. Sıcaklık, halvet ve eyvanlarda orta merkezin çevresinde farklı sayılarda dairesel ve grup oluşturan fil gözü (ışıklık) yer alır. Işıklık camları genellikle belirli bir ritimde, dairesel üçlü grup, eşkenar dörtgen, yaprak, üzüm salkımı gibi değişik biçimlerde motifler oluşturarak özgün örtü şekilleri meydana getirmektedir. Işıklıklar büyük kütleye sahip yoğun buharın olduğu hamam yapılarında oluşturdukları biçimlerle yapıya dekoratif bir görünüm vermektedir (Şekil 15-17).





Şekil 15. Çardaklı Hamamı sıcaklık mekanı ışık tavanı

Şekil 16. Vahap Ağa Hamamı ılıklik mekanı ışık motifi

Şekil 17. Deva Hamamı halvet mekanı ışıklığı

## SONUÇ

Hamamlarda benzer kurguların olduğu düşünülse de, iç mekanda zengin dekorasyon öğeleri yapıların benzerlik içinde farklılaşmasını sağlar. Fonksiyonları gereği dışa kapalı olan hamamlar kapı, pencere, kubbe ve fenerleri ile dışarıdan algılanırlar. Hamamlarda sıcak hava ve nemden dolayı süsleme kubbe geçiş elemanlarında ve ışıklıklarda yoğunlaşır. Kubbeye geçişlerde kullanılan tromp, pendentif ve üçgenlerde farklı düzenlemeler ve bunların yüzeyindeki taş ve alçı mukarnas süslemeler ilk göze çarpan elemanlardır. Diyarbakır Hamam'larında giriş kapısı, pencere sövesi, döşeme, şadırvan, havuz, kurna ve duvarlarda taş ve alçı süsleme unsurları yer almaktadır. Son yıllarda yapılan onarım ve yok olan hamamların günümüze ulaşanlara nispetten daha fazla olması, Diyarbakır hamamlarında süsleme elemanın çeşitliliği ile ilgili sınırlı bilgilere ulaşılmaktadır.

Kentte hamamların özgün biçimde kullanılmaması veya farklı amaçlarla işlevlendirilmesi eskime ve müdahaleden kaynaklı değişimlere, özgün özelliklerinin kaybolmasına neden olmaktadır. Kamu ve özel mülkiyette ait olan hamamlar uzun yıllar terk edilmesi ve onarımların bilinçsizce yapılmasından dolayı özgün süsleme elemanlarında kayıplar görülür. Hamamlarda görülen süsleme elemanlarının mekan ile birlikte korunmaları geleceğe aktarılması sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

Aslanapa, O., 1986, "Osmanlı Devri Mimarisi", İnkılâp Kitabevi, İstanbul, s. 258.

Dağtekin, E. 2017, "Geleneksel Diyarbakır Hamamları Katalogu", Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, 367

Erat, B., 1997, "Anadolu'da 14.Yüzyıl Türk Hamam Mimarisi", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. S. 64-74.



- Ertuğrul A.D., 2009, “*Hamam Yapıları Ve Literatürü*”. Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi, Cilt 7, Say: 13, 241-266, sy 249
- Işın, E., 1990, “*Türk Hamamları Tarihçesi*”, Dekorasyon Dergisi, İstanbul, 110-111.
- Klinghardt, K., 1927. “*Türkische Bader*”, Julices Hoffmann, Stuttgart.
- Kuban D., 1977, “*100 Soruda Türkiye Sanatı Tarihi*”, 7. Baskı, İstanbul: Gerçek Yayınevi, s. 198.
- Kula Say S., 2017, “*Erken Dönem Osmanlı Hamamlarında Eğrisel Örtüye Geçiş Sistemleri*”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ödekan, A., 2002, “*Mimarlık ve Sanat Tarihi*”, Türkiye Tarihi 2 Osmanlı Devleti 1300-1600, Cem Yayınevi, İstanbul, s. 273-402,
- Önge, Y., 1971, “*Külliyelerimizin Yıkılan Hamamları*”, Önasya, Yıl:6 Cilt:6 Sayı:65, s.11
- Önge, Y., 1979, “*Eski Türk Hamamlarında Aydınlatma*”, Vakıflar Dergisi, Ankara, 12:121-135
- Önge, Y., 1988, “*Anadolu Türk Hamamları Hakkında Genel Bilgiler Ve Mimar Koca Sinan’ın İnşa Ettiği Hamamlar*”, Mimarbaşı Koca Sinan Yaşadığı Çağ Ve Eserleri, Cilt I, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, s. 403-428.s.419
- Önge, Y., 1995, “*Anadolu’da XII.-XIII. Yüzyıl Türk Hamamları*”, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Naumann R., 1971, “*Architektur Kleinasiens*”, s.190-203
- Necipoglu, N., 1999, “*Bizans İstanbul’u*”, İstanbul’un Dört Çağı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, s. 24.
- Yegül F K., 2009, “*Anadolu Su Kültürü: Türk Hamamları Ve Yıkanma Geleneğinin Kökleri Ve Geleceği*”, Anadolu / Anatolia sayı:35, s. 99-118, s. 105.

DIYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019

**DİYARBAKIR MELİK AHMET PAŞA HAMAMI RESTİTÜSYON YORUMU****Emine EKİNCİ DAĞTEKİN**

Dicle Üniversitesi

**ÖZET**

Diyarbakır kenti tarihi ve arkeolojik araştırmalara göre eski yerleşim alanlarından biridir. Surlarla çevrili kent, topografyaya uygun bir biçimde oluşan, mahalle ve sokaklardan meydana gelmiştir. Cami, kilise, mescit gibi ibadethanelerle, medrese, han ve hamam gibi sosyal yapılar bu doku içerisinde herkesin rahatlıkla ulaşabileceği şekilde inşa edilmiştir.

Diyarbakır'da geleneksel hamamlar kentin Sur İçi olarak adlandırılan tarihi bölgesinde sayıları giderek azalan ve koruma ihtiyacı olan yapı grubudur. 20. Yy başlarında sayıları yirmiyi bulan hamamlardan sadece altısı günümüze ulaşmıştır. Sosyo-ekonomik yapının değişmesi ile yıkanma mekanlarının konut içerisinde çözümü geleneksel hamamların hızla yok olmasına neden olan etmenlerdendir.

Bu çalışma kapsamında incelenen Melik Ahmet Paşa Hamamı son elli yıl içinde fiziksel değişimler ile yok olmaya yüz tutmuş bir yapıdır. Çalışmada, sadece soyunmalık bölümü ile günümüze ulaşan Melik Ahmet Paşa Hamamı'nın korunması ve geleceğe aktarımı amacıyla, mevcut durum, yazılı ve görsel kaynaklar ile kentteki hamam mimarisinden yararlanarak belgelenmesi ve restitüsyon önerisi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Melik Ahmet Paşa Hamamı, Koruma, Restitüsyon.

**GİRİŞ**

İnsanların yıkanma ihtiyaçları sonucunda ortaya çıkan hamamlar gelişen ve değişen yapı grubudur. Kapalı hamam yapılarının en gösterişli yapıldığı dönem Roma Dönemi'dir. Hamam, Roma'da sadece yıkanma yeri değil çeşitli müsabakaların, toplantıların yapıldığı kurumlardı. Anadolu'da ise hamamlar akan su ile temizliğin yapıldığı, sosyal ve eğlence mekanlarıdır. Günümüze ulaşan hamamların büyük kısmı Osmanlı Dönemi'nde farklı boyut ve şemalar ile çeşitlilik gösteren yapılardır.

Sosyo-ekonomik yapının değişmesi ile yıkanma mekanlarının konut içerisinde çözümü geleneksel hamamların hızla yok olmasına neden olmuştur. Yapıldığı dönemin yaşam tarzı ve teknolojisini günümüze aktaran, kültürel miras içinde tarihi, belge, estetik, sembolik, teknolojik ve özgün değerler gibi pek çok değere sahip olan bu yapıların korunması gerekir. Diyarbakır'da kent içinde çok büyük parselleri işgal eden hamamlar, dışarıdan yüksek

soyunmalık kubbesi ve fenerleri ile içerde geniş mekanlarda örtü elemanı olan kubbe ve aydınlatma elemanları ile dikkat çeker (Dağtekin 1999).

Kültürel mirasın korunmasında belgeleme en önemli aşamadır. İlk belgeleme tespit ve tescil için yapılan rapor ve Envanter Fişi'dir. Yapının ilk tespiti rölöve, restitüsyon ve restorasyon çalışmalarında başvurulan birincil kaynaklardır. Rölöve yapıların bir bölü bir ölçekte mevcut durumunun ve sorunlarının aktarıldığı belgeleme çalışmalarından biridir. Yapının ilk halinin tespiti restitüsyon çalışması ile elde edilir. Restitüsyon projesi, yapıdaki eklerin, yok olan ve değişen kısımlar tespit edildiği rölöve analizleri, yazılı, sözlü ve görsel arşivler ve karşılaştırmalı çalışma ile elde edilenlere bağlı olarak yapılır. Restitüsyon projesi hazırlanırken her türlü arşiv belgesi, harita, resim, varsa önceki dönemlerde hazırlanmış rölöve çizimlerinden yararlanır. Restitüsyon restorasyon için veri oluşturduğundan yaralanılan kaynakların güvenilir olması önemlidir. Yeniden yapım, yeniden inşa (Rekonstrüksiyon), ise doğal afetler, yangınlar, savaşlar ve iklimsel nedenlerle tamamen yok olmuş ya da sağlamlaştırma, bütünlüme gibi yöntemlerle yapılması mümkün olmayacak kadar harap olmuş yapıların, restitüsyon çalışmalarına uygun olarak yeniden inşa edilmesidir. Bu yöntem güvenilirliği kesinlik derecesinde olan restitüsyon verilerine göre yapılmalıdır.

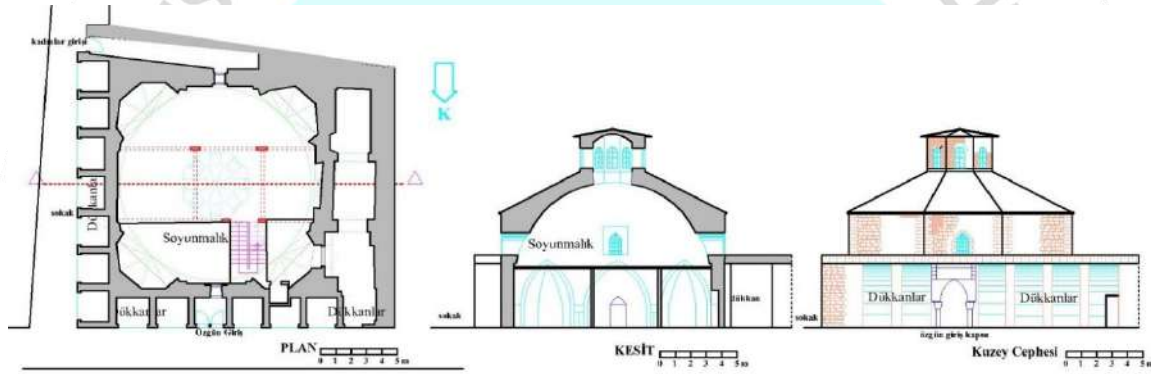
Tarihi geçmişi Çay Önü arkeolojik kazıları ile tarihlenen Diyarbakır zengin bir mimari mirasa sahip kentlerdendir. Surlarla çevrili tarihi kent alanı, Roma döneminden günümüze çok sayıda yapıyı barındırır. Kentin mahalle, ticaret alanı içerisinde ve kent kapılarına yakın çok sayıda hamam yapılmıştır. Diyarbakır'daki hamamlar için Evliya Çelebi; "hamamlar gayet sıcaktır, sayıları çoktur ve aydınlıktır" şeklinde söz eder. Buckingham 1815 yılında, şehirde yirmiden fazla hamam olduğunu bildir ve bunlardan Vahap Ağa, Paşa, Çarşı, Kale, Deva ve As hamamları hakkında bilgiler verir. 1817 yılında William Hevde ise hamamların genellikle siyah mermerden yapıldıklarından, gösterişli ve kullanışlı olduklarını anlatır (Yılmazçelik 1995, Alakaş 2012). Dağtekin, Diyarbakır'a gelen yabancıların şehir yaşamına katılmadan önce kentin sur kapılarının yakınındaki hamamlara uğrayıp temizlendiklerini, bu nedenle şehirde salgın hastalıkların pek görülmediğini belirtir (Dağtekin 2008).

Diyarbakır'da hamamlar, geleneksel hamam mimarinin mekan dizgesi içinde yer alan soğukluk, ılıkılık, sıcaklık, su deposu ve külhan ile ortak mekan özellikleri taşımakla beraber avlu, taşlık mekanları ile farklı mekanlara da sahiptir (Dağtekin 2007). Kentte yüzyıl öncesine kadar sayıları yirmi olan hamamlardan günümüze kısmen veya tamamen altı tanesi ulaşmıştır (Yılmazçelik, 1995). Bunlardan Deva Hamamı, Paşa Hamamı, Kadı Hamamı, Çardaklı Hamamı ve Vahap Ağa Hamamı bütün bölümleriyle; Melek Ahmet Paşa Hamamı sadece

soyunmalık bölümü ile mevcuttur. Bu hamamlardan Çardaklı ve Paşa hamamları Kültür ve Turizm Bakanlığına, Vahap Ağa Hamamı özel şahıs, diğerleri ise Vakıflar Genel Müdürlüğü mülkiyetindedir (Dağtekin 2010)

### DİYARBAKIR MELİK AHMET HAMAMI'NIN BELGELENMESİ

Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Hamamı, kentin valilerinden Melik Ahmet Paşa tarafından 975/1567 – 1568 yılında bir konak ve cami ile birlikte yaptırılmıştır. Hamam, Urfa Kapı yakınında camii için vakfedilmiş bir külliye hamamıdır<sup>9</sup> (Beysanoğlu, 1998). Hamamın Melik Ahmet Caddesi'ne bakan cephesi külliye gelir getirmesi amacı ile küçük dükkanlar ile donatılmıştır. Bu tür bir düzenleme Mardin Kapısı yakınında inşa edilen Deva Hamamında da görülür.



Şekil 1. Melik Ahmet Paşa Hamamı Rölöve Çalışması



Şekil 2. Melik Ahmet Paşa Hamamı dış ve iç görünümü

Melik Ahmet Paşa Hamamı, 1980' li yıllarda soğukluk dışında tüm bölümleri yıkılarak otopark ve ticari alanlara dönüştürülmüştür (Şekil 1-2). Melik Ahmet Paşa Hamamı'nın ilk tespitinin yapıldığı tescil fişi ve süreç içinde çekilen resimler özgün durumu ile ilgili kısmi bilgiler verir.

<sup>9</sup> VGMA. 532 nolu defter, s:60; 530 nolu defter, s: 57; 159 nolu defter, 1024-1030 sıralar



Hamam ilk kez 1958 yılına ait Eski Eser Tescil Fişinde ayrıntılı olarak belgelenmiştir. Diyarbakır Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu'ndan temin edilen ve 8 Ekim 1958 yılına ait olan Eski Eser Tescil Fişinde yapının; 1638-1648 yılında Diyarbakır Beylerbeyi Melik Ahmet Paşa tarafından yapıldığı, kuzey (cadde) ve doğu (sokak) yönleri dükkanlarla çevrili olduğu ifade edilir. Tescil fişinde giriş ve soğukluğu günümüze ulaşan izlerine paralel olarak bilgi verir. “Hamamın asıl kapısı soyunma yerinin kuzeyindedir. Cephesi ince yonu bazalttır. Sivri kemer altında lentoludur. Kemerin ayakları dört köşeli, başlık ve ince, burmalı yalancı birer sütun üstünerdir. Kapının içinde küçük bir kubbeyle örtülü bir giriş holü vardır” şeklinde anlatılmaktadır. İki girişi olan hamamın sokaktan soyunma yerinin güneyine açılan kemerli kapısı kadınlar içindir. Yapının soyunma yerinin üstünü örten kubbeyi yanlarda dört sivri destek kemeri ve köşelerde sivri kemer gerisinde dört tromp taşımaktadır. Kubbenin ortasında sekiz köşeli bir ışık feneri vardır.” (Eski Eser Anıt Fişi 1958, Ek 1) .

Günümüze ulaşamayan ılıklik, sıcaklik, su deposu ve külhan ile ilgili 1967 yılında çekilen resimler (Şekil 3-4) ve Eski Eser Tescil Fişi'nde edinilen bilgiler tespit aşamasının önemini ve gereğini yansıtır. Bu bağlamda yok olan ılıklik ve sıcaklığın özgün planı ile ilgili “ılıklik yanyana üçer kubbe ile birer yarım kubbeden oluşur. Sıcak kısım, yanlarda sivri kemer gerisinde küçük birer kubbe ile örtülü dört eyvan ile köşelerde kubbeli birer hücreden oluşur” şeklinde ifade edilen bilgilere ulaşılır (Eski Eser Anıt Fişi 1958, Ek 1).



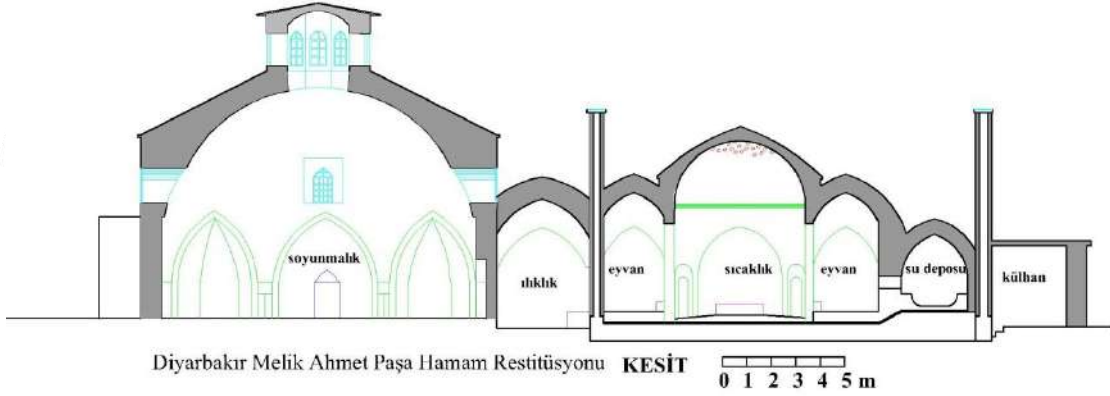
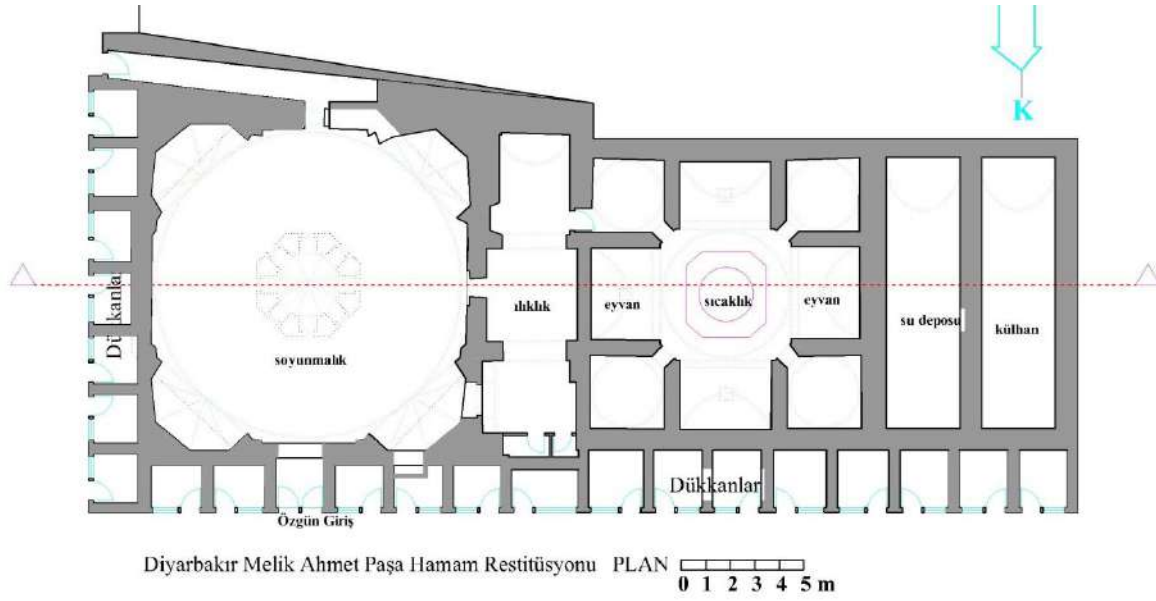
Şekil 3. Melik Ahmet Paşa Hamamı (MEB Arşivi 1967)



Şekil 4. Melik Ahmet Paşa Hamamı (MEB Arşivi 1967)

Moloz ve kesme taşın kullanıldığı yapının Eski Eser Anıt Fişinde verilen yazılı bilgiler ile hamamın genel plan şeması oluşturulabilir. Ancak havuz, şadırvan, niş, döşeme, ışıklık vb. mimari elemanlarla ilgili bir bilginin eksikliği belgelemede mekan ve malzeme kadar mimari elemanlarında detaylı verilmesinin tamamlamada gerekli olduğunu gösterir.

Melik Ahmet Paşa Hamamı'nın Eski Eser Anıt Fişinde elde edilen verileri, kentte inşa edilen diğer hamamların plan tipi ile karşılaştırılarak özgün durumuna en yakın restitüsyon çalışması yapılmıştır. Bu bağlamda Melik Ahmet Paşa Hamamı Deva, Vahap Ağa ve Paşa Hamamı gibi iki girişlidir. Çarşı hamamı olan Vahap Ağa, Deva ve Melik Ahmet Paşa Hamamları'nın cephelerinden biri caddeye diğeri sokağa bakacak şekilde konumlanmıştır. Erkekler yoğunluğun fazla olduğu cadde üzerinden, kadınlar ise sokağa bakan kapıdan hamama girer. Vahap Ağa, Deva, Paşa ve Melik Ahmet Paşa Hamam'larında özgün giriş kapısı kemer içine düz lentolu veya kemerli giriş kapısı şeklinde düzenlenmiştir. Cephe duvarları moloz taş ile yapılmasına rağmen kapılarda düzgün taş kullanılmıştır.



Şekil 5. Melik Ahmet Paşa Hamamı Restitüsyon Çalışması

Melik Ahmet Paşa Hamamı, Çardaklı, Paşa ve Deva Hamamı gibi aynı aks üzerinde yer alan hamamlarla benzer plan özellikleri gösterir. Hamamın günümüze ulaşan kareye yakın, kubbeli ve kubbesi dıştan sekizgen kasağa oturan soyunmalığı Diyarbakır'daki diğer hamamlar ile ortak özellik taşır. Kubbe ortasında, yarım daireli pencerelerin bulunduğu sekizgen fener Kadı Hamamı dışında diğer hamamlar ile benzer (Dağtekin 2017). Dikdörtgen planlı ve üç bölümden oluşan ılıkık; Çardaklı, Deva ve Paşa Hamamı ile dört eyvan ve aralarda dört halvet ile sıcaklık ise Paşa, Vahap Ağa ve Kadı Hamamı ile benzer plan tipine sahiptir.

Hamamlar moloz taş ve aralarda harç kullanılarak düzensiz bir şekilde yapılmıştır. Fenerler ise Melik Ahmet Paşa Hamamı'nda olduğu gibi kargir (tuğla, harç ve ahşap malzeme) veya taş üzeri sıva ile yapılmıştır. Hamam ile ilgili yazılı, görsel kaynaklar ve karşılaştırılmalı çalışmalar sonucu elde edilen verilerle yapı için referans olabilecek bir restitüsyon denemesi

Şekil.5’de şematize edilerek iki boyutlu kroki çizimi yapılmıştır (Şekil 5).

## SONUÇ

Tarihi yapılar ve çevreler günümüze ulaşamayan kültürel ve teknolojik değerlerin aktarıcılarıdır. Tarihi alanlar ve çevreleri evrensel mirası oluşturan ve yerine konulmaz değerler olarak ele alınmalıdır. Topraklarında yer aldıkları devletin, hükümet ve vatandaşları bu mirası korumayı görev saymalıdır” (Ahunbay 2014- “30 Kasım 1976 Nairobi’de alınan UNESCO kararı). Bu bağlamda; Melik Ahmet Paşa Hamamı son elli yıl içinde fiziksel değişimler ile yok olmaya yüz tutmuş bir yapıdır. Hamam sadece soyunmalık bölümü ile günümüze ulaştığından özgün işlevi ile kullanmak için uygun fiziki şartlara sahip değildir. Yapıda bakımsızlık ve zamana bağlı olarak kagir duvarlarda ve üst örtüde bozulmalar, malzeme kayıpları oluşmuştur (Paköz 2018). Yapının yanlış müdahale ve bakımsızlıktan tamamen yok olmasını engelleyecek tedbirler alınmalı, yapının eklentilerin kaldırılarak mekansal bütünlüğü sağlanmalı, özgün malzeme ile onarımı yapılmalıdır.

Bu çalışmada, sadece soyunmalık bölümü ile günümüze ulaşan Melik Ahmet Paşa Hamamı’nın özgün biçiminin yorumlanmasında belgelemenin önemi tespit edilmiştir. Yapının korunması ve geleceğe aktarımı amacıyla, mevcut durum, yazılı ve görsel belgelerle, kentteki hamam mimarisinden yararlanarak yapının özgün biçimine en yakın olabilecek bir restitüsyon çalışması yapılmıştır. Restitüsyon çalışmasının, alan yönetimi ve bilimsel heyetlerle birlikte ortak kararlar çerçevesinde geliştirilmesi, rekonstrüksiyon vb. müdahaleler ile yapının korunmasının tartışılması ve tüm sürecin belgelenmesi yapının gelecek kararlarını belirleyerek kültürel mirasa katkı sunacaktır.

## KAYNAKLAR

- Ahunbay Z., 2014, Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, YEM Yayınları, s.158
- Alakaş A., 2012, “593 Numaralı Şer’iye Sicilline Göre Diyarbakır’ın Sosyal Ve Ekonomik Yapısı (1893–1894)”, Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyon
- Beysanoğlu Ş., 1998, Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi I s 575, 619-620, 642, Ankara.
- Dağtekin E., 1999, “Diyarbakır Çardaklı Hamamı Restorasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dağtekin E., 2007, “Güneydoğu Anadolu Bölgesi Geleneksel Hamam Tipolojisi Ve Buna



Bağlı Koruma Ölçütlerinin Oluşturulması” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dağtekin E., 2008, “Osmanlı Döneminden Günümüze Ulaşan Geleneksel Diyarbakır Mimarisi”, Osmanlı’dan Cumhuriyet’e Diyarbakır, Ed: Bahaeddin Yediyıldız, Kertsin Tomenendal, C. II, Ankara, s.549.

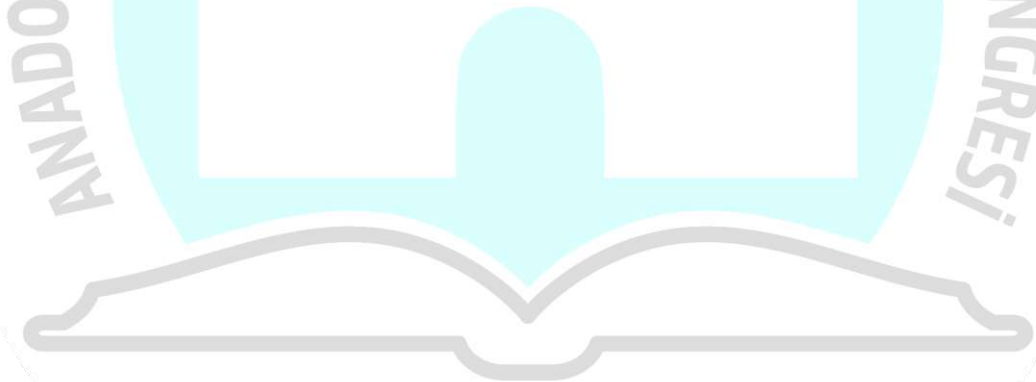
Dağtekin E., 2010, “Eski Diyarbakır’da Hamam Mimarisi ve Hamam Kültürü”, 1. Uluslar arası Nebiller, Sahabiler, Azizler ve Krallar Kenti Diyarbakır Sempozyumu, sy. 473

Dağtekin E., 2017, "Geleneksel Diyarbakır Hamamları Kataloğu", Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, 367

Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu arşivi, 1958, Eski Eser Anıt Fişi.

Paköz A.E., 2019, “Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Hamamı Ve Koruma Sorunları”, Prof. Dr. Zülküf Güneli’ye Armağan, Tasarım&Koruma, Birsen Yayınevi, s.95.

VGMA. 532 nolu defter, s:60; 530 nolu defter, s: 57; 159 nolu defter, 1024-1030 sıralar Yılmazçelik, İ., 995, “XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Diyarbakır (1790-1840) (Fiziki, İdari ve Sosyo-Ekonomik Yapı)”, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara.



DİYARBAKIR  
26-28 NİSAN 2019