

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI
BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ

3- 6 EKİM 2019
ADANA, TÜRKİYE

TAM METİN KİTABI
uygulamalı bilimler

EDİTÖRLER
DR. ÖĞR. ÜYESİ HÜSEYİN ERİŞ
MERVE KIDIRYÜZ

ISBN : 978-605-7811-24-0

ISPEC ULUSLARARASI
YAYINEVİ

TAM METİN KİTABI

**ÇUKUROVA 3. ULUSLARARASI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

3- 6 EKİM 2019

ADANA, TÜRKİYE

EDİTÖRLER

DR. ÖĞR. ÜYESİ HÜSEYİN ERİŞ

MERVE KIDIRYÜZ

ISPECINSTITUTE.ORG

INSTITUTEISPEC@GMAIL.COM

BU KİTABIN TÜM HAKLARI ISPEC ULUSLARARASI YAYINEVİNE AITTİR.
İZİNSİZ KOPYALANAMAZ VE ÇOĞALTILAMAZ.

KİTAPTA BULUNAN ESERLERİN YASAL VE ETİK SORUMLULUĞU YAZARLARA
AITTİR.

ISPEC PUBLICATIONS -2019©

YAYIN TARİHİ 21.10.2019

ISBN: 978-605-7811-24-0

ISPEC ULUSLARARASI YAYINEVİ

ÇUKUROVA 3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

KONGRE BİLGİLERİ

KONGRE ADI

ÇUKUROVA 3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

3-6 Ekim 2019

Adana, Türkiye

DÜZENLEYEN KURUMLAR

ISPEC ULUSLARARASI YAYINEVİ

DÜZENLEME KURULU ÜYELERİ

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK

Doç. Dr. Sehrane KASIMİ

Dr. Botagul TURGUNBAEVA

Dr. Cavit POLAT

SAMIRA KHADHRAOUI

Zhuldyz SAKHI

GENEL KOORDİNATÖR

Merve KIDIRYÜZ

KONGRE DİLLERİ

Türkçe, İngilizce, Rusça, Çince,

Arapça

Sunum Şekli

Sözlü Sunum

ULUSLARARASI KATILIMCILAR (ÖZET KİTABINA BAKINIZ)

Faisal MOHAMEDGREAD (SUDAN) -111.sayfa

Esraa AMER KADHIM (IRAK) -163.sayfa

Galymzhan TAZHIBAYEV (KAZAKİSTAN – 201. sayfa

Rafał OŻAROWSKI (Polonya) -200.sayfa

Самира АГАЕБА (AZERBAYCAN-202. Sayfa

Arshad KHAN (PAKİSTAN) -204. Sayfa

BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Dr. Alma T. AKAJANOVA

Abay Kazak Milli Pedagoji Üniversitesi

Dr. Alia R. MASALİMOVA

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Amanbay MOLDİBAEV

Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Ahmet KULAŞ

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Akmaral S. SYRGAKBAYEVA

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Armağan KONAK

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Anatoliy LOGİNOV

Ukrayna Şevçenko Lugan Milli Üniversitesi

Dr. A.S. KIDİRŞAYEV

Makhambet U. Batı Kazakistan Devlet Üniversitesi

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA

Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Bahıt KULBAEVA

S.Baybeşev Aktobe Üniversitesi

Dr. Bakıt OSPANOVA

H.Ahmet Yesevi Uluslararası Kazak-Türk Üniversitesi

Dr. Bayram BOLAT

Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA

K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. B.K.ZAYADAN

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Caner KARAVİT

Mimar Sinan Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA

Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Dr. D.K.TÖLEGENOVA

Makhambet U. Batı Kazakistan Devlet Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA

Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Dr. Dursun KÖSE

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Elvan YALÇINKAYA

Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Fethi DEMİR

Yüzyüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA

Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Dr. G.I. ERNAZAROVA

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Hikmet DEMİRCİ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. İsaevna URKİMBAEVA

Abılay Han Uluslararası İlişkiler Üniversitesi

Dr. Kalemkas KALİBAEVA

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA

Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. K.A.TLEUBERGENOVA

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Kenjehan MEDEUBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Kenan İLARSLAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Kulaş MAMİROVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mahabbat OSPANBAEVA
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Malik YILMAZ
Atatürk Üniversitesi

Dr. Mavlyanov ABDİGAPPAR
Kırgızistan Elaralık Üniversitesi

Dr. Maira ESİMBOLOVA
Kazakistan Narkhoz Üniversitesi

Dr. Maira MURZAHMEDOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Metin KOPAR
Adıyaman Üniversitesi

Dr. Mustafa METE
Gaziantep Üniversitesi

Dr. Mustafa TALAS
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Mustafa ÜNAL
Erciyes Üniversitesi

Dr. Han Nadejda
E.A. Buketov Karaganda Devlet Üniversitesi

Dr. Osman Kubilay GÜL
Cumhuriyet Üniversitesi

Dr. P.S. PANKOV

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Rustem KOZBAGAROV

M. Tınışbayev Kazak Araç ve İletişim Akademisi

Dr. Sarash KONYRBAEVA

Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Salima N. KAİRJANOVA

Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Dr. Şara MAJITAYEVA

E.A. Buketov Karaganda Devlet Üniversitesi

Dr. Vecihi SÖNMEZ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Vera ABRAMENKOVA

Rusya Aile ve Eğitim Çalışmaları Enstitüsü

Dr. Yang ZİTONG

Wuhan Üniversitesi

Dr. Zeynullina AYMAN

S. Toraygırov Pavlodar Devlet Üniversitesi

Dr. Zharkyn BALTABAEVA

Abay Kazak Milli Pedagoji Üniversitesi

Dr. Zongxian FENG

Xi'an Jiatong Üniversitesi

FOTOĞRAF GALERİSİ







ÇUKUROVA

3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

3-6 Ekim 2019
ADANA, TÜRKİYE

Kongre Yeri: BÜYÜK SÜRMELİ OTEL

Adres: Kuruköprü Mahallesi, Sefa Özler Cd. No:49, 01060 Seyhan/Adana

Phone: (0322) 352 36 00

Katılımcı Ülkeler: Türkiye, Irak, Azerbaycan, Kazakistan, Polonya, Pakistan

NOTLAR:

- Kayıt masası kongre süresince 09:00 – 17:00 saatleri arasında hizmet verecektir.
- Kaydınızı oturum saatinizden en geç yarım saat öncesine kadar yaptırabilirsiniz
- Sunum sıralaması, ara verilmesi ve oturuma ilişkin tüm hususlarda **oturum başkanları tam yetkilidir.**
- Katılım belgeleri oturum sonunda oturum başkanı tarafından verilecektir
- Kongre programında yer ve saat değişikliği **gibi talepler dikkate alınmayacaktır**
- Programda herhangi bir eksiklik/yazım hatası olduğunu düşünüyorsanız lütfen en kısa sürede e-mail ile bilgilendirme yapınız
- Katılım belgelerindeki yazar isimleri ve bildiri isimleri programdaki gibi basılacaktır

PROGRAM AKIŞI

03.10-04.10.2019- ÜCRETSİZ AKADEMİK HAKEMLİK KURSU

05.10.2019- KAYIT VE SUNUMLAR

05.10.2019

Oturum-1, Salon-1 Saat: 09:00 – 11:00	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi ASLI ABDULVAHITOĞLU
Doç. Dr. Mustafa KILIÇ	FARKLI GİRİŞ SICAKLIKLARINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKADA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN SAYISAL İNCELENMESİ
Doç. Dr. Mustafa KILIÇ	FARKLI PARÇACIK ÇAPINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Erkan DÖNER	UNDERSTANDING THE REQUIREMENTS OF INNOVATION APPLICATIONS BY STRATEGIC ANALYSIS TOOLS: AN EXPLANATORY STUDY ON GLOBAL AUTOMOTIVE INDUSTRY
Dr. Öğr. Üyesi ASLI ABDULVAHITOĞLU ALI KANDEMİR	CFD ANALYSIS AND THERMAL PERFORMANCE INVESTIGATION OF THE RADIATOR BY USING DIFFERENT COOLANTS
Dr. Öğr. Üyesi ASLI ABDULVAHITOĞLU Duygu Durdu KOÇ	FARKLI KAYNAKLARDAN ÜRETİLMİŞ BİYODİZEL KARIŞIMLARININ EKSOZ EMİSYON DEĞERLERİNE GENEL BİR BAKIŞ
Arş. Gör. Volkan KORKUT Arş. Gör. Alper BURGAÇ Arş. Gör. Hürrem AKBIYIK Prof. Dr. Hakan YAVUZ	3D YAZICILARDA ÇİZGİ KALINLIĞI-AKIŞ ORANI İLİŞKİSİNİN BASKI SÜRESİ VE KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Arş. Gör. Volkan KORKUT Arş. Gör. Hürrem AKBIYIK Arş. Gör. Alper BURGAÇ Prof. Dr. Hakan YAVUZ	3 BOYUTLU YAZICILARDAKİ FARKLI HAREKET MEKANİZMALARININ PARÇA YÜZEY KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN GÖRSEL İNCELEMESİ
Arş. Gör. Yüksel ERASLAN	AN INVESTIGATION ON AIRCRAFT WING IN GROUND EFFECT
Dr. Hasan YILDIZHAN	SERA ISITMA AMACIYLA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN MAKSİMUM YARARLANMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA

05.10.2019

Oturum-1, Salon-2 Saat: 09:00 – 11:00	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Emel Kilit DOĞAN
Arş. Gör. Zeynel Baran YILDIRIM	BETON TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARINDA YÜZEY YANIT YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI
Arş. Gör. Zeynel Baran YILDIRIM	ASFALT BETONUNDA ATIK LASTİK VE CAM ELYAF İLAVESİNİN OPTİMİZASYONUNDA BOX-BEHNKEN TASARIMI VE MERKEZİ KOMPOZİT TASARIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ	FLAKS MALZEMELERİNİN DEMİR ÜRETİM PERFORMANSINA ETKİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ	ELEKTRİK ARK FIRIN CURUFU VE OLİVİN MALZEMESİNİN KİLLİ ZEMİNLER ÜZERİNDE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ	ELEKTİRİK ARK FIRIN (EAF) CURUFU İLE KİLLİ ZEMİNLERİN İYİLEŞTİRİLMESİ
Çevre Müh. Dilara DEMİR Doç. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL	DÖKÜM İŞLERİNDE İŞ KAZALARI İSTATİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ
Çevre Müh. Dilara DEMİR Doç. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL	DÖKÜM İŞLERİNDE MESLEK HASTALIKLARININ YILLARA GÖRE DAĞILIMININ İNCELENMESİ
Çevre Müh. Dilara DEMİR Doç. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL	KAYNAK İŞLERİNDE RİSK GÖZLEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Emel Kilit DOĞAN Doç. Dr. Sinem Erden GÜLEBAĞLAN	AB INITIO YÖNTEMLERLE AsPpT KRİSTALİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Emel Kilit DOĞAN Doç. Dr. Sinem Erden GÜLEBAĞLAN	SiRh KÜBİK KRİSTALİNİN YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNİN FARKLI BASINÇLAR ALTINDA YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE İNCELENMESİ
Doç. Dr. Emel Kilit DOĞAN	YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE SrSiP KRİSTALİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

05.10.2019

Oturum-1, Salon-3 Saat: 09:00 – 11:00	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Şafak KAYPAK
Dr. Vedia AKANSU Yüksek Mimar Öğr. Gör. Ümran DUMAN	KENT MEKANLARINA GETİRİLECEK YENİ DÜZENLEME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİNDE PORTEKİZ ÖRNEĞİNİN KIBRIS KAPALI MARAŞ BÖLGESİNE UYARLANMASI
Yüksek Mimar Öğr. Gör. Ümran DUMAN Dr. Vedia AKANSU	EVRENSEL TASARIM KAVRAMI BAKIŞ AÇISI İLE YAT LİMANLARI KULLANICI MEMNUNİYETİNİN ARAŞTIRILMASI: GİRNE ANTİK YAT LİMANI ÖRNEĞİ
Arş. Gör. Dr. Gözde UZGİDİM	KARADENİZ EREĞLİ MÜZESİ ENVANTERİNE KAYITLI KİLİMLER
Arş. Gör. Rukiye Gizem ÖZTAŞ Doç. Dr. Burcu H. ÖZÜDURU Prof. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY	DİJİTAL BÖLÜNME ÇERÇEVESİNDE BİLGİ TOPLUMUNA DÖNÜŞÜM SÜRECİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Prof. Dr. Şafak KAYPAK	KAMU YARARI AÇISINDAN KENTSEL ÇEVREYE BAKIŞ
Prof. Dr. Şafak KAYPAK	EKO-POLİTİKA VE EKO-KENTLER
Veysel ÖZBEY	UNESCO DÜNYA MİRASI GEÇİCİ LİSTELERİNDE YİĞİLMALAR VE TÜRKİYE GEÇİCİ LİSTESİ İÇİN ÖNERİLER
Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN Öğr. Gör. D. Merve ÇETİNKAYA SÖNMEZ	GELENEKSEL KAYSERİ KONUTLARININ ÇEVRE VE KENT ESTETİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Öğr. Gör. D. Merve ÇETİNKAYA SÖNMEZ Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN	GELENEKSEL ANADOLU YERLEŞMELERİ, KENT KİMLİĞİ, YER İMGELERİ VE ESTETİK
Öğr. Gör. D. Merve ÇETİNKAYA SÖNMEZ Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN	TARİHİ SÜRECİ İÇİNDE MEYDANLARIN GELİŞİMİ VE ÇAĞDAŞ KENTSEL TASARIMDA MEYDANLAR

05.10.2019

Oturum-2, Salon-1 Saat: 11:00 – 13:00	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Neslihan COŞKUN KARADAĞ
Murat BAYRAKTAR	KÜRESEL ORTA SINIF'TA GELİŞMELER
Murat BAYRAKTAR	ÇOK ULUSLU ŞİRKETLER VE KÜRESEL ETKİLERİ
Arş. Gör. Halil KARLI Doç. Dr. Hatice AYDIN	BÜTÜNCÜL KANAL MÜŞTERİLERİNİN SATIN ALMA NİYETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN CİNSİYETE GÖRE FARKLILAŞMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Arş. Gör. Halil KARLI Doç. Dr. Hatice AYDIN Arş. Gör. Rukiye Gizem ÖZTAŞ	AKILLI KENTLERİN KENTSEL LOJİSTİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Doç. Dr. İhsan Erdem SOFRACI	BÜYÜK MÜBADELE VE EKONOMİYE OLAN ETKİLERİ
Doç. Dr. İhsan Erdem SOFRACI	SEÇİLMİŞ ÜLKE ÖRNEKLERİ BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARINA BİR BAKIŞ
Doç. Dr. Neslihan COŞKUN KARADAĞ	VERGİ AFLARININ İDARENİN VE YARGININ İŞ YÜKÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Neslihan COŞKUN KARADAĞ	VERGİ ALGISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN MÜKELLEFLERİN VERGİYE GÖNÜLLÜ UYUMU BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ
Elif Asena TANRIVERDİ Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN	SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANILMASI: CEYHAN HAVZASI ÖRNEĞİ
Maide DEMİRBAŞ Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN	KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YEREL ETKİLERİ: ADANA

05.10.2019

Oturum-2, Salon-2 Saat: 11:00 – 13:00	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Mehmet ALTINÖZ
Doç. Dr. Mehmet ALTINÖZ Öğr. Gör. Dr. Demet ÇAKIROĞLU	İNSAN KAYNAKLARINI GÜÇLENDİRMENİN İŞGÖRENLERİN BAŞARI GÜDÜSÜNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME
Şule YENİ Sevim Ezgi İSLAH Prof. Dr. Mehmet CİHANGİR	X, Y VE Z KUŞAKLARININ TASARRUF VE YATIRIM EĞİLİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK ANKETE DAYALI BİR DEĞERLENDİRME
Şule YENİ Sevim Ezgi İSLAH Prof. Dr. Mehmet CİHANGİR	OSMANİYE İLİNDE SERBEST MUHASEBECİ MALİ MÜŞAVİRLERİN İSLAMİ FİNANS OKURYAZARLIĞININ SAPTANMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME
Şule YENİ Prof. Dr. Mehmet CİHANGİR	TÜRKİYE’DE DÖVİZ KURU, SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİ, FAİZ VE ENFLASYON ORANLARININ PARA ARZI İLE BAĞLANTISI: 2006-2016
Dr. Öğr. Üyesi Servet ÖNAL Öğr. Gör. İsa KILIÇ	ÖNLİSANS ÖĞRENCİLERİNİN STAJ EĞİTİMİ SONRASINDA MESLEKİ YETERLİLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Dr. Öğr. Üyesi Servet ÖNAL Öğr. Gör. İsa KILIÇ	BORSA İSTANBUL’DA FAALİYET GÖSTEREN İŞLETMELERİN DENETİM RAPORLARINDA TESPİT EDİLEN RİSK FAKTÖRLERİ BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Doç. Dr. Mehmet Ünsal MEMİŞ	İŞLETMELERDEKİ DENETİM KOMİTELERİNİN YASAL ÇERÇEVESİ, İŞLEVLERİ VE SORUMLULUKLARI
Doç. Dr. Mehmet Ünsal MEMİŞ	FİNANSAL TABLOLARDAKİ KAZANÇ YÖNETİMİ UYGULAMALARININ TESPİTİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER
Dr. Uğur ERDOĞAN	WHY AIRBUS A380 FAILED: A STRATEGIC ANALYSIS

05.10.2019

Oturum-2, Salon-3 Saat: 11:00 – 13:00	Oturum Başkanı : Dr. Öğr. Üyesi Nükhet ELTUT KALENDER
Öğrt. Oğuzhan KOSALI Öğrt. Başak KOSALI	EĞİTİMDE YENİ BİR YAKLAŞIM: “MESLEKİ BECERİ EĞİTİMİNDE ZİHİN HARİTALARI VE SANATSAL FAALİYETLERİN BİRLEŞTİRİLMESİ”
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ŞANLI Dr. Öğr. Üyesi Pınar ERDOĞAN	ÖĞRENCİLERİN GELİŞMELERİ KAÇIRMA KORKUSU DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ŞANLI Dr. Öğr. Üyesi Pınar ERDOĞAN	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA KULLANIMINA İLİŞKİN TUTUMLARINI FARKLILAŞTIRAN ETKENLER
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır GÜLBAHAR	ALGILANAN YÖNETİCİ DESTEĞİNİN ÖĞRETMENLERİN OKUL ETKİLİLİĞİ ALGISI, İŞE ANGAJE OLMA, İŞ DOYUMU VE ÖRGÜTSEL SİNİZM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Hacer YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi Yasin Mahmut YAKAR	TUNCCEL ALTINKÖPRÜ’NÜN “SERÜVEN PEŞİNDE” DİZİSİNDE YER ALAN EĞİTSEL İLETİLER
Dr. Öğr. Üyesi Ezlam SUSAM Doç. Dr. Ramazan ÖZBEK	PEDAGOJİK FORMASYON EĞİTİMİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YANSITICI DÜŞÜNME BECERİLERİNE YÖNELİK DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (MALATYA İLİ ÖRNEĞİ)
Gülnihal AŞCI	DİVAN ŞİİRİNDE TOPRAK BURÇLARI
Dr. Öğr. Üyesi Ezlam SUSAM Doç. Dr. Ramazan ÖZBEK	ÖĞRETİM İLKE VE YÖNTEMLERİ DERSİNİN PEDAGOJİK FORMASYON EĞİTİMİ ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRETİMİ PLANLAYABİLME YETERLİKLERİNE KATKISI
Gülnevil AŞCI	XVIII. YÜZYIL DİVAN ŞİİRİNDE PERİ VE PERİYLE İLGİLİ İNANIŞLAR
Dr. Öğr. Üyesi Nükhet ELTUT KALENDER	V.V. MAYAKOVSKİY’NİN “İYİ NEDİR VE KÖTÜ NEDİR?” ADLI ŞİİRİNDE METNE BAĞLI KARŞIT ANLAMLI SÖZCÜKLERİN ANALİZİ
Doç. Dr. Ramazan ÖZBEK Dr. Öğr. Üyesi Ezlam SUSAM	ÖĞRETİM İLKE VE YÖNTEMLERİ DERSİNİN PEDAGOJİK FORMASYON EĞİTİMİ ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİ UYGULAYABİLME YETERLİKLERİNE KATKISI
Dr. Öğr. Üyesi Belde AKA	FITNAT HANIM’IN GAZELLERİNDE BİR GÜZELLİK UNSURU OLARAK “HATT”

05.10.2019

Oturum-3, Salon-1 Saat: 13:00 – 15:00	Oturum Başkanı: Adnan ABDULVAHİTOĞLU
Alban Exauce Mouandza Mbougou	FIRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORLARINDA KONTROL YÖNTEMLERİ VE UYGULAMASI
Öğr. Gör. Dr. Çağlar CENGİZLER	KONDİLOMATOZ VAKALARININ ALIŞKANLIĞA VE DEMOGRAFİYE BAĞLI ÖZELLİKLERLE BAĞINTISININ KÜME NİTELEME VE ETRAFLI SINAMA YAKLAŞIMLARINA DAYANARAK İNCELENMESİ
Dr. Necmi YARBAŞI Dr. Ekrem KALKAN	MODIFICATION OF SANDY SOILS BY USING WASTE OF PLASTIC BOTTLES
Dr. Necmi YARBAŞI Dr. Ekrem KALKAN	STABILIZATION OF GRAINED SOILS BY USING WASTES OF OLTU STONE
Faisal MOHAMEDGREAD Dr. Necmi YARBAŞI Dr. Ekrem KALKAN	USE OF CIGARETTE BUTTS WASTES FOR MODIFICATION OF CLAYEY SOILS
Adnan ABDULVAHİTOĞLU Dr. İrfan MACİT Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU	JANDARMA KARAKOLLARININ KURULUŞ YERLERİNİN SEÇİMİNDE UYGULANACAK MATEMATİKSEL MODEL; ÇOK KRİTERLİ STRATEJİK KARAR VERME YÖNTEMİ
Adnan ABDULVAHİTOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Aslı ABDULVAHİTOĞLU	MÜHENDİSLİK ALANLARINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNİN KULLANIMI: MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ Y.LİSANS ÖĞRENCİSİ SEÇİMİNDE BİR UYGULAMA
Ahmet EKMEN Dr. Ekrem KALKAN	USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS: A CASE STUDY IN THE ŞANLIURFA, SE TURKEY
Ahmet EKMEN Dr. Ekrem KALKAN	GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND ITS USE ON EARTH SCIENCES APPLICATIONS

05.10.2019

Oturum-3, Salon-2 Saat: 13:00 – 15:00	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Hakkı ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Ali İPEK	TİFLİS’TE SEYYİD AİLELER
Prof. Dr. Ali SARIKOYUNCU Uzm. Burak Can UĞURLUAY	MİLLÎ MÜCADELE’DE ÇUKUROVA VE ÇUKUROVALI KADINLAR
Dr. Öğr. Üyesi Vedat KANAT	OSMANLI DEVLETİ’NİN BARIŞÇI DIŞ POLİTİKASINDA DEĞİŞİM YARATAN SÜREÇ: LEHİSTAN’IN İŞGALİ
Dr. Öğr. Gör. Mehabe ŞAHBAZ	ESKİ TÜRKLERDE KONARGÖÇER HAYAT TARZININ TÜRK KÜLTÜRÜNE ETKİLERİ
Dr. Öğr. Gör. Mehabe ŞAHBAZ	İSLAMİYET ÖNCESİ TÜRK İNANISLARINDA FAL VE BÜYÜCÜLÜK
Doç. Dr. Sami KILINÇLI	ESBÂB-I NÜZÜL RİVAYETLERİNİN TEFSİR YORUMLARINA ETKİSİ -ENFAL SÜRESİ 55-58. AYETLER BAĞLAMINDA-
Doç. Dr. Sami KILINÇLI	TEFSİR RİVAYETLERİNİN EKSİK DEĞERLENDİRİLMESİNİN ULÜMU’L-KUR’ÂN BAŞLIKLARINA ETKİSİ -HÜKMÜ ve NÜZÜLÜ TEHİR EDİLEN AYETLER ÖRNEĞİNDE-
Doç. Dr. Hakkı ÇİFTÇİ	ULUSLARARASI REKABET AÇISINDAN YENİLİKÇİLİK
Doç. Dr. Hakkı ÇİFTÇİ	KÜRESEL REKABET GÜCÜNÜ ARTTIRMAK İÇİN FAKTÖR SÜRÜŞLÜ EKONOMİLER
Doç. Dr. Hakkı ÇİFTÇİ	TÜRKİYE’NİN ULUSLARARASI REKABET GÜCÜNÜ ETKİNLİĞİNİ ARTTIRICI FAKTÖRLER

05.10.2019

Oturum-3, Salon-3 Saat: 13:00 – 15:00	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Esin BASIM
Prof. Dr. Özdal GÖKDAL	KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE “TEKE ETKİSİ”NİN KULLANIM OLANAKLARI
Mehmet SARAÇOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Selahaddin KİRAZ Doç. Dr. Seyrani KONCAGÜL	SÜT SİĞİRLARINDA KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUS (QTL) GENETİK
Kander KOÇ	GIDA ÜRETİMDE ALTERNATİF BİR ÜRÜN: İSTİRİDYE (PLEUROTUS OSTREATUS) MANTARI
Mehmet SARAÇOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Selahaddin KİRAZ	KARAKAŞ KOYUNLARINDA B-LAKTOGLOBULİN GEN POLİMORFİZMİ
Arş. Gör. Aybüke KAYA Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ	PRIMING UYGULAMALARININ TUZLU TOPRAKLARDA MISIR TOHUMLARININ ÇİMLENME GÜCÜ VE KLOROFİL İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ
Arş. Gör. Aybüke KAYA Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK	AMİK OVASINDA MISIR ÜRETEK İŞLETMELERİN SOSYO-EKONOMİK YAPISI
Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM	YEMEKLİK KÜLTÜR MANTARLARINDA (Agaricus bisporus (J.E.Lange) Imbach) FUNGAL HASTALIKLARA KARŞI OXIVIR PLUS’ IN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Prof. Dr. Esin BASIM	BAZI KİMYASALLARIN DOMATES TOHUM UYGULAMALARINDA DOMATES BAKTERİYEL SOLGUNLUK VE KANSER HASTALIK ETMENİ Clavibacter michiganensis sub sp. michiganensis ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Prof. Dr. Esin BASIM	OXIVIR PLUS’ IN ÇİLEK ÜRETİMİNDE HASAD SONRASI KALINTI POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI
Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM	DOMATES KURŞUNİ KÜF HASTALIK ETMENİ Botrytis cinerae’ YA KARŞI KİMYASAL MÜCADELE OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI

05.10.2019

Oturum-4, Salon-1 Saat: 15:00 – 17:00	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Esra GÖV
Gökay Gizem GÜRAN Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ Prof. Dr. Aytunç ATEŞ	RADYOLOJİK BİR KBRN TEHDİDİ SENARYOSUNUN GETİRDİĞİ RİSK YÖNETİMİ VE KRİZ YÖNETİMİ
Uzm. Dr. Sevgi KESİCİ Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRCİ Dr. Öğr. Üyesi Uğur KESİCİ	ANTIMICROBIAL EFFECTS OF FENTANYL AND BUPIVACAINE
Dr. Volkan ATMIŞ Dr. Anıl TANBUROĞLU	DİNAPENİ VE MİNİ-MENTAL SKOR İLİŞKİSİ
Uz. Dr. Kaniye AYDIN Uz. Dr. Zühal ÖZER ŞİMŞEK	KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALIĞI OLAN YOĞUN BAKIM HASTALARINDA ANEMİ PREVALANSI
Arş. Gör. Nurdilan ŞENER Arş. Gör. Filiz ERSÖĞÜTÇÜ	GELİŞİMSEL KALÇA DİSPLAZİSİ VE KADIN SAĞLIĞI
Arş. Gör. Nurdilan ŞENER Arş. Gör. Filiz ERSÖĞÜTÇÜ	DOĞUM KORKUSU VE BRADLEY METODU (EŞİN KOÇLUĞU, HUSBAND-COACHED CHILDBIRTH)
Arş. Gör. Filiz ERSÖĞÜTÇÜ Arş. Gör. Nurdilan ŞENER	ENGELLİLERDE İSTİSMAR
Arş. Gör. Filiz ERSÖĞÜTÇÜ Arş. Gör. Nurdilan ŞENER	PATERNAL BAĞLANMA
Dr. Öğr. Üyesi Esra GÖV	NOVEL CO-EXPRESSED GENE GROUP IN OVARIAN CANCER STEM CELLS
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERİŞ Öğr. Gör. Sinem BARUT	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YALNIZLIK DUYGULARININ TÜKENMİŞLİK DÜZEYLERİNE ETKİSİ

05.10.2019

Oturum-4, Salon-2 Saat: 15:00 – 17:00	Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA
Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI	INVESTIGATION OF THE USE OF WASTE SLUDGE FROM YOZGAT DRINKING WATER TREATMENT PLANT AS AN ADSORBENT FOR A CATIONIC DYE MALACHITE GREEN
Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI	ADSORPTION OF REACTIVE RED 45 FROM AQUEOUS SOLUTION BY WATERMELON SEED HUSK
Dr. Öğr. Üyesi Saadet Pınar ÖZALP Dr. Öğr. Üyesi Benay TUNÇSOY Yağmur MEŞE Ayşe KARA	CU, ZN ve KARIŞIMLARININ GALLERIA MELLONELLA (L.) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE) LARVALARINDA SİTOKROM P450 ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ
Dr. Mustafa TUNÇSOY	BAKIR OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN Clarias gariepinus'DA SERUM ELEKTROLİT DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ
Esraa Amer Kadhim Saadiyah A. Dhahir Muna S. Sando	NEW DIAZ COUPLING REACTION ,CLOUD POINT EXTRACTION SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF SULPHADIMIDINE SODIUM IN PURE FORM AND PHARMACETICAL PREPARATION WITH SALICYLIC ACID AS THE COUPLING REACTION
Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA Doç. Dr. Bekir Cihad BAL Prof. Dr. Sırrı ŞAHİN	TURUNÇ ODUNUNDA ISI İLETKENLİK DEĞERİ, STATİK SERTLİK VE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ
Prof. Dr. Sırrı ŞAHİN Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA Doç. Dr. Bekir Cihad BAL	KARABİBER AĞAÇ TÜRÜNDE BAZI ODUN-SU İLİŞKİLERİNİN VE ISI İLETKENLİK ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA Doç. Dr. Bekir Cihad BAL	AMERİKAN CEVİZ ODUNUNDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ, JANKA SERTLİK DEĞERİ VE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

05.10.2019

Oturum-4, Salon-3 Saat: 15:00 – 17:00	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Birsen ÇİLEROĞLU
Dr. Öğr. Gör. Şefika TOPALAK Doç. Dr. Tarkan YAZICI	İLKOKUL MÜZİK DERS KİTAPLARINDA YER ALAN DEĞERLER ÜZERİNE BİR İNCELEME (MEB YAYINLARI ÖRNEĞİ)
Doç. Dr. Tarkan YAZICI Dr. Öğr. Gör. Şefika TOPALAK	AKDENİZ BÖLGESİ TÜRKÜLERİNDE KADINA YÖNELİK SÖYLEMLER
Tahir Volkan ASLAN Doç. Dr. Mahmut AÇAK Doç. Dr. Zeki COŞKUNER	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SPORA KATILIM GÜDÜLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ (MERSİN İL ÖRNEĞİ)
Prof. Dr. Birsen ÇİLEROĞLU Öğr. Gör. Handan BARAN	3B YAZICI TEKNOLOJİSİNİN TEKSTİL YÜZEY TASARIMINDA VE VÜCUT ASİMETRİLERİNİN GİDERİLMESİNDE GİYSİ DOLGUSU OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ
Tahir Volkan ASLAN Doç. Dr. Mahmut AÇAK Dr. Öğr. Üyesi Serkan DÜZ	SPORTİF AKTİVİTELERE KATILAN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CESARET DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Prof. Dr. Birsen ÇİLEROĞLU Prof. Dr. Saliha AĞAÇ Öğr. Gör. Handan BARAN	MODANIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ AÇISINDAN KİŞİYE ÖZEL RENK ANALİZİ
Prof. Dr. Hamit COŞKUN Arş. Gör. Öznur GÖÇMEN	ÖNCE SIRADAN SONRA ORJİNAL DÜŞÜNCELERE MARUZ KALMAK YARATICILIĞI DAHA FAZLA ARTIRMAKTADIR: DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA KANITI
Arş. Gör. Öznur GÖÇMEN Prof. Dr. Hamit COŞKUN	BİREYSEL BEYİN FIRTINASINDA PROBLEM TÜRÜNÜN DÜŞÜNCE ÜRETİM PERFORMANSINA ETKİSİ: ESNEKLİĞİN ARACI ROLÜ
Arş. Gör. Öznur GÖÇMEN Prof. Dr. Hamit COŞKUN	ETKİLEŞİM ÇİFTLERİNDE DÜŞÜNME TEKNİKLERİNİN EĞİTİMİ: BEYİN YAZIMINDA YARATICILIK PERFORMANSI
Prof. Dr. Nurgül KILINÇ Arş. Gör. Asuman YILMAZ FİLİZ	İNSAN VÜCUDUNUN DİNAMİK DURUŞLARININ GİYSİ KALIPLARINA ETKİSİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

05.10.2019

Oturum-5, Salon-1 Saat: 17:00 – 19:00	Oturum Başkanı: Öğr. Gör. Can MAVRUK
Arş. Gör. Dr. Özlem AKAY Dr. Öğr. Üyesi İlkey ALTINDAĞ	BULANIK ZAMAN SERİSİ İLE SATIŞ PERFORMANSI TAHMİNİ
Doç. Dr. Gülsen KIRAL Öğr. Gör. Can MAVRUK	SUBJECTIVE EFFECTS OVER HEALTH STATUS
Doç. Dr. Ebru ÖZGÜR GÜLER Ceren BÖRÜBAN	ÜRETİM FAALİYETLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Ebru ÖZGÜR GÜLER Ceren BÖRÜBAN	TIMSS SONUÇLARINA GÖRE KIZ VE ERKEK ÖĞRENCİLERİN MATEMATİK VE FEN BAŞARILARININ KARŞILAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Gülsen KIRAL Merve MAŞA	GENÇLERDE MUTLULUĞUN BELİRLEYİCİLERİ: ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ
Arş. Gör. Dr. Özlem AKAY	AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING OF PANEL DATA: AN APPLICATION TO THE USAGE OF PUBLIC LIBRARY IN TURKEY
Doç. Dr. Ebru ÖZGÜR GÜLER Ceren BÖRÜBAN	GELİR DAĞILIMI VE KÜLTÜREL FAALİYET HARCAMALARI İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Gülsen KIRAL Öğr. Gör. Can MAVRUK	DETERMINANTS OF HIGH INFLATION

05.10.2019

Oturum-5, Salon-2 Saat: 17:00 – 19:00	Oturum Başkanı: Prof. Rafal Ożarowski
Prof. Rafał Ożarowski E. Kwiakowski University of Administration and Business in Gdynia	Iran's role in the Middle East in post-JCPOA time
Galymzhan TAZHIBAYEV KUANISHBEKULY Eurasian National University-Lev Gumilev	KAZAKİTAN'DA GÖRSEL İŞİTSEL MEDYA ÖZGÜRLÜĞÜNÜN HUKUKSAL DAYANAĞINA GENEL BAKIŞ
Самира АГАЕВА	ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ ТОЛУОЛА НА ОБМЕН ГАМК В ТКАНЯХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА ТРЕХ МЕСЯЧНЫХ КРЫС
Öğrt. Yusuf SÖYLEMEZ	ÇOCUĞUN GELİŞİMİNDE RESİM ÇİZMENİN YARATTIĞI OLUMLU ETKİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
Tahsin BOZDAĞ	MALATYADAKİ MÜZELERİN GÖRSEL SANATLAR EĞİTİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Arshad KHAN National University of Modern Languages, Pakistan	Concept of God in “SABA MUALAQAT

İÇİNDEKİLER

KONGRE BİLGİLERİ	i
BİLİM KURULU	ii
FOTOĞRAF GALERİSİ	iii
KONGRE PROGRAMI	iv
İÇİNDEKİLER	v

BİLDİRİ ÖZETLERİ

Mustafa KILIÇ <i>FARKLI GİRİŞ SICAKLIKLARINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKADA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN SAYISAL İNCELENMESİ</i>	1
Mustafa KILIÇ <i>FARKLI PARÇACIK ÇAPINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ</i>	11
Aslı ABDULVAHİTOĞLU & Duygu Durdu KOÇ <i>FARKLI KAYNAKLARDAN ÜRETİLMİŞ BİYODİZEL KARIŞIMLARININ EKSOZ EMİSYON DEĞERLERİNE GENEL BİR BAKIŞ</i>	21
Aslı ABDULVAHİTOĞLU & Ali KANDEMİR <i>CFD ANALYSIS AND THERMAL PERFORMANCE INVESTIGATION OF THE RADIATOR BY USING DIFFERENT COOLANTS</i>	37
Volkan KORKUT & Alper BURGAÇ & Hürrem AKBIYIK & Hakan YAVUZ <i>3D YAZICILARDA ÇİZGİ KALINLIĞI-AKIŞ ORANI İLİŞKİSİNİN BASKI SÜRESİ VE KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ</i>	47
Volkan KORKUT & Hürrem AKBIYIK & Alper BURGAÇ & Hakan YAVUZ <i>3 BOYUTLU YAZICILARDAKİ FARKLI HAREKET MEKANİZMALARININ PARÇA YÜZEY KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN GÖRSEL İNCELEMESİ</i>	56
Yüksel ERASLAN <i>AN INVESTIGATION ON AIRCRAFT WING IN GROUND EFFECT</i>	65
Hasan YILDIZHAN <i>SERA ISITMA AMACIYLA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN MAKSİMUM YARARLANMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA</i>	72
Zeynel Baran YILDIRIM <i>BETON TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARINDA YÜZEY YANIT YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI</i>	84
Zeynel Baran YILDIRIM <i>ASFALT BETONUNDA ATIK LASTİK VE CAM ELYAF İLAVESİNİN OPTİMİZASYONUNDA BOX-BEHNKEN TASARIMI VE MERKEZİ KOMPOZİT TASARIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI</i>	94
Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI & Kemal Tahir ÖNGÜ <i>ELEKTRİK ARK FIRIN CURUFU VE OLİVİN MALZEMESİNİN KİLLİ ZEMİNLER ÜZERİNDE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI</i>	104
Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI & Kemal Tahir ÖNGÜ	113

FLAKS MALZEMELERİNİN DEMİR ÜRETİM PERFORMANSINA ETKİLERİ	
Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI & Kemal Tahir ÖNGÜ ELEKTİRİK ARK FIRIN (EAF) CURUFU İLE KİLLİ ZEMİNLERİN İYİLEŞTİRİLMESİ	126
Dilara DEMİR & N. Filiz Tumen ÖZDİL DÖKÜM İŞLERİNDE İŞ KAZALARI İSTATİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ	134
Dilara DEMİR & N. Filiz Tumen ÖZDİL DÖKÜM İŞLERİNDE MESLEK HASTALIKLARININ YILLARA GÖRE DAĞILIMININ İNCELENMESİ	148
Dilara DEMİR & N. Filiz Tumen ÖZDİL KAYNAK İŞLERİNDE RİSK GÖZLEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	157
Emel KİLİT DOĞAN & Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN AB INITIO YÖNTEMLERLE $AsPPt$ KRİSTALİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	181
Emel KİLİT DOĞAN & Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN $SrRh$ KÜBİK KRİSTALİNİN YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNİN FARKLI BASINÇLAR ALTINDA YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE İNCELENMESİ	190
Emel KİLİT DOĞAN YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE $SrSiPt$ KRİSTALİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	197
Vedia AKANSU & Ümran DUMAN KENT MEKANLARINA GETİRİLECEK YENİ DÜZENLEME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİNDE PORTEKİZ ÖRNEĞİNİN KIBRIS KAPALI MARAŞ BÖLGESİNE UYARLANMASI	204
Ümran DUMAN & Vedia AKANSU EVRENSEL TASARIM KAVRAMI BAKIŞ AÇISI İLE YAT LİMANLARI KULLANICI MEMNUNİYETİNİN ARAŞTIRILMASI: GİRNE ANTİK YAT LİMANI ÖRNEĞİ	226
Gözde UZGİDİM KARADENİZ EREĞLİ MÜZESİ ENVANTERİNE KAYITLI KİLİMLER	244
Rukiye Gizem ÖZTAŞ & Burcu H. ÖZÜDURU & H. Selma ÇELİKİYAY DİJİTAL BÖLÜNME ÇERÇEVESİNDE BİLGİ TOPLUMUNA DÖNÜŞÜM SÜRECİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	253
Alban Exauce Mouandza Mboungou & Mustafa Caner AKÜNER FİRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORLARINDA KONTROL YÖNTEMLERİ VE UYGULAMASI	271
Necmi YARBAŞI & Ekrem KALKAN MODIFICATION OF SANDY SOİLS BY USING WASTE OF PLASTIC BOTTLES	291
Faisal MOHAMEDGREAD & Necmi YARBAŞI & Ekrem KALKAN USE OF CIGARETTE BUTTS WASTES FOR MODIFICATION OF CLAYEY SOİLS	297
Necmi YARBAŞI & Ekrem KALKAN STABILIZATION OF GRAINED SOİLS BY USING WASTES OF OLTU STONE	304
Adnan ABDULVAHİTOĞLU & İrfan MACİT & Melik KOYUNCU	309

JANDARMA KARAKOLLARININ KURULUŞ YERLERİNİN SEÇİMİNDE UYGULANACAK MATEMATİKSEL MODEL; ÇOK KRİTERLİ STRATEJİK KARAR VERME YÖNTEMİ	
Adnan ABDULVAHİTOĞLU & Aşlı ABDULVAHİTOĞLU MÜHENDİSLİK ALANLARINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNİN KULLANIMI: MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ Y.LİSANS ÖĞRENCİSİ SEÇİMİNDE BİR UYGULAMA	325
Ahmet EKMEN & Ekrem KALKAN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND ITS USE ON EARTH SCIENCES APPLICATIONS	339
Ahmet EKMEN & Ekrem KALKAN USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS: A CASE STUDY IN THE ŞANLIURFA, SE TURKEY	345
Özdal GÖKDAL KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE “TEKE ETKİSİ”NİN KULLANIM OLANAKLARI	351
Mehmet SARAÇOĞLU & Selahaddin KİRAZ & Seyrani KONCAGÜL SÜT SİĞİRLARINDA KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUS (QTL) GENETİK	366
Aybüke KAYA & Hüseyin GÖZÜBENLİ PRIMING UYGULAMALARININ TUZLU TOPRAKLARDA MISIR TOHUMLARININ ÇİMLENME GÜCÜ VE KLOROFİL İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ	372
Aybüke KAYA & Dilek BOSTAN BUDAK AMİK OVASINDA MISIR ÜRETEN İŞLETMELERİN SOSYO-EKONOMİK YAPISI	382
Hüseyin BASIM & Esin BASIM INVESTIGATION OF EFFECTIVENESS OF SOME CHEMICALS OF TOMATO SEED APPLICATIONS ON BACTERIAL WILT AND CANCER DISEASE CAUSED BY <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Michiganensis</i>	392
Hüseyin BASIM & Esin BASIM INVESTIGATION OF THE POST-HARVEST RESIDUE POTENTIAL OF OXIVIR PLUS USED IN STRAWBERRY PRODUCTION	396
Esin BASIM & Hüseyin BASIM INVESTIGATION OF THE EFFECT OF OXIVIR PLUS AGAINST FUNGAL DISEASES IN CULTIVATED MUSHROOM (<i>Agaricus bisporus</i> (J.E.Lange) Imbach)	399
Esin BASIM & Hüseyin BASIM INVESTIGATION OF THE CHEMICAL CONTROL OPPORTUNITY AGAINST TOMATO GRAY MOLD DISEASE CAUSED BY <i>Botrytis cinerea</i>	404
Serpil SAVCI ADSORPTION OF REACTIVE RED 45 FROM AQUEOUS SOLUTION BY WATERMELON SEED HUSK	408
Serpil SAVCI INVESTIGATION OF THE USE OF WASTE SLUDGE FROM YOZGAT DRINKING WATER TREATMENT PLANT AS AN ADSORBENT FOR A CATIONIC DYE MALACHITE GREEN	414
Ümit AYATA & Bekir Cihad BAL & Sırrı ŞAHİN	423

TURUNÇ ODUNUNDA ISI İLETKENLİK DEĞERİ, STATİK SERTLİK VE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ	
Sırrı ŞAHİN & Ümit AYATA & Bekir Cihad BAL	
KARABİBER AĞAÇ TÜRÜNDE BAZI ODUN-SU İLİŞKİLERİNİN VE ISI İLETKENLİK ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ	431
Ümit AYATA & Bekir Cihad BAL	
AMERİKAN CEVİZ ODUNUNDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ, JANKA SERTLİK DEĞERİ VE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ	440
Özlem AKAY & İlkay ALTINDAĞ	
BULANIK ZAMAN SERİSİ İLE SATIŞ PERFORMANSI TAHMİNİ	449
Hüseyin ERİŞ & Sinem BARUT	
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YALNIZLIK DUYGULARININ TÜKENMİŞLİK DÜZEYLERİNE ETKİSİ	458-463

**FARKLI GİRİŞ SICAKLIKLARINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN
JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKADA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN
SAYISAL İNCELENMESİ**

NUMERICAL INVESTIGATION OF EFFECT NANOFLUIDS AND INPINGING JETS
ON HEAT TRANSFER FROM A MOVING PLATE WITH DIFFERENT INLET
TEMPERATURE

Doç. Dr. Mustafa KILIÇ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Endüstriyel cihazlar üzerindeki ısı yükleri, gelişen ve gün geçtikçe karmaşıklaşan teknolojilerle birlikte artmaktadır. Bu ısı yüklerinin cihazlara vereceği tahribatı engellemek için ısı transferinin artırılması çözülmesi gereken önemli bir problem haline gelmiştir. Bu çalışma; üzerinde yüksek ısı akısı olan farklı hızlardaki hareketli bir plakadan olan ısı transferinin, nanoakışkanlar kullanılarak iyileştirilmesinin sayısal incelemesini hedeflemiştir. Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarında ($T_{giriş} = 20, 30, 40, 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ve farklı plaka hızlarının ($V_{plaka} = 0, 2, 4, 6 \text{ m/s}$) ısı transferine etkisi sayısal olarak çalışılmıştır. Tüm parametreler için temel akışkan olarak $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ nanoakışkanı kullanılmıştır. Sayısal çalışmada PHOENICS hesaplamalı akışkanlar dinamiği programının k- ϵ türbülans modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; nanoakışkan giriş sıcaklığı artırıldığında yüzey sıcaklığında bir artış olsa da, Nu_{ort} değerinde belirgin bir artış olmadığı belirlenmiştir. Ancak farklı plaka hızlarında ise ortalama Nusselt sayısının genel olarak arttığı belirlenmiştir. Bu artış; plaka hızı ve akışkan hızının aynı yönde olduğu bölgede, karşıt olduğu bölgeye göre daha az belirgin bir şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Çarpma sonrası oluşan duvar jeti bölgesi, plaka ile akışkanın aynı yönde hareket ettiği bölgede belirgin olarak oluşurken, aksi tarafta akışkanda kopmalar oluşmaktadır. Ayrıca sayısal model bazı deneysel sonuçlarla da doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, akışkan giriş sıcaklığı, plaka hızı, nanoparçacık.

ABSTRACT

Heat loads of new industrial devices are increased by developing and more complicated Technologies. Enhancing Heat Transfer to prevent demolition of these devices is a crucial problem to solve. At this study, numerical investigation of heat transfer from a moving plate with different velocity by using nanofluids. Effect of different inlet temperature ($T_{inlet} = 20, 30, 40, 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) and different plate velocity ($V_{plate} = 0, 2, 4, 6 \text{ m/s}$) were studied at this study. $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ nanofluid was used as a base coolant for all parameters. k- ϵ turbulent model of PHOENICS computational fluid dynamics code was used for numerical analysis. It was obtained that increasing inlet temperature causes an increase on surface temperature but not a significant effect on Nu_{avg} . But it was seen that different plate velocities generally cause an increase on Nu_{avg} . This increase can be obtained obviously for plate velocity and fluid

velocity at the same direction according to the opposite direction. Wall jet region occurs for the first application but fluid separation form the surface can be seen for the second one. Numerical model was also verified with some correlation and experimental results of literature.

Keywords: Computational Fluid Dynamics, inlet temperature, plate velocity, nanoparticle.

1. GİRİŞ

Bu çalışma; üzerinde yüksek ısı akısı olan hareketli bir plakadan olan ısı transferinin, farklı parametreler için nanoakışkanlar kullanılarak iyileştirilmesinin sayısal incelemesini hedeflemiştir. Nanoteknoloji ile ilgili çalışmaların bir ürünü olarak ortaya çıkan nanoakışkanlar, 1-100 nm parçacık boyutlarından oluşan metallerin temel bir sıvı içerisinde belli şartlar altında karıştırılmasıyla oluşturulur. Oluşan bu yeni karışımın ısı iletim katsayısı geleneksel ısı transferi akışkanlarına göre oldukça yüksektir. Su, glikol, yağ gibi geleneksel ısı transferi akışkanlarını küçük boyutlu uygulamalarda kullanmak güçtür. Bu sebeple nanoakışkanlar son dönemde geleneksel ısı transferi akışkanlarının yerine kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada ısı transferini arttırmak için kullanılan bir başka yöntem ise çarpan jetlerdir. Çarpan jetler sağladıkları yüksek ısı transfer performansı ile mühendislik, bilim ve sanayinin birçok dalında yaygın bir metot olarak kullanılmaktadır.

Literatürde nanoakışkan ve çarpan jetlerle ilgili ayrı ayrı çalışmalar mevcut olmasına rağmen, iki etkinin birlikte kullanıldığı çok az çalışma mevcuttur.

Umer vd. (2015) çalışmasında; CuO-Su nanoakışkanı kullanarak laminar akış şartlarında sabit ısı akılı bir yüzeyden olan ısı transferini farklı hacimsel oranlarda incelemişlerdir. Sonuç olarak parçacık hacim oranı arttıkça ve Reynolds sayısı arttıkça ısı transfer katsayısının da arttığı, ısı transfer katsayısındaki en yüksek artışın (%61) parçacık hacim oranı %4 ve Reynolds sayısı $Re = 605$ olduğu durumda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Sun vd. (2016) CuO nanoakışkanı kullanılan tek bir çarpan jetin ısı transferine etkisini incelemiştir. Nanoakışkan kullanıldığında yalnızca su kullanılması durumuna göre ısı transferinde önemli bir artış sağlanabildiği, basınç düşüşünde önemli bir değişim olmadığı, dairesel nozul kullanıldığında, kare şekilli nozula göre daha yüksek ısı transfer katsayısı elde edildiği, jet açısı 90° olduğunda en yüksek ısı transferinin elde edildiği belirlenmiştir.

Manca vd. (2016) saf su ve Al_2O_3 -Su nanoakışkanı kullanıldığı durumda, sınırlandırılmış çarpan jetlerin sabit ısı akılı düz bir plakadan olan ısı transferine etkisini incelemiştir. Jet Reynolds sayısı ($Re=100-400$) ve boyutsuz kanal yüksekliği ($H/W=4-10$) çalışmada kullanılan parametrelerdir. Reynolds sayısı ve akışkan içerisindeki parçacık yoğunluğu arttıkça yerel ısı transfer katsayısının ve Nusselt sayısını arttırdığı, ortalama ısı transfer katsayısındaki en yüksek artışın (%36) $H/W=10$ ve nanoakışkan hacim oranlarını $\phi=5\%$ olduğu durumda elde edildiği ifade edilmiştir.

Teamah vd. (2015) Al_2O_3 -Su nanoakışkanının düz bir plakaya çarptırılması ile oluşan ısı transferini sayısal ve deneysel olarak farklı Reynolds sayılarında ($Re=3000-32000$) ve nanoakışkanları farklı hacimsel oranlarında ($\phi=0-10\%$) incelemiştir. Akışkan içindeki nanoparçacıkları artırdıkça, akışkan olarak yalnız suyun kullanıldığı duruma göre yüzeyden olan ısı transferinin arttığı belirlenmiştir. Isı transfer katsayısında % 62 oranında bir artış sağlanabildiği, akışkan olarak CuO-Su kullanıldığı durumda ısı transferinde Al_2O_3 nanoakışkanı kullanılma durumuna göre %8,9 ve TiO_2 nanoakışkanı kullanılma durumuna göre %12 oranında bir artış sağlanabildiği görülmüştür.

Kang vd. (2006) gümüş nanoparçacık ve saf su kullanarak teşkil ettikleri nanaoakışkan ile yaptıkları deneysel çalışmada, 10 nm nanoparçacıklar kullandıklarında saf su kullanımına göre ısı dirençte %50 azalma ve 35 nm çaplı nanoparçacıklar kullandıklarında ısı dirençte % 80 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

Kilic vd. (2016) sabit ısı akıllı düz bir plakanın çarpan akışkan hava jeti yardımı ile soğutulmasını farklı Reynolds sayıları ve boyutsuz kanal yükseklikleri için incelemiştir. Ortalama Nusselt sayısının $Re = 4000-10000$ aralığında % 49.5, $H/D_h = 4-10$ aralığında ise, %17.9 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Shang vd. (2007) çalışmasında Cu-su nanoakışkanı ile kapalı devre titreşimli bir ısı borusunun ısı transferi özelliklerini incelemiştir. Saf su ile karşılaştırıldığında bu nanoakışkanın kullanıldığı durumda sistemin ısı aktarma kapasitesinin %83 oranında artırılabilirdiği görülmüştür.

Chien vd. (2003) düz plaka ısı borusunda nanoakışkan uygulamasını deneysel olarak incelemiştir. Nanoakışkan kullanımı ile ısı dirençte saf su kullanımına göre % 40 azalma sağlanabildiği tespit edilmiştir.

Khudheyer S.M. (2012) çalışmasında, farklı jet genişliklerinde, farklı jet sayısında, farklı kanatçık sayısında ve farklı Reynolds sayısındaki akışlarda ısı transferi incelemiştir. Çalışmada yüzeyler ısıtılıp kanal akışı, jet akışı ve kanatçıklarla soğutulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda girdap oluşum bölgesinin, yerel Nusselt sayısının, türbülans kinetik enerjisinin, jet ve kanatçık genişliğinden, jetler arası mesafeden, kanatçık kalınlığından ve jet Reynolds sayısından büyük ölçüde etkilendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada; kanatçıkların yerlerinin jetlere göre değişiminin ısı transferini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Choo K. ve Kim S. (2010) çalışmalarında, sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış çarpmalı jetlerin ısı transferine etkisini incelemiştir. Çalışma deneysel ve sayısal bir çalışmadır. Akışkan olarak hava ve su kullanılmıştır. Sonuç olarak; sabit pompa gücünde, sınırlandırılmış jet akışının sınırlandırılmamış jet akışı ile benzer performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Kilic M ve H.Ali yaptıkları çalışmada; nanoakışkanlar ve çoklu jetler kullanıldığı durumda ısı transferini ve akış özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak; nanoakışkan hacim oranının $\phi = \%2-4$ aralığında arttırıldığında ortalama Nu sayısının %10,4 arttığı, en iyi performansın Cu-Su nanoakışkan ile elde edildiği ve çoklu jetlerin konumlarının ısı transferinde önemli bir belirleyici olduğunu tespit etmişlerdir.

Literatürdeki mevcut çalışmaların çoğunda nanoakışkan ve çarpan jetlerin ısı transferine etkisi ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu çalışmada ise; literatürden farklı olarak, nanoakışkanlar çarpan jet tekniği ile kullanılmış ve bu durumda oluşan müşterek etkinin hareketli bir plakadan olan ısı transferine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarında ($T_{giriş} = 20, 30, 40, 50$ °C) ve farklı plaka hızlarının ($V_{plaka} = 0, 2, 4, 6$ m/s) ısı transferine etkisi sayısal olarak incelenmiş ve sayısal modelin deneysel sonuçlarla doğrulanması sağlanmıştır.

2.METERYAL VE YÖNTEM

2.1 Matematiksel tanımlar:

Yüzeyden olan ısı transferi iletim, taşınım ve ışıınım ile gerçekleşecektir.

$$Q_{tasnm} = Q_{toplaml} - Q_{iletim} - Q_{ışınım} \quad (1)$$

Yüzeyden konveksiyonla olan ısı transferi;

$$Q_{tasnm} = h.A.\Delta T \quad (2)$$

Burada h ısı taşınım katsayısı, A taşınım yüzey alanı, ΔT ($\Delta T = T_w - T_{ygn}$) ölçülen yüzey sıcaklığı ile akışkan ortalama sıcaklığı arasındaki farktır.

Nusselt sayısı (Nu); taşınım ile olan ısı transferinin iletimle olan ısı transferine oranını gösteren boyutsuz parametredir. Dolayısı ile Nusselt sayısı akışkan tabakalarındaki ısı transferindeki iyileşmeyi gösterir. Yerel Nusselt sayısı lokal olarak meydana gelen ısı transferindeki iyileşmesi, ortalama Nusselt sayısı ise, tüm plak yüzeyindeki ısı transferindeki iyileşmesi gösterir. Nusselt sayısı;

$$Nu = \frac{(Q_{tasnm} \cdot D_h)}{(T_{yüzey} - T_{yigin}) \cdot k_{nf}} \quad (3)$$

Burada T_s ölçülen yüzey sıcaklığı, D_h hidrolik çap ve k_{nf} ise nanoakışkan ısı iletkenlik katsayısıdır.

Reynolds sayısı (Re), zorlanmış taşınım akışın laminar veya türbülanslı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Türbülanslı akışa esas Reynolds sayısı;

$$Re = \frac{(\rho_{nf} \cdot V_{jet} \cdot D_h)}{(\mu_{nf})} \quad (4)$$

Burada ρ_{nf} nanoakışkan yoğunluğu, V_{jet} jet çıkış hızı ve μ_{nf} nanoakışkan dinamik viskozitesidir. Nanoakışkan yoğunluğu ise;

$$\rho_{nf} = (1 - \phi) \cdot \rho_{bf} + \phi \cdot \rho_p \quad (5)$$

Burada ρ_{bf} temel akışkan (su) yoğunluğu, ϕ nanoakışkan hacimsel oranı, ρ_p ise nanoakışkan içerisindeki katı parçacıkların yoğunluğudur. Nanoakışkan hacimsel oranı ise;

$$\phi = \frac{1}{(1/\omega) \cdot (\rho_p - \rho_{bf})} \quad (6)$$

Burada ω nanoakışkan ile temel akışkanın (su) yoğunlukları arasındaki farktır. Nanoakışkan özgül ısı ise;

$$C_{p_{nf}} = \frac{\phi \cdot (\rho \cdot C_p)_p + (1 - \phi) \cdot (\rho \cdot C_p)_f}{(\rho_{nf})} \quad (7)$$

Burada $C_{p(p)}$ parçacığın özgül ısı, $C_{p(f)}$ temel akışkanın özgül ısıdır. Nanoakışkanın ısı iletim katsayısı ise (Corcione, 2011) ;

$$\frac{k_{eff}}{k_f} = 1 + 4.4 Re_{(p)}^{0.4} Pr^{0.66} \left(\frac{T}{T_{fr}} \right)^{10} \left(\frac{k_p}{k_f} \right)^{0.03} \phi^{0.66} \quad (8)$$

Burada $Re_{(p)}$ nanoparçacık Reynolds sayısı, Pr temel akışkanın Prandtl sayısı. k_p nanoparçacıkların ısı iletim katsayısı, ϕ parçacık hacimsel oranı, T nanoakışkanın sıcaklığı (K), T_{fr} temel akışkanın donma noktasıdır.

Nanoparçacık Reynolds sayısı ise;

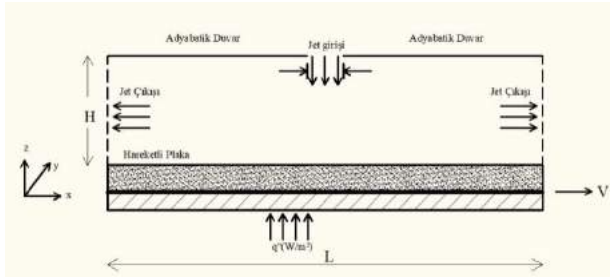
$$Re = \frac{2\rho_f k_b T}{\pi \mu_f^2 d_p} \quad (9)$$

K_b Boltzmann sabitidir. Nanoakışkanın dinamik vizkozitesi ise şu şekilde formüle edilmiştir;

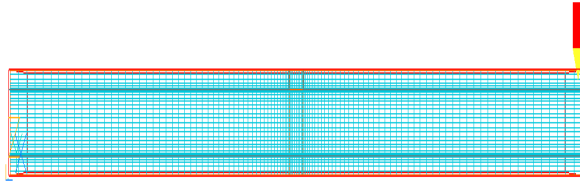
$$\mu_{nf} = \mu_{bf} (1 + 2,5 \varphi + 4,698 \varphi^2) \quad (10)$$

2.2. Sayısal model

Bu sayısal analiz için PHONEICS HAD programının standart k-ε türbulans modeli kullanılmıştır. Bu model; sınırlandırılmış çarpan jet uygulamalarında, hareketli duvar etkilerini daha iyi bir şekilde ortaya koyabilmesi ve uygulanan Reynolds değerinde deney sonuçları ile uyumlu sonuçlar elde edilebilmesi sebebiyle tercih edilmiştir. Tüm parametreler için temel akışkan olarak $Al_2O_3-H_2O$ nanoakışkanı kullanılmıştır. Analizde kullanılan HAD modeli ve hücre yapısı Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. HAD Modeli



Şekil 2. Hücre Yapısı

Süreklilik denklemi:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (11)$$

Momentum denklemi:

$$\rho U_i \frac{\partial U_j}{\partial x_i} = -\frac{\partial P}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\mu \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) - \rho \overline{u'_i u'_j} \right] \quad (12)$$

Enerji denklemi:

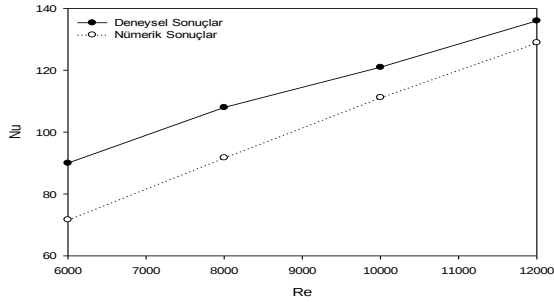
$$\rho c_p U_i \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k \frac{\partial T}{\partial x_i} - \rho c_p \overline{u'_i T'} \right] \quad (13)$$

Bu çalışmada kullanılan sınır şartları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sınır Şartları

	U(m/s)	V(m/s)	W(m/s)	T (K)	k	ε
Jet	U=0	V=0	W= W _{giriş}	T=T _{giriş}	$(T_1 W_{jet})^2$	$(c_\mu c_d)^{3/4} \frac{k^{3/2}}{L}$
Plaka	U=U _{plaka}	V=0	W=0	q''=q'' _{yüzey}	k=0	$\frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = 0$
Çıkış	$\frac{\partial U}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial V}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial W}{\partial x} = 0$	T=T _{çıkış}	$\frac{\partial k}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = 0$
Ön Duvar	U=0	V=0	W=0	$\frac{\partial T}{\partial y} = 0$	-	-
Üst Duvar	U=0	V=0	W=0	$\frac{\partial U}{\partial z} = 0$	-	-

Bu çalışmada 110x40x32 hücre sayısı kullanılmıştır. Hücre yapısı akış şartlarına göre ayarlanmış olup daha hassas bir sonuç alabilmek için jet girişleri ve bakır plakanın yüzeyinde hücreler yoğunlaştırılmıştır. İterasyon sayısı 1000 ve 5000 arasında, hücre sayısı 25 ve 34 aralığında çalışılmıştır. Buna göre hücre sayısı 110x40x32 ve iterasyon sayısı 3000 olduğunda sonuçların hücre sayısından ve iterasyon sayısından bağımsız olduğu görülmüştür. Sayısal model, Li Q. vd. (2011) yapmış olduğu deney sonuçlarına göre doğrulanmıştır. Şekil 3'te görüldüğü üzere sayısal model ve deneysel sonuçlar arasındaki fark Re=12000 için %5'in altındadır. Mevcut uygulamada Re=16000 olarak çalışılmıştır.



Şekil 3. Sayısal Modelin Kıyaslanması

3.BULGULAR

3.1.Sayısal sonuçlar

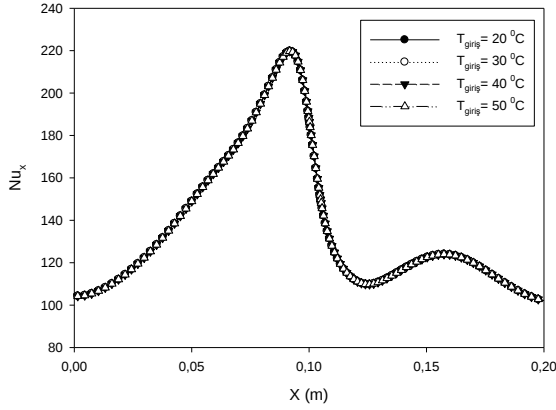
Bu bölümde iki farklı parametre için sayısal sonuçlar hazırlanmıştır.

- Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarının ($T_{giriş} = 20, 30, 40, 50 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- Farklı plaka hızlarının ($V_{plaka} = 0, 2, 4, 6 \text{ m/s}$) ısı transferine etkisi.

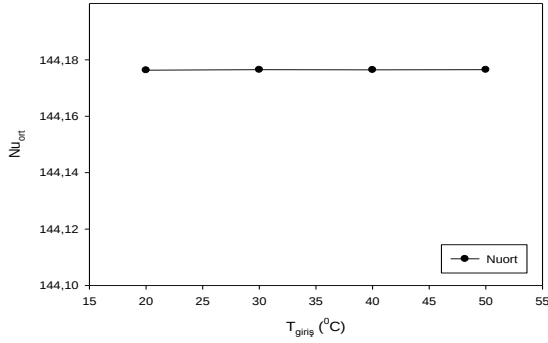
3.2.Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarının ısı transferine etkisi

Şekil 4'te farklı nanoakışkan giriş sıcaklıkları için yerel Nusselt sayılarının değişimi, Şekil 5'te ortalama Nusselt sayısının değişimi verilmiştir. Bu çalışmada temel akışkan olarak $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ nanoakışkanı kullanılmıştır. $Re = 16000$ ve plaka hızı $= 2 \text{ m/s}$ 'dir. Sonuç olarak nanoakışkan giriş sıcaklıkları $20\text{-}50 \text{ } ^\circ\text{C}$ aralığında artırıldığında plaka yüzey sıcaklığında bir artış olduğu ancak yüzey sıcaklığı-akışkan yığın sıcaklığı arasındaki farkın değişmediği bu

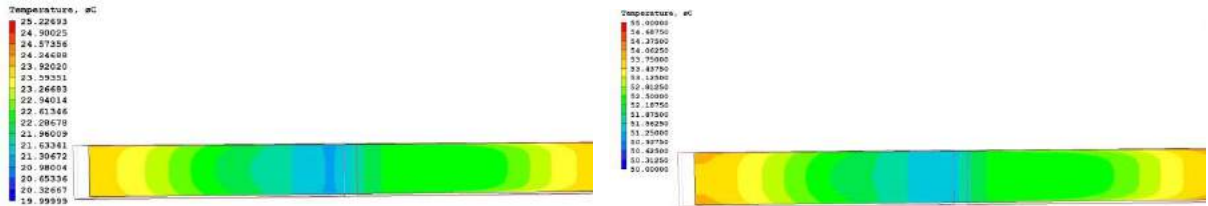
sebeple yerel Nusselt sayılarının aynı kaldığı tespit edilmiştir. Şekil 6'da plaka yüzeyinde oluşan sıcaklık konturları $T_{giriş} = 20^\circ\text{C}$ ve $T_{giriş} = 50^\circ\text{C}$ değerleri için gösterilmiştir.



Şekil 4. Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarında yerel Nusselt sayıları



Şekil 5. Farklı nanoakışkan giriş sıcaklıklarında Ortalama Nusselt sayıları

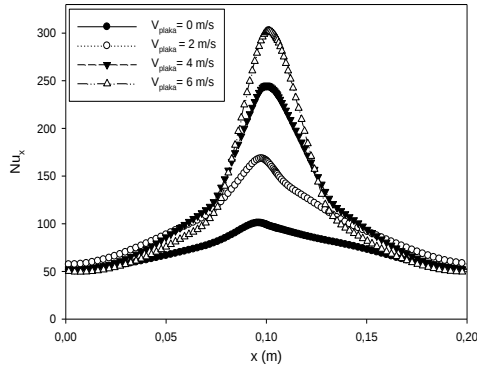


Şekil 6. Plaka Sıcaklık konturları (a) $T_{giriş} = 20^\circ\text{C}$ (b) $T_{giriş} = 50^\circ\text{C}$

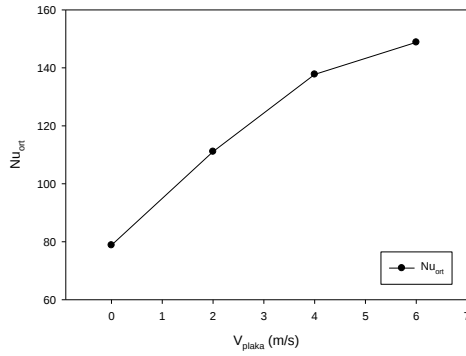
3.3.Farklı plaka hızlarının ısı transferine etkisi

Şekil 7'de farklı plaka hızlarının yerel Nusselt sayısına etkisi ve Şekil 8'de ortalama Nusselt sayısına etkisi verilmiştir. Nanoakışkanlar $\phi=2,0$ hacimsel orandadır. Jet giriş sıcaklığı $T_{giriş} = 20^\circ\text{C}$, $Re = 16000$, ısı akısı $q'' = 40000$ 'dir. Sonuç olarak; farklı plaka hızlarında ortalama Nusselt sayısının genel olarak arttığı belirlenmiştir. Bu artış; plaka hızı ve akışkan hızının aynı yönde olduğu bölgede, karşıt olduğu bölgeye göre daha az belirgin bir şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Çarpma sonrası oluşan duvar jeti bölgesi, plaka ile akışkanın aynı yönde hareket ettiği bölgede belirgin olarak oluşurken, aksi tarafta akışkanda kopmalar oluşmaktadır. Plaka hızı $V_{plaka} = 0-2$ m/s aralığında arttırıldığında Nu_{ort} değeri %40,9, $V_{plaka} = 2-4$ m/s aralığında arttırıldığında Nu_{ort} değeri %23,9, $V_{plaka} = 4-6$ m/s aralığında arttırıldığında Nu_{ort} değeri %8,1, olmaktadır. Dolayısı ile plaka hızı arttıkça Nu_{ort} değerindeki

artış hızı azalmakla birlikte artmaya devam etmektedir. $V_{\text{plaka}}=0-6$ m/s aralığında arttırıldığında ise Nu_{ort} değerindeki artışın %88,9 olduğu tespit edilmiştir.

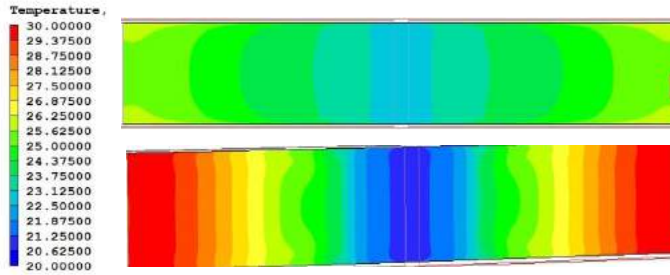


Şekil 7. Farklı plaka hızlarının yerel Nusselt sayısına etkisi



Şekil 8. Farklı plaka hızlarının ortalama Nusselt sayısına etkisi

Şekil 9'da farklı plaka hızları için çarpma plakası üzerinde oluşan sıcaklık konturları görülmektedir.



Şekil 9. Plaka Sıcaklık konturları (a) $V_{\text{plaka}}=0$ m/s (b) $V_{\text{plaka}}=6$ m/s

4.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; yüksek ısı akıllı hareketli bir plakanın nanoakışkanlar ve çarpan jet kullanılarak soğutulması sayısal olarak, iki farklı parametre için incelenmiştir. Sonuç olarak;

a. Nanoakışkan giriş sıcaklığı arttırıldığında yüzey sıcaklığında bir artış olsa da, Nu_{ort} değerinde belirgin bir artış olmadığı belirlenmiştir.

b. Ancak farklı plaka hızlarında, plaka hızı arttıkça ortalama Nusselt sayısının genel olarak arttığı belirlenmiştir. Bu artış; plaka hızı ve akışkan hızının aynı yönde olduğu bölgede, karşıt

olduğu bölgeye göre daha az belirgin bir şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Plaka hızı $V_{plaka}=0-6$ m/s aralığında arttırıldığında Ortalama Nusselt sayısında (Nu_{ort}) %88,9'luk bir artışın meydana geldiği tespit edilmiştir.

c. Ayrıca sayısal model literatürdeki bazı deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve ısı transferini ve akış özelliklerini iyi bir şekilde temsil edebildiği (sayısal model ve deneysel sonuçlar arasındaki fark $Re=12000$ için %5'in altındadır) tespit edilmiştir.

ç. Müteakip çalışmalarda; farklı tipte nanoakışkanların (ferromanyetik, hibrit vb.) farklı geometrilerde (gözenekli yapılarda vb.), farklı soğutma teknikleri ile kullanılması durumunda ısı transferine etkisinin incelenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nin 18103006 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Chien, H.T., Tsia C.Y., Chen P.H., Chen P.Y., 2003, Improvement on thermal performance of a disk-shape miniature heat pipe with nanofluid, *Proceedings of the fifth International Conference on Electric Packaging Technology*, IEEE, 389-391

Choo K., Kim S., 2010, *Comparison of thermal characteristics of confined and unconfined impinging jets*, School of Mechanical, Aerospace and Systems Engineering Kore Intsitute of Science and Technology, South Korea.

Corcione, M., 2011, Empirical Correlating Equations For Predicting The Effective Thermal Conductivity and Dynamic Viscosity of Nanofluids, *Energy Conversion and Management*, 52(1), 789–793.

Kang S.W., Wei W.C., Tsia S.H., Yang S.H., 2006, Experimental Investigation of Silver Nanofluid on Heat Pipe Thermal Performance, *Applied Thermal Engineering*, 26, 2377-2382.

Khudheyer S., Oztop F., Yılmaz I., 2012, Analysis of Turbulent Flow And Heat Transfer Over a Double Forward Facing Step With Obstacles, *Heat and Mass Transfer*, 39, 1395-1403.

Kilic M., Çalışır T., Başkaya Ş., 2016, Experimental and Numerical Study of Heat Transfer from a Heated Flat Plate in a Rectangular Channel with an Impinging Jet, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 48, 1-16.

Kilic M., Ali H. M., 2018, Numerical investigation of combined effect of nanofluids and multiple impinging jets on heat transfer, *Thermal Science*, doi.org/10.2298/TSCI171204094K.

Li Q., Xuan Y., Yu F., 2012, Experimental Investigation of Submerged Single Jet Impingement Using Cu-Water Nanofluid. *Applied Thermal Engineering*, 36(1),426–433.

Manca O., Ricci D., Nardini S., Lorenzo G., 2016, Thermal and Fluid Dynamics Behaviours of Confined Laminar Impinging Slot Jets with Nanofluids, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 70,15-26.

Shang F.M., Liu D.Y., Xian H.Z., Yang Y.P., Du X.Z., 2007, Flow and heat transfer characteristics of different forms of nanaometer particles in oscillating heat pipe, *Journal of Chemical Industry*, 58, 2200-2204.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Sun B., Qu Y., Yang D., 2016, Heat Transfer Of Single Impinging Jet With Cu Nanofluids, *Applied Thermal Engineering*, 102, 701-707.

Teamah M.A., Dawood M.M., Shehata A., 2015, Numerical And Experimental Investigation of Flow Structure And Behavior of Nanofluids Flow Impingement on Horizontal Flat Plate, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 74, 235-246.

Umer A., Naveed S., Ramzan N., 2015, Experimental Study of laminar forced convection heat transfer of deionized water based copper (I) oxide nanaofluids in tube with constant wall heat flux, *Heat Mass Transfer*, 52,2015-2025.

**FARKLI PARÇACIK ÇAPINDAKİ NANOAKIŞKANLARIN VE ÇARPAN
JETLERİN HAREKETLİ BİR PLAKA OLUŞAN ISI TRANSFERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

INVESTIGATION OF EFFECT NANOFLUIDS AND IMPINGING JETS ON HEAT
TRANSFER FROM A MOVING PLATE WITH DIFFERENT PARTICLE DIAMETER

Doç. Dr. Mustafa KILIÇ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Gelişen teknoloji endüstriyel cihazlar üzerindeki ısı yükler gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu ısı yüklerin cihazlara vereceği tahribatı engellemek için ısı transferinin artırılması çözülmesi gereken önemli bir problem haline gelmiştir. Bu çalışma; üzerinde yüksek ısı akısı olan farklı hızlardaki hareketli bir plakadan olan ısı transferinin, farklı parçacık çapında nanoakışkanlar kullanılarak iyileştirilmesinin sayısal incelemesini hedeflemiştir. $Al_2O_3-H_2O$ nanoakışkanı için farklı nanoakışkan parçacık çaplarında ($D_p = 10, 20, 30, 40$ nm) ve farklı tip nanoakışkanların ($Cu-H_2O$, $Al_2O_3-H_2O$, TiO_2-H_2O , saf su) ısı transferine etkisi sayısal olarak çalışılmıştır. Sayısal çalışmada PHOENICS hesaplamalı akışkanlar dinamiği programının k- ϵ türbülans modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; nanoakışkan parçacık çapı küçüldükçe Nu_{ort} değerinde belirgin bir artış olduğu belirlenmiştir. Farklı nanoakışkan kullanıma durumunda ise, en iyi ısı transferi performansını $Cu-H_2O$ nanoakışkanının gösterdiği belirlenmiştir. $Cu-H_2O$ nanoakışkanı kullanılması durumunda, saf suya göre %7,7 artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sayısal model bazı deneysel sonuçlarla doğrulanmış ve uygun şekilde akışkan davranışını modelleyebildiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, parçacık çapı, nanoakışkan, ısı transferi.

ABSTRACT

Developing technologies causes an increase on heat loads of new industrial devices. Enhancing Heat Transfer to prevent demolition of these devices is a crucial problem to solve. At this study, numerical investigation of heat transfer from a moving plate with different particle diameters by using nanofluids. Effect of different particle diameters ($D_p = 10, 20, 30, 40$ nm) for $Al_2O_3-H_2O$ nanofluid and different type of nanofluid ($Cu-H_2O$, $Al_2O_3-H_2O$, TiO_2-H_2O , pure water) were studied at this study. k- ϵ turbulent model of PHOENICS computational fluid dynamics code was used for numerical analysis. It was obtained that decreasing particle diameter causes a significant increase on Nu_{avg} . For different nanofluid, $Cu-H_2O$ nanofluid shows best performance. Using $Cu-H_2O$ nanofluid causes an increase of 7.7% at Nu_{avg} according to the pure water. Numerical model was also verified with some correlation and experimental results of literature.

Keywords: Computational Fluid Dynamics, particle diameter, nanofluid, heat transfer.

1.GİRİŞ

Bu çalışma; üzerinde yüksek ısı akısı olan hareketli bir plakadan olan ısı transferinin, farklı parametreler için nanoakışkanlar kullanılarak iyileştirilmesinin sayısal incelemesini hedeflemiştir. Nanoteknoloji ile ilgili çalışmaların bir ürünü olarak ortaya çıkan nanoakışkanlar, 1-100 nm parçacık boyutlarından oluşan metallerin temel bir sıvı içerisinde belli şartlar altında karıştırılmasıyla oluşturulur. Oluşan bu yeni karışımın ısı iletim katsayısı geleneksel ısı transferi akışkanlarına göre oldukça yüksektir. Su, glikol, yağ gibi geleneksel ısı transferi akışkanlarını küçük boyutlu uygulamalarda kullanmak güçtür. Bu sebeple nanoakışkanlar son dönemde geleneksel ısı transferi akışkanlarının yerine kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada ısı transferini arttırmak için kullanılan bir başka yöntem ise çarpan jetlerdir. Çarpan jetler sağladıkları yüksek ısı transfer performansı ile mühendislik, bilim ve sanayinin birçok dalında yaygın bir metot olarak kullanılmaktadır.

Literatürde nanoakışkan ve çarpan jetlerle ilgili ayrı ayrı çalışmalar mevcut olmasına rağmen, iki etkinin birlikte kullanıldığı çok az çalışma mevcuttur.

Umer vd. (2015) çalışmasında; CuO-Su nanoakışkanı kullanarak laminar akış şartlarında sabit ısı akılı bir yüzeyden olan ısı transferini farklı hacimsel oranlarda incelemiştir. Sonuç olarak parçacık hacim oranı arttıkça ve Reynolds sayısı arttıkça ısı transfer katsayısının da arttığı, ısı transfer katsayısındaki en yüksek artışın (%61) parçacık hacim oranı %4 ve Reynolds sayısı $Re = 605$ olduğu durumda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Sun vd. (2016) CuO nanoakışkanı kullanılan tek bir çarpan jetin ısı transferine etkisini incelemiştir. Nanoakışkan kullanıldığında yalnızca su kullanılması durumuna göre ısı transferinde önemli bir artış sağlanabildiği, basınç düşüşünde önemli bir değişim olmadığı, dairesel nozul kullanıldığında, kare şekilli nozula göre daha yüksek ısı transfer katsayısı elde edildiği, jet açısı 90° olduğunda en yüksek ısı transferinin elde edildiği belirlenmiştir.

Manca vd. (2016) saf su ve Al_2O_3 -Su nanoakışkanı kullanıldığı durumda, sınırlandırılmış çarpan jetlerin sabit ısı akılı düz bir plakadan olan ısı transferine etkisini incelemiştir. Jet Reynolds sayısı ($Re=100-400$) ve boyutsuz kanal yüksekliği ($H/W=4-10$) çalışmada kullanılan parametrelerdir. Reynolds sayısı ve akışkan içerisindeki parçacık yoğunluğu arttıkça yerel ısı transfer katsayısının ve Nusselt sayısını arttırdığı, ortalama ısı transfer katsayısındaki en yüksek artışın (%36) $H/W=10$ ve nanoakışkan hacim oranlarını $\phi=5\%$ olduğu durumda elde edildiği ifade edilmiştir.

Teamah vd. (2015) Al_2O_3 -Su nanoakışkanının düz bir plakaya çarptırılması ile oluşan ısı transferini sayısal ve deneysel olarak farklı Reynolds sayılarında ($Re=3000-32000$) ve nanoakışkanları farklı hacimsel oranlarında ($\phi=0-10\%$) incelemiştir. Akışkan içindeki nanoparçacıkları artırdıkça, akışkan olarak yalnız suyun kullanıldığı duruma göre yüzeyden olan ısı transferinin arttığı belirlenmiştir. ısı transfer katsayısında % 62 oranında bir artış sağlanabildiği, akışkan olarak CuO-Su kullanıldığı durumda ısı transferinde Al_2O_3 nanoakışkanı kullanılma durumuna göre %8,9 ve TiO_2 nanoakışkanı kullanılma durumuna göre %12 oranında bir artış sağlanabildiği görülmüştür.

Kang vd. (2006) gümüş nanoparçacık ve saf su kullanarak teşkil ettikleri nanoakışkan ile yaptıkları deneysel çalışmada, 10 nm nanoparçacıklar kullandıklarında saf su kullanımına göre ısı dirençte %50 azalma ve 35 nm çaplı nanoparçacıklar kullandıklarında ısı dirençte % 80 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

Kilic vd. (2016) sabit ısı akılı düz bir plakanın çarpan akışkan hava jeti yardımı ile soğutulmasını farklı Reynolds sayıları ve boyutsuz kanal yükseklikleri için incelemiştir. Ortalama Nusselt sayısının $Re = 4000-10000$ aralığında % 49.5, $H/D_h = 4-10$ aralığında ise, %17.9 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Shang vd. (2007) çalışmasında Cu-su nanoakışkanı ile kapalı devre titreşimli bir ısı borusunun ısı transferi özelliklerini incelemiştir. Saf su ile karşılaştırıldığında bu nanoakışkanın kullanıldığı durumda sistemin ısı aktarma kapasitesinin %83 oranında artırılabilirdiği görülmüştür.

Chien vd. (2003) düz plaka ısı borusunda nanoakışkan uygulamasını deneysel olarak incelemiştir. Nanoakışkan kullanımı ile ısı dirençte saf su kullanımına göre % 40 azalma sağlanabildiği tespit edilmiştir.

Khudheyer S.M. (2012) çalışmasında, farklı jet genişliklerinde, farklı jet sayısında, farklı kanatçık sayısında ve farklı Reynolds sayısındaki akışlarda ısı transferi incelemiştir. Çalışmada yüzeyler ısıtılıp kanal akışı, jet akışı ve kanatçıklarla soğutulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda girdap oluşum bölgesinin, yerel Nusselt sayısının, türbülans kinetik enerjisinin, jet ve kanatçık genişliğinden, jetler arası mesafeden, kanatçık kalınlığından ve jet Reynolds sayısından büyük ölçüde etkilendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada; kanatçıkların yerlerinin jetlere göre değişiminin ısı transferini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Choo K. ve Kim S. (2010) çalışmalarında, sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış çarpmalı jetlerin ısı transferine etkisini incelemiştir. Çalışma deneysel ve sayısal bir çalışmadır. Akışkan olarak hava ve su kullanılmıştır. Sonuç olarak; sabit pompa gücünde, sınırlandırılmış jet akışının sınırlandırılmamış jet akışı ile benzer performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Kilic M ve H.Ali yaptıkları çalışmada; nanoakışkanlar ve çoklu jetler kullanıldığı durumda ısı transferini ve akış özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak; nanoakışkan hacim oranının $\phi=2\%-4\%$ aralığında arttırıldığında ortalama Nu sayısının %10,4 arttığı, en iyi performansın Cu-Su nanoakışkan ile elde edildiği ve çoklu jetlerin konumlarının ısı transferinde önemli bir belirleyici olduğunu tespit etmişlerdir.

Literatürdeki mevcut çalışmaların çoğunda nanoakışkan ve çarpan jetlerin ısı transferine etkisi ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu çalışmada ise; literatürden farklı olarak, nanoakışkanlar çarpan jet tekniği ile kullanılmış ve bu durumda oluşan müşterek etkinin hareketli bir plakadan olan ısı transferine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Farklı nanoakışkan parçacık çaplarında ($D_p=10, 20, 30, 40$ nm) ve farklı tip nanoakışkanların (Cu-H₂O, Al₂O₃-H₂O, TiO₂-H₂O, saf su) ısı transferine etkisi sayısal olarak incelenmiş ve sayısal modelin deneysel sonuçlarla doğrulanması sağlanmıştır.

2.METERYAL VE YÖNTEM

2.1 Matematiksel tanımlar:

Yüzeyden olan ısı transferi iletim, taşınım ve ışıınım ile gerçekleşecektir.

$$Q_{tasnm} = Q_{toplaml} - Q_{iletim} - Q_{ışınım} \quad (1)$$

Yüzeyden konveksiyonla olan ısı transferi;

$$Q_{tasnm} = h.A.\Delta T \quad (2)$$

Burada h ısı taşınım katsayısı, A taşınım yüzey alanı, ΔT ($\Delta T=T_w-T_{ygn}$) ölçülen yüzey sıcaklığı ile akışkan ortalama sıcaklığı arasındaki farktır.

Nusselt sayısı (Nu); taşınım ile olan ısı transferinin iletimle olan ısı transferine oranını gösteren boyutsuz parametredir. Dolayısı ile Nusselt sayısı akışkan tabakalarındaki ısı transferindeki iyileşmeyi gösterir. Yerel Nusselt sayısı lokal olarak meydana gelen ısı transferindeki

iyileşmesi, ortalama Nusselt sayısı ise, tüm plak yüzeyindeki ısı transferindeki iyileşmesi gösterir. Nusselt sayısı;

$$Nu = \frac{(Q_{tasnm} \cdot D_h)}{(T_{yüzey} - T_{yigin}) \cdot k_{nf}} \quad (3)$$

Burada T_s ölçülen yüzey sıcaklığı, D_h hidrolik çap ve k_{nf} ise nanoakışkan ısıl iletkenlik katsayısıdır.

Reynolds sayısı (Re), zorlanmış taşınımında akışın laminar veya türbülanslı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Türbülanslı akışa esas Reynolds sayısı;

$$Re = \frac{(\rho_{nf} \cdot V_{jet} \cdot D_h)}{(\mu_{nf})} \quad (4)$$

Burada ρ_{nf} nanoakışkan yoğunluğu, V_{jet} jet çıkış hızı ve μ_{nf} nanoakışkan dinamik vizkozitesidir. Nanoakışkan yoğunluğu ise;

$$\rho_{nf} = (1 - \varphi) \cdot \rho_{bf} + \varphi \cdot \rho_p \quad (5)$$

Burada ρ_{bf} temel akışkan (su) yoğunluğu, φ nanoakışkan hacimsel oranı, ρ_p ise nanoakışkan içerisindeki katı parçacıkların yoğunluğudur. Nanoakışkan hacimsel oranı ise;

$$\varphi = \frac{1}{(1/\omega) \cdot (\rho_p - \rho_{bf})} \quad (6)$$

Burada ω nanoakışkan ile temel akışkanın (su) yoğunlukları arasındaki farktır. Nanoakışkan özgül ısısı ise;

$$C_{p_{nf}} = \frac{\varphi \cdot (\rho \cdot C_p)_p + (1 - \varphi) \cdot (\rho \cdot C_p)_f}{(\rho_{nf})} \quad (7)$$

Burada $C_{p(p)}$ parçacığın özgül ısısı, $C_{p(f)}$ temel akışkanın özgül ısısıdır. Nanoakışkanın ısıl iletim katsayısı ise (Corcione, 2011) ;

$$\frac{k_{eff}}{k_f} = 1 + 4.4 Re_{(p)}^{0.4} Pr^{0.66} \left(\frac{T}{T_{fr}} \right)^{10} \left(\frac{k_p}{k_f} \right)^{0.03} \varphi^{0.66} \quad (8)$$

Burada $Re_{(p)}$ nanoparçacık Reynolds sayısı, Pr temel akışkanın Prandtl sayısı. k_p nanoparçacıkların ısıl iletim katsayısı, φ parçacık hacimsel oranı, T nanoakışkanın sıcaklığı (K), T_{fr} temel akışkanın donma noktasıdır.

Nanoparçacık Reynolds sayısı ise;

$$Re = \frac{2 \rho_f k_b T}{\pi \mu_f^2 d_p} \quad (9)$$

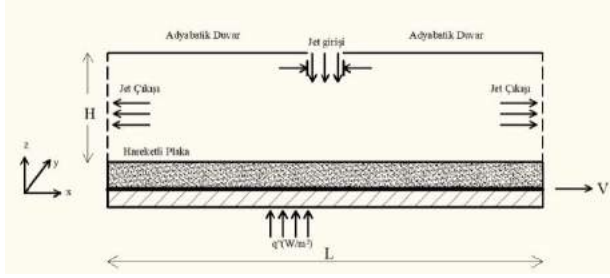
K_b Boltzmann sabitidir. Nanoakışkanın dinamik vizkozitesi ise şu şekilde formüle edilmiştir;

$$\mu_{nf} = \mu_{bf} (1 + 2.5 \varphi + 4.698 \varphi^2) \quad (10)$$

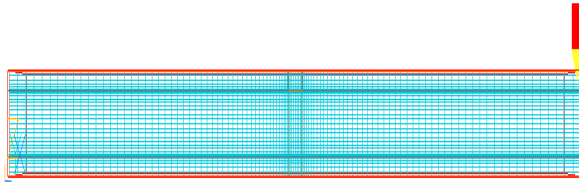
2.2. Sayısal model

Bu sayısal analiz için PHONEICS HAD programının standart k-ε türbülans modeli kullanılmıştır. Bu model; sınırlandırılmış çarpan jet uygulamalarında, hareketli duvar

etkilerini daha iyi bir şekilde ortaya koyabilmesi ve uygulanan Reynolds değerinde deney sonuçları ile uyumlu sonuçlar elde edilebilmesi sebebiyle tercih edilmiştir. Tüm parametreler için temel akışkan olarak $Al_2O_3-H_2O$ nanoakışkanı kullanılmıştır. Analizde kullanılan HAD modeli ve hücre yapısı Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. HAD Modeli



Şekil 2. Hücre Yapısı

Süreklilik denklemi:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (11)$$

Momentum denklemi:

$$\rho U_i \frac{\partial U_j}{\partial x_i} = -\frac{\partial P}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\mu \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) - \rho u'_i u'_j \right] \quad (12)$$

Enerji denklemi:

$$\rho c_p U_i \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k \frac{\partial T}{\partial x_i} - \rho c_p u'_i T' \right] \quad (13)$$

Bu çalışmada kullanılan sınır şartları Tablo 1’de gösterilmiştir.

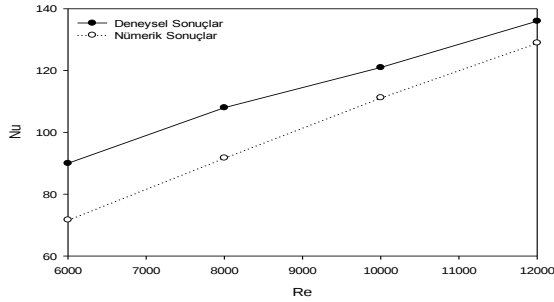
Bu çalışmada 110x40x32 hücre sayısı kullanılmıştır. Hücre yapısı akış şartlarına göre ayarlanmış olup daha hassas bir sonuç alabilmek için jet girişleri ve bakır plakanın yüzeyinde hücreler yoğunlaştırılmıştır. İterasyon sayısı 1000 ve 5000 arasında, hücre sayısı 25 ve 34 aralığında çalışılmıştır. Buna göre hücre sayısı 110x40x32 ve iterasyon sayısı 3000 olduğunda sonuçların hücre sayısından ve iterasyon sayısından bağımsız olduğu görülmüştür. Sayısal model, Li Q. vd. (2011) yapmış olduğu deney sonuçlarına göre doğrulanmıştır.

Tablo 1. Sınır Şartları

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

	U(m/s)	V(m/s)	W(m/s)	T (K)	k	ε
Jet	U=0	V=0	W= W _{giriş}	T=T _{giriş}	$(T_1 W_{jet})^2$	$(C_\mu C_d)^{3/4} \frac{k^{3/2}}{L}$
Plaka	U=U _{plaka}	V=0	W=0	q''=q'' _{yüzey}	k=0	$\frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = 0$
Çıkış	$\frac{\partial U}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial V}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial W}{\partial x} = 0$	T=T _{çıkış}	$\frac{\partial k}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = 0$
Ön Duvar	U=0	V=0	W=0	$\frac{\partial T}{\partial y} = 0$	-	-
Üst Duvar	U=0	V=0	W=0	$\frac{\partial U}{\partial z} = 0$	-	-

Şekil 3'te görüldüğü üzere sayısal model ve deneysel sonuçlar arasındaki fark Re=12000 için %5'in altındadır. Mevcut uygulamada Re=16000 olarak çalışılmıştır.



Şekil 3. Sayısal Modelin Kıyaslanması

3.BULGULAR

3.1.Sayısal sonuçlar

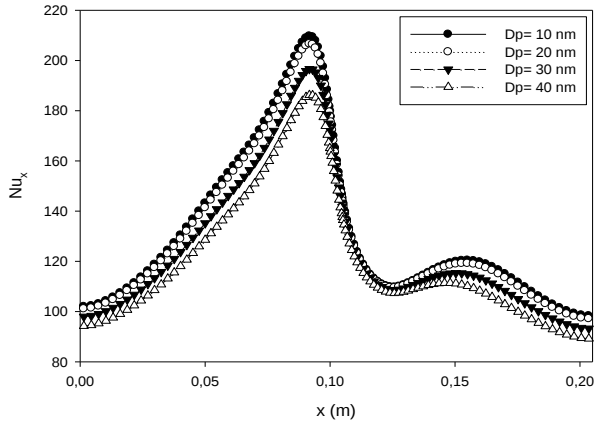
Bu bölümde iki farklı parametre için sayısal sonuçlar hazırlanmıştır.

- Farklı nanoakışkan parçacık çaplarının ($D_p = 10, 20, 30, 40$ nm),
- Farklı tip nanoakışkanların (Cu-H₂O, Al₂O₃-H₂O, TiO₂-H₂O, saf su) ısı transferine etkisi.

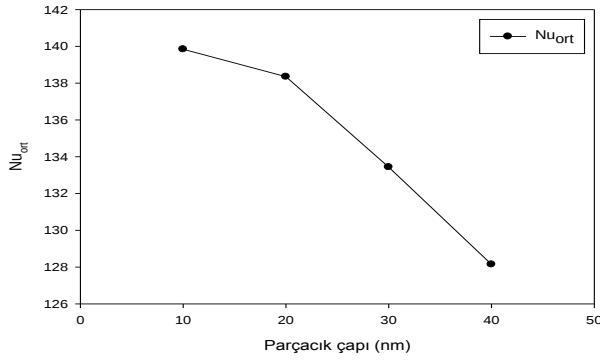
3.2.Farklı nanoakışkan parçacık çaplarının ısı transferine etkisi

Şekil 4'te farklı nanoakışkan parçacık çapları için yerel Nusselt sayılarının değişimi, Şekil 5'te ortalama Nusselt sayısının değişimi verilmiştir. Bu çalışmada temel akışkan olarak Al₂O₃-H₂O nanoakışkanı kullanılmıştır. Re= 16000 ve plaka hızı= 2 m/s'dır. Sonuç olarak nanoakışkan parçacık çapı azaldıkça (katı parçacık yüzey alanının artışına bağlı olarak) ortalama Nusselt Sayısının arttığı ve yüzey sıcaklığının düştüğü belirlenmiştir. Ancak ortalama Nusselt sayısındaki bu artışın, azalan parçacık çapları için azalarak devam ettiği tespit edilmiştir. Parçacık çapı $D_p = 40-30$ nm aralığında azaltıldığında ortalama Nusselt sayısında % 4,1'lik bir artış olduğu, $D_p = 30-20$ nm aralığında azaltıldığında ortalama Nusselt sayısında % 3,7'lik bir artış olduğu, $D_p = 20-10$ nm aralığında azaltıldığında ortalama Nusselt sayısında % 1,1'lik bir artış olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ısı transferi artışı, $D_p = 40-10$ nm aralığında azaltıldığında ortalama Nusselt sayısında % 9,1'lik bir artış olarak meydana

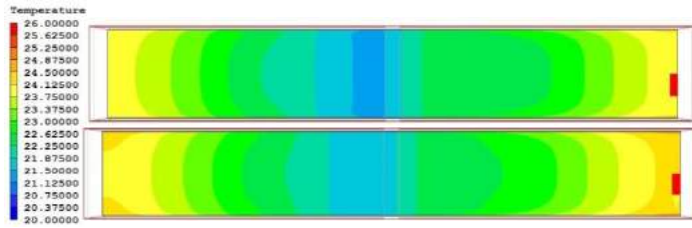
gelmiştir. Şekil 6’da plaka yüzeyinde oluşan sıcaklık konturları $T_{giriş} = 20^{\circ}\text{C}$ ve $T_{giriş} = 50^{\circ}\text{C}$ değerleri için gösterilmiştir.



Şekil 4. Farklı nanoakışkan parçacık çaplarında yerel Nusselt sayıları



Şekil 5. Farklı nanoakışkan parçacık çaplarında Ortalama Nusselt sayıları

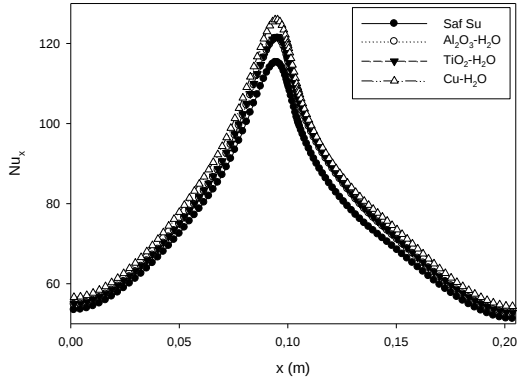


Şekil 6. Plaka Sıcaklık konturları (a) Dp=10nm (b) Dp=40nm

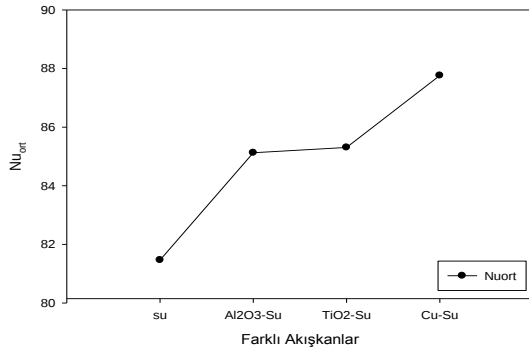
3.3.Farklı tip nanoakışkanların ısı transferine etkisi

Şekil 7’de farklı tip nanoakışkanların yerel Nusselt sayısına etkisi ve Şekil 8’de ortalama Nusselt sayısına etkisi verilmiştir. Nanoakışkanlar $\phi=2,0$ hacimsel orandadır. Jet giriş sıcaklığı $T_{giriş} = 20^{\circ}\text{C}$, $Re = 16000$, ısı akısı $q''=40000$ ’dir. Sonuç olarak; aynı hacimsel orandaki ve Reynolds sayısındaki nanoakışkanların benzer akış özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir. En iyi ısı transferi performansını Cu-H₂O nanoakışkanının gösterdiği belirlenmiştir. Cu-H₂O nanoakışkan kullanılması durumunda; ortalama Nusselt sayısında TiO₂-H₂O’ye göre %2,9, Al₂O₃-H₂O nanoakışkanına göre %3,1 ve saf suya göre %7,7 artış olduğu tespit edilmiştir. Isı transferindeki en fazla artışın en yüksek ısı iletim katsayısı olan nanoakışkanda olduğu, bu sebeple nanoakışkan ısı iletim katsayısının önemli bir parametre

olduğu belirlenmiştir. Ayrıca konvansiyonel ısı transferi akışkanlarına göre (su), nanoakışkan kullanımı ısı transferinde belirgin bir artış sağlayabildiği tespit edilmiştir.

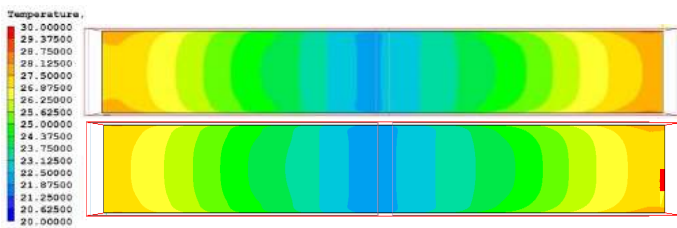


Şekil 7. Farklı tip nanoakışkanların yerel Nusselt sayısına etkisi



Şekil 8. Farklı tip nanoakışkanların ortalama Nusselt sayısına etkisi

Şekil 9'da farklı nanoakışkanlar için çarpma plakası üzerinde oluşan sıcaklık konturları görülmektedir.



Şekil 9. Plaka Sıcaklık konturları (a) Saf su (b) Cu-H₂O

4.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; yüksek ısı akıllı hareketli bir plakanın nanoakışkanlar ve çarpan jet kullanılarak soğutulması sayısal olarak, iki farklı parametre için incelenmiştir. Sonuç olarak;

a. Nanoakışkan parçacık çapı azaldıkça (katı parçacık yüzey alanının artışına bağlı olarak) ortalama Nusselt Sayısının arttığı ve yüzey sıcaklığının düştüğü belirlenmiştir. En yüksek ısı transferi artışı, $D_p = 40-10$ nm aralığında azaltıldığında ortalama Nusselt sayısında % 9,1'lik bir artış olarak meydana gelmiştir.

b. Farklı nanoakışkan kullanılma durumunda ise, en iyi ısı transferi performansını Cu-H₂O nanoakışkanının gösterdiği belirlenmiştir. Cu-H₂O nanoakışkanı kullanılması durumunda; ortalama Nusselt sayısında TiO₂-H₂O'ye göre %2,9, Al₂O₃-H₂O nanoakışkanına göre %3,1 ve saf suya göre %7,7 artış olduğu tespit edilmiştir.

c. Ayrıca sayısal model literatürdeki bazı deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve ısı transferini ve akış özelliklerini iyi bir şekilde temsil edebildiği (sayısal model ve deneysel sonuçlar arasındaki fark Re=12000 için %5'in altındadır) tespit edilmiştir.

ç. Müteakip çalışmalarda; farklı tipte nanoakışkanların (karbonnanotüp, hibrit vb.) malzeme karakterizasyonunun yapılması ve farklı geometrilerde (gözenekli yapılarda vb.), farklı soğutma teknikleri ile kullanılması durumunda ısı transferine etkisinin incelenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nin 18103006 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Chien, H.T., Tsia C.Y., Chen P.H., Chen P.Y., 2003, Improvement on thermal performance of a disk-shape miniature heat pipe with nanofluid, *Proceedings of the fifth International Conference on Electric Packaging Technology*, IEEE, 389-391

Choo K., Kim S., 2010, *Comparison of thermal characteristics of confined and unconfined impinging jets*, School of Mechanical, Aerospace and Systems Engineering Korea Institute of Science and Technology, South Korea.

Corcione, M., 2011, Empirical Correlating Equations For Predicting The Effective Thermal Conductivity and Dynamic Viscosity of Nanofluids, *Energy Conversion and Management*, 52(1), 789–793.

Kang S.W., Wei W.C., Tsia S.H., Yang S.H., 2006, Experimental Investigation of Silver Nanofluid on Heat Pipe Thermal Performance, *Applied Thermal Engineering*, 26, 2377-2382.

Khudheyer S., Oztop F., Yılmaz I., 2012, Analysis of Turbulent Flow And Heat Transfer Over a Double Forward Facing Step With Obstacles, *Heat and Mass Transfer*, 39, 1395-1403.

Kilic M., Çalışır T., Başkaya Ş., 2016, Experimental and Numerical Study of Heat Transfer from a Heated Flat Plate in a Rectangular Channel with an Impinging Jet, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 48, 1-16.

Kilic M., Ali H. M., 2018, Numerical investigation of combined effect of nanofluids and multiple impinging jets on heat transfer, *Thermal Science*, doi.org/10.2298/TSCI171204094K.

Li Q., Xuan Y., Yu F., 2012, Experimental Investigation of Submerged Single Jet Impingement Using Cu-Water Nanofluid. *Applied Thermal Engineering*, 36(1), 426–433.

Manca O., Ricci D., Nardini S., Lorenzo G., 2016, Thermal and Fluid Dynamics Behaviours of Confined Laminar Impinging Slot Jets with Nanofluids, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 70, 15-26.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Shang F.M., Liu D.Y., Xian H.Z., Yang Y.P., Du X.Z., 2007, Flow and heat transfer characteristics of different forms of nanaometer particles in oscillating heat pipe, *Journal of Chemical Industry*, 58, 2200-2204.

Sun B., Qu Y., Yang D., 2016, Heat Transfer Of Single Impinging Jet With Cu Nanofluids, *Applied Thermal Engineering*, 102, 701-707.

Teamah M.A., Dawood M.M., Shehata A., 2015, Numerical And Experimental Investigation of Flow Structure And Behavior of Nanofluids Flow Impingement on Horizontal Flat Plate, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 74, 235-246.

Umer A., Naveed S., Ramzan N., 2015, Experimental Study of laminar forced convection heat transfer of deionized water based copper (I) oxide nanaofluids in tube with constant wall heat flux, *Heat Mass Transfer*, 52,2015-2025.

**FARKLI KAYNAKLARDAN ÜRETİLMİŞ BİYODİZEL KARIŞIMLARININ EKSOZ
EMİSYON DEĞERLERİNE GENEL BİR BAKIŞ**

AN OVERVIEW OF THE EXHAUST EMISSIONS OF BIODIESEL BLENDS
PRODUCED FROM DIFFERENT FEEDSTOCKS

Dr. Öğr. Üyesi Aşlı ABDULVAHİTOĞLU

Adana Alparslan Türkeş Science And Technology University

Duygu Durdu KOÇ

Adana Alparslan Türkeş Science And Technology University

ÖZET

Günümüzde hızlı nüfus artışı ve sanayileşme ile birlikte teknolojiye paralel olarak enerji ihtiyacı ve kullanımı hızla artmakta ve enerji kaynakları hızla azalmaktadır. Bu enerji kaynakları, insanlığın en önemli ve en vazgeçilmez ihtiyaçlarından birisidir. İçinde bulunduğumuz dönem, insanlığın kullandığımız enerji kaynaklarının tükenmekte olduğunu farkına vardığı sürecin başlangıcıdır. Enerji kaynaklarının birçoğunun hesaplanan sürelerin çok öncesinde tükeneceği, her ne kadar bazı bilim insanları yeni kaynaklar aranmakta olsa da yeni kaynaklar bulunana kadar mevcut kaynakların tükenmesinin çevremiz için büyük ve geri dönüşümü olmayan felaketlere sebep olacağı, artan ihtiyacı ve sürekli gelişen teknolojileri karşılamada yetersiz kalacağı değerlendirilmektedir.

Bu nedenlerle, bilim insanları enerji çeşitliliğini artırma ve yayma çalışmaları ile birlikte yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Yapılan çalışmalara göre enerji kaynaklarında değişiklik yapılmaz ise önümüzdeki yıllarda enerji açığı ve hava kirliliğinin hızla artacağı varsayıldığından yenilenebilir enerji kaynaklarından bitkisel ya da hayvansal yağ bazlı biyoyakıtlar önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, farklı hammaddelerden üretilen biyodizel ve karışımlarının egzoz emisyon değerleri üzerindeki etkilerine genel bir bakış yapılmış ve emisyon değerleri arasında en uygun değerleri veren biyodizelin belirlenmesine çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoyakıt, Biyodizel, Emisyon

ABSTRACT

Nowadays, with the rapid population growth and industrialization, energy needs and usage are rapidly increasing and energy resources are decreasing rapidly in parallel with the developments in technology. These energy sources are one of the most important and indispensable needs of humanity. The period we are in is the beginning of the process that humanity realized that the energy resources we use are running out. It is considered that most of the energy resources will be exhausted long before the calculated periods, although some scientists are searching for new resources, the depletion of existing resources will cause big and irreversible disasters for our

environment and will be inadequate in meeting the increasing needs and continuously developing technologies until new resources are found.

For this reason, scientists are focusing on new and renewable energy sources as well as increasing and spreading energy diversity. According to the studies, if there is no change in energy sources, it is assumed that energy deficit and air pollution will increase rapidly in the coming years. Vegetable or animal oil-based biofuels are important from renewable energy sources. Therefore, in this study, an overview of the effects of biodiesel and mixtures produced from different raw materials on the exhaust emission values has been made and it has been tried to determine biodiesel which gives the most appropriate values among the emission values.

Keywords : Biofuel, Biodiesel, Emission

1.GİRİŞ

İnsan nüfusunun artışıyla birlikte 1800 yıllarının sonunda ortaya çıkan otomotiv sektörü günden güne gelişmiştir. Günlük yaşamımızda önemli bir yere sahip olan otomobiller sadece ulaşımımızı sağlamakla kalmayıp, birçok teknolojik gelişmeye ev sahipliği yaparak konforumuzun ve hatta yaşam standardımızın bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Bu nedenle insanoğlunun bu sektöre ile olan uyumu onları sektörün devamlılığını sağlamak için çeşitli çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir.

Bu çalışmaların başında enerji kaynakları yer almaktadır. Dünya üzerinde yer alan mevcut enerji rezervlerindeki düşüş, çevre kirliliği, iklim değişikliği, yaşadığımız gezegenin ömrünü uzatmaya yönelik çalışmalar zamanla bilim insanlarını ve araştırmacıları otomotiv sektörü için yenilenebilir temiz enerji kaynakları bulmayı gerekli hale getirmiştir. Bu kaynakların sürdürülebilir, en yüksek verim ile kullanılabilir, geri dönüşebilir olması gerekmektedir.

Bu nedenle biyodizel önemli bir çözüm önerisi olarak ortaya çıkmaktadır. Biyodizeller kimyasal süreçler sonucunda hayvansal ve bitkiler kaynaklar ile atıklardan elde edilebilen sıvı bir yakıt türüdür. Elde edilen bu yakıt türü saf olarak dizel motorlarda herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duymadan kullanılabileceği gibi motorin ile belirli oranlarda karıştırılarak da kullanılabilir. Biyodizel saf veya motorin ile belli oranlarda karıştırılarak yakıt olarak kullanılmaktadır. Yakıtların içindeki biyodizel oranına göre isimlendirme yapılır.

- i. B 5 : % 5 Biyodizel + % 95 Motorin
- ii. B20 : % 20 Biyodizel + % 80 Motorin
- iii. B50 : % 50 Biyodizel + % 50 Motorin
- iv. B100 : % 100 Biyodizel [1]

Biyodizel için EN 14214 ve EN 14213 Avrupa birliği standartları ile ASTM D 6751 ABD standartları yürürlükte. Ülkemizde ise EN standartları temel alınmıştır. Bunlar,

- i. TS EN 14214: Oto biyodizel,

ii. TS EN 14213: Yakıt biyodizel standartlarıdır.

Biyodizel için üretiminde birçok hammadde kullanılabilir. Bunların başında ayçiçeği, aspir, kanola, pamuk, soya ve tabi ki atık yağlar gelmektedir. Dizel motorları kadar eski olan biyodizelin tarihi gelişimine baktığımızda ilk kez Rudolf Diesel'in bitkisel yağlardan yerfıstığı yağını kullanarak yakıt elde ettiğini görmekteyiz. Ülkemizde ise 2000'li yıllardan itibaren alternatif yakıt arayışının bir sonucu olarak biyodizel üretimi ve akademik anlamda çalışmalarda artış gündeme gelmiştir.

2.İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YAKIT OLARAK BİYODİZEL

Günümüzde fosil kaynakların hızla tükenmesine paralel olarak dünya genelinde alternatif yakıt arayışı çalışmaları kapsamında bilim insanları ve araştırmacıları biyodizel yakıtı yönelmişlerdir. Dizel motorları için biyodizel yakıtların üretim süreci ve biyodizel yakıt özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

2.1.Biyodizel Yakıtın Özellikleri

Biyodizel %11 oranında oksijen içeren, orta uzunlukta bir karbon zincirine sahiptir (C16-C18). Bu yakıt ısı değeri bakımından motorine yakın olmakla birlikte daha yüksek alevlenme noktasına sahip olması nedeniyle güvenli yakıt olma özelliği taşımaktadır. Biyodizelin özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.1.Bozunabilirlik

Biyodizeli oluşturan doğada kolayca ve hızla parçalanarak bozulur. Suya bırakıldığında biyodizelin 28 günde %95'i, motorinin ise %40'ı bozulabilmektedir. Bu şekliyle biyodizelin doğada bozulabilme şekli dekstroza (şeker) benzemektedir [2].

2.1.2. Toksik Etki

Biyodizelin olumsuz bir toksik etkisi bulunmamaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan elle temas testleri biyodizelin ciltte %4'lük sabun çözeltisinden daha az toksik etkisi olduğunu göstermiştir. Biyodizelin toksik olmamasına karşın, biyodizel ve biyodizel-motorin karışımlarının kullanımında; motorin için zorunlu olan standart koşulların (göz koruyucular, havalandırma sistemi v.b.) kullanılması önerilmektedir [2].

2.1.3. Depolama

Motorin için gerekli depolama yöntem ve kuralları biyodizel için de geçerlidir. Biyodizel temiz, kuru, karanlık bir ortamda depolanmalı, aşırı ısıca kaçınılmalıdır. Depo tankı malzemesi olarak yumuşak çelik, paslanmaz çelik, florlanmış polietilen ve florlanmış polipropilen seçilebilir.

2.1.4. Sıcaklık ve Akış Özellikleri



Bulutlanma noktası, akma noktası ve soğuk filtre tıkanma noktası yakıtların kış şartları için dikkate alınan akış özellikleridir. Bulutlanma noktası, soğuk depolama şartlarında ilk vaks kristal bulutunun gözlemlendiği sıcaklıktır. Akma noktası ise soğuk depolama şartlarında sıvı yakıtın akıcılığını devam ettirebildiği en düşük sıcaklıktır.

Biyodizel ve biyodizel-dizel karışımları, dizelden daha yüksek akma ve bulutlanma noktasına sahiptir. Bu durum yakıtların soğukta kullanımında sorun çıkarabilmektedir. [3].

2.1.5. Setan Sayısı

Dizel motorlarda yanma odasına püskürtülen yakıtın uygun bir tutuşma gecikmesinden sonra kendi kendine tutuşması istenir. Tutuşma gecikmesi yanma verimliliğini etkileyen en önemli faktördür. Bu nedenle setan sayısı uygun değerde olmalıdır. Genel olarak biyodizelin setan sayısı motorinden daha yüksektir. Bu özellik yüksek viskozite ve düşük ısı veriminden kaynaklanan düşük yanma verimini kısmen telafi etmektedir [4].

2.2. Biyodizel Üretimi Yöntemleri

Biyodizel yakıtların üretiminde pek çok hammadde kullanılmaktadır. Bunlar;

- i. Bitkisel yağlar: ayçiçeği, kanola, aspir, pamuk, palm v.b.
- ii. Geri kazanım yağları: bitkisel yağ endüstrisi yan ürünleri (soap stock, hurda yağı)
- iii. Şehirselle ve endüstriyel atık kökenli geri kazanım yağları: kahverengi gres, siyah gres
- iv. Hayvansal yağlar: don yağları, balık ve kanatlı yağları
- v. Atık bitkisel yağlar: kullanılmış yemeklik yağlar, sarı gres

Temelde üretim prosesi benzerlik gösteren biyodizel elde etme işlemi için genel metodlar aşağıda sıralanmıştır.

2.2.1. Seyreltme

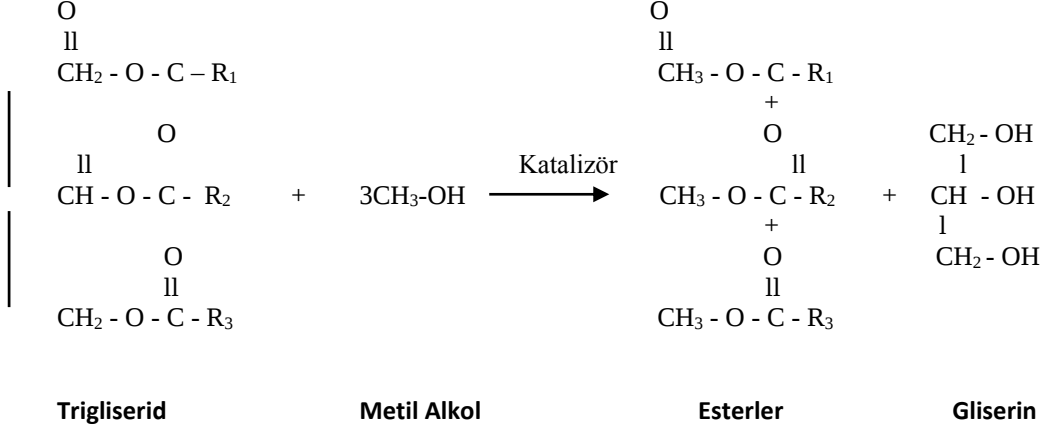
Bitkisel ve atık yağların belirli oranlarda dizel yakıtı ve bir başka çözücü ile karıştırılarak inceltilmesi olayıdır. Böylece yağın viskozitesi düşürülmektedir. Ayrıca dizel yakıt kullanımı da azaltılmış olmaktadır. Dizel yakıtı ve bitkisel yağdan elde edilen karışımlar yapılan çalışmalar incelendiğinde, karışımın ve dizel yakıtın özelliklerinin birbirine yakın olduğu çok önemli farklılık içermediği bu nedenle rahatlıkla karıştırılabileceği görülmüştür [5].

2.2.2. Transesterifikasyon

En önemli ve en çok uygulanan yöntemdir. Bir başka deyişle alkoliz reaksiyonudur. Transesterifikasyon, bir bitkisel yağın küçük molekül ağırlıklı bir alkol katalizöründe gliserin ve yağ esteri oluşturmak üzere reaksiyona girmesidir.

Transesterifikasyon, bitkisel yağ moleküllerinin bir katalizör yardımı ile belirli bir sıcaklıkta belirli bir süre kimyasal tepkimeye sokulmasıdır. Bu kimyasal tepkime ile bitkisel yağ asitleri bağlı bulundukları trigliseridlerden ayrılıp alkolle ile yeni esterler oluştururlar.

Reaksiyon sonunda üç mol ester ve bir mol gliserin elde edilir [6]. Reaksiyonunun tamamlanması için yaklaşık 8 saat beklemeye bırakılır. 8 saat sonunda aşağıda şemada gösterilen ürünler elde edilir [7].



Şekil 1. Transesterifikasyon Reaksiyonu [8]

Gliserin, baz ve sabun kalıntıları içerdiği için yan ürün olarak ham gliserin tanklarda biriktirilir. Alkol ve su kalıntıları uzaklaştırılarak ham gliserin elde edilir. Elde edilen gliserin ilaç ve kozmetik sektöründe kullanılmaktadır [9].

2.2.3. Mikroemülsiyon

Mikro-emülsiyon, normalde karışmayan iki sıvı ile bir veya daha fazla amfifilin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu yöntem ile petrolden haricinde alternatif dizel yakıtları meydana getirmek mümkün olabilmektedir. Mikroemülsiyon işleminde kullanılan organik madde alkoldür. Alkol olarak metanol, etanol gibi kısa zincirli alifatik alkoller kullanılmaktadır [5].

2.2.4. Proliz

Proliz veya kraking, kimyasal bağların daha küçük moleküller oluşturmak üzere kırılması işlemidir. Bitkisel yağların Proliz ürünlerini elde etmek için iki yöntem vardır. Bunlardan biri, bitkisel yağı ısı etkisiyle kapalı bir kaptan parçalamak, diğeri ise standart ASTM distilasyonu ile ısı parçalanma etkisinde tutmaktır. Bu yöntem ile viskozite düşmektedir. Fakat işlemler ilave masraf gerektirmektedir ve işlem esnasında yüksek enerji sarfıyatı yapılmaktadır. İkinci işlem uygulanarak elde edilen yakıt özellikleri dizele daha yakındır [10].

2.3. Biyodizelin Avantaj ve Dezavantajları

Bu çalışma içinde birçok yerde biyodizel faydalarını ve olumsuzluklarından bahsedilmiştir. Bunlar aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

2.3.1. Biyodizelin Avantajları

Biyodizelin dizel motorlarda yakıt olarak kullanılmasının avantajları olduğunun tespiti biyodizel üzerine yapılan çalışmalara her geçen gün daha fazla popülerlik kazandırmaktadır.

Bu avantajlar:

- i. Biyodizel yenilebilir bir enerjidir ve biyokütle enerji potansiyeli olan her yerde yerel imkanlar ile üretilebilir. Karışık bir teknoloji gerektirmez. Dolayısıyla gelişmişlik seviyesi düşük ülkelerce de üretilebilir.
- ii. Biyolojik olarak ayrışabilir zehirli değildir. Özellikle deniz araçlarında çevreye zarar vermediği için ve her hangi bir sızıntı kısa sürede çözülüp çevreye adapte olduğu için rahatlıkla kullanılabilir.
- iii. Emisyonlarında karbon monoksit, partikül madde, yanmamış hidrokarbon daha azdır ve aromatik bileşikler ile kükürt hemen, hemen hiç yoktur. Kısaca çevrecidir.
- iv. Diğer bir çevreci özelliği sera etkisine neden olmamasıdır. Çünkü kullanılması ile ortaya çıkan karbondioksitten daha fazlası biyodizeli elde etmek için yetiştirilen bitkilerde tüketilmektedir. Yani bir nevi karbondioksit döngüsü sağlamaktadır.
- v. Parlama noktası motorine göre daha yüksektir. Bu da daha rahat depolama ve taşıma imkanı vermekte, bu işlemleri güvenli hale getirmektedir.
- vi. Biyodizelin motorlarda yakıt olarak kullanılması motorda herhangi bir değişiklik gerektirmez. Motor yağlanmasını iyileştirir. Elde edilişine göre yağlamaya etkisi farklı olur, genellikle yağlama yağında tasarruf sağlar.
- vii. Biyodizel üretimi esnasında ortaya çıkan küspe gibi yan ürünler kullanılabilir.
- viii. Ekonomiye katkı sağlar. Çiftçiler yağlı tohum üretimi yaparak kazanç elde eder.
- ix. Biyodizel üretimi esnasında ortaya yaklaşık %40 saflıkta gliserin çıkar. Bu değerlendirilebilir. Ticari değer için bu oran %85 olmalıdır. Aynı şekilde % 95 saflıkta da tıbbi gliserin elde edilmiş olur. Ülkemiz gliserini ithal etmektedir. Bu atık gliserinlerin işlenmesi ile hem yeni bir iş ortamı yaratılacak, hem de yurt dışına döviz gitmemiş olacaktır. Yani ekonomiye katkı sağlayacaktır [11].

2.3.2. Biyodizelin dezavantajları

Biyodizelin çevresel özellikle tarım ve hayvancılığa dolayısıyla ekonomiye katkıların yanında bir takım olumsuz yönleri vardır. Ancak bunlar üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Teknolojinin gelişimi ile bu sorunları birçoğu ileriki yıllarda çözülebilir.

- i. Pahalıdır. Normal motorinin çıkarma maliyetinden daha fazla maliyetle üretilir. Bu yüzden hükümet desteği ile sübvansede edilmelidir. Ancak atık yağların kullanılabilmesi,

bunların geri kullanımı ve geri dönüşümü için yapılacak çevresel harcamalar düşünüldüğü zaman maliyet ucuzlamaktadır. Çünkü atıkların da çevreye zarar vermelerini engellemek için bir takım işlemler yapılması gerekmektedir. Bu da bir maliyet gerektirmektedir.

ii. İçinde bulunan bakteriler depolama aşamasında sorun çıkarır. Bulunduğu ortama zarar verip ortamla etkileşebilir. Bu olumsuzluk, içine bir miktar motorin katılarak giderilebilir. Çünkü motorindeki zehir bakteri oluşumunu engeller.

iii. Viskozite yüksektir. En büyük sorun da budur. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için yapılan işlemler maliyetin yükselmesine de sebep olmaktadır. Donma noktaları düşüktür. Soğuk iklimde kullanılması durumda sıkıntı yaratmaktadır. B20 geliştirilen yeni prosesler ile soğuk iklimlerde sorunsuz kullanılabilir. Ancak B20 üstünde B100 e kadar kullanımda sıkıntı devam etmektedir.

iv. Belli bir kullanım ömrü vardır. Altı ay geçtikten sonra etkileşim başlar en geç bir yıl içinde üretilen biyodizel tüketilmelidir. Bu sorunu çözmek için kimyasal katkıları kullanılmaktadır. Ama bir yıldan sonra bozulma başlamaktadır.

v. Isıl değeri düşük olduğu için yanma esnasında motorine göre güç kaybı olur. Bunu telafi etmek için biraz daha fazla yakılır, yani tüketim biraz fazla olur.

vi. Azot oksit (NO) salınımı motorine göre yüksektir. Ancak bu sorun yanma sıcaklığı 1–3 °C geciktirilerek veya katalik konvertör kullanarak giderilebilir [11].

3.TÜRKİYE’DE BİYODİZEL

Ülkemizde ilk defa 1934 yılında ulu önder Mustafa Kemal Atatürk’ün teşvikiyle Atatürk Orman Çiftliğinde bitkisel yağların tarım traktörlerde kullanımıyla ilgili bir çalışma başlatılmıştır.1898 Rudolf Diesel’in yaptığı çalışmadan sonra ülkemizde yapılan bu çalışma dünyadaki ikinci çalışmadır. Avrupa ise bu çalışmayı 1937 yılında yapmıştır.1934 yılında ülkemizde yapılan bu çalışmanın esas gerekçesi bir gün ülkenin olağanüstü şartlarda ithal edecek yakıt bulamayabilmesi ve kendi kaynaklarını kullanmak zorunda kalmasıdır.

Türkiye’de 2000’lerden itibaren biyodizele ticari girişimcilerin, medyanın ve devlet kurumlarının ilgisi her geçen gün artmaya başlamıştır. Devlet desteği ile EİEİ bünyesinde ‘Biyoenjerji Proje Grubu’ oluşturulmuştur. Pilot ölçekte biyodizel üretim sistemi ve laboratuvarı Ekim 2003’te hizmete alınarak, aspir-kanola enerji tarımı deneme üretimi de başlamıştır.

Nihayetinde konuyla ilgili bakanlıkların yaptığı çalışmalar sonucu konu bakanlar kurulu gündemine alınmış ve biyodizel 5015 sayılı ‘Petrol Piyasası Kanunu’ kapsamında tanımlanmıştır. Bu kanun, 20 Aralık 2003 tarihli 25322 sayılı resmi gazetede yayımlanarak

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

yürürlüğe girmiştir. Devamında yapılan yasa çalışmaları, yönetmelikler ve ilgili kararnamelerle biyomotorin enerji sektöründeki tanımı Őu Őekildedir.

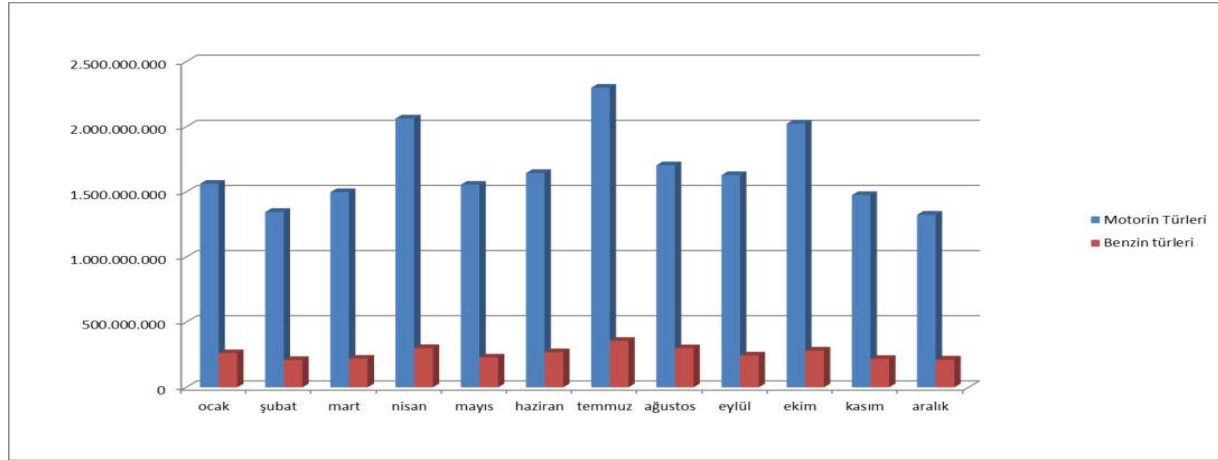
- i. Biyodizel, akaryakıt sektörünün üçüncü motor yakıtıdır; benzin ve motorin için geçerli tüm yasal tanımlar, denetlemeler biyodizel için de geçerlidir.
- ii. Biyodizel ısıtma yakıtı olarak, fuel oil ve kalyak gibi mevcut yakıtlarla aynı yasal düzenlemelerle pazarda yer alır ve denetlenir
- iii. Biyodizel üreticilerinin EPDK’ dan işletme lisansları almaları zorunludur.
- iv. Biyodizel TS standartlarına uygun olmalıdır.
- v. Oto biyodizel için TS EN 14214, Yakıt biyodizel için TS EN 14213 standartları geçerlidir.
- vi. TS 3082(EN 590) standartlarına uygun olarak, hacmen en çok %5 oranında motorine katılabilir. Bu, katkılı motorinler, bütün taşıtlarda, mevcut tüm garantiler kapsamında kullanılabilir.
- vii. Biyodizel, ‘Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’ gereklerine uygun olarak geri kazanım tesislerinde üretilebilir.
- viii. Oto biyodizel için kanunla belirlenen ÖTV mevcuttur.

Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığının 2018 verileri incelendiğinde ülkemizde tüketilen motorin türlerinin ve benzin türlerinin Tablo.1’deki gibi olduğu görölmektedir. [12].

Tablo 1. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2018 Yılı Akaryakıt Tüketim Verileri

Aylar	Motorin Türleri (Lt)	Benzin Türleri (Lt)
<i>Ocak</i>	1.562.623.886	262.471.957
<i>Şubat</i>	1.346.706.189	209.483.360
<i>Mart</i>	1.498.429.278	219.532.980
<i>Nisan</i>	2.064.415.329	300.668.189
<i>Mayıs</i>	1.556.023.399	229.169.482
<i>Haziran</i>	1.645.535.133	1269.670.796
<i>Temmuz</i>	2.300.097.672	356.658.506
<i>Ağustos</i>	1.705.183.293	300.122.952
<i>Eylül</i>	1.629.390.905	244.257.997
<i>Ekim</i>	2.024.412.571	281.739.810
<i>Kasım</i>	1.476.523.904	218.512.904
<i>Aralık</i>	1.325.378.772	212.783.781
TOPLAM	20.134.720.331	3.105.072.711

Grafik1: Enerji Ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı 2018 Yılı Aylık Akaryakıt Tüketim Dağılımı



Avrupa Birliği'nin çevre kirliliğine ve enerjinin sürdürülebilirliğine ilişkin çalışmalarıyla ilgili olarak biyodizel, biyoetanol ve biyoyakıtların kullanımını zorunlu hale getirmesi; AB uyum sürecinde önümüzdeki yıllarda da bu talebin artmasını sağlayacaktır. Avrupa Birliği'nin 2020 ve 2030 yılları için belirlediği karışım oranları düşünüldüğünde biyoyakıt üretimi artarak devam edecektir [13].

Tablo 2.AB Biyoyakıt Kullanım Hedefleri

2007	2010	2020	2030
%5	%7,75	%20	%30

Sahip olduğu 26 milyon ha işlenebilir tarım arazisiyle ilk 10'da giren Türkiye'nin bu arazilerinin 19 milyon ha'nı tarla bitkilerinin oluşturması; biyodizel üretimi için ülkemizin topraklarını hammadde sağlama açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir [14].

3.1. Ülkemizde Biyodizel Amaçlı Üretililecek Ürünler

3.1.1.Kanola

Kanola, tanesinde bulunan %38-50 yağ, %16-24 protein, zengin oleik ve linoleik asit miktarı ve yağının kaynama noktasının yüksek olması sebebiyle önemli bir yağ bitkisidir. Kanola yağının içerdiği önemli besin maddeleri ve kaynama noktasının yüksek oluşu kanolanın önemli artılarıdır. Yüksek yağ miktarı ile hem gıda hem de biyodizel piyasalarında oldukça talep görmektedir.

Üretim masrafları diğer ürünlerden, özellikle buğdaydan daha azdır. Buğdaydan 1 ay önce hasat edildiğinden üreticiye erken gelir sağlar. Hayvancılıkta yeşil yem ve silaj olarak değerlendirilir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Ülkemizde Yozgat, Sivas, Çankırı gibi yüksek ve dağlık kesimlerde, Doğu Anadolu Platosunun Orta ve Kuzeydoğu kesimlerinde, Van Gölü Havzası'nda, Göller yöresinde yazlık olarak yetiştirilebilir. Iğdır, Akdeniz Bölgesi sahil kuşağında, Marmara Bölgesi sahil kuşağında ve GAP bölgelerinde kışa uygun olarak yetiştirilebilir [14].

3.1.2.Soya

Soya tohumlarında % 40-45 oranında protein, % 18-20 oranında da yağ bulunur. Dünya'da en fazla üretilen ve tüketilen yağ soya yağı, yem sanayisinde en fazla kullanılan hammadde ise soya küspesidir. Soya azot kaynağı olarak diğer bitkilerin gelişimlerine katkıda bulunur. Trakya, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni sıralayabiliriz [14].

Tablo 3. TÜİK Yağlı Tohum Ekilen Alanlar Verileri [15]

Yıllar	Soya	Kolza	Ayçiçeği	Fıstık	Ketencik
Ekilen alan (Dekar)					
2016	381.804	354.530	6.167.800	422.444	* ¹
2017	316.695	165.195	6.813.976	419.495	-
2018	328.483	378.456	6.489.344	443.342	-
Üretim (Ton)					
2016	165.000	125.000	1.500.000	164.186	-
2017	140.000	60.000	1.800.000	165.330	-
2018	140.000	125.000	1.800.000	173.835	-
Verim (Kg/Dekar)					
2016	432	353	243	389	-
2017	442	363	264	394	-
2018	426	330	277	392	-

*¹ Sadece Konya ovasında yetiştirildiği için TÜİK verilerine henüz yansımamıştır.

3.1.3.Ayçiçeği

Ayçiçeği, içerdiği yüksek yağ oranı (%40-55) nedeniyle yağlı tohumlar içinde önemli bir yere sahiptir. Adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması, kuru ve sululu koşullarda yetiştirilebilmesi ayçiçeği tarımının üstün özellikleridir. Türkiye'de yağlık ayçiçeği, ağırlıklı olarak Trakya Bölgesi ve Konya'da üretilmektedir [16].

3.1.4.Fıstık

Tohumlarında yüksek oranda (% 45-55) yağ bulunur ve birim alandan elde edilen yağ verimi de diğer tarla ürünlerine göre daha yüksektir. Yerfıstığı tohumları protein içeriği (% 20-25) bakımından oldukça zengindir. Türkiye'deki yerfıstığı ekim alanlarının %60.5'i Adana'da,

%29.6'sı Osmaniye'de, %2.7'si Aydın'da, %2.2'si Antalya'da, %1.7'si Kahramanmaraş'da, %1.6'sı Mersin'de ve geri kalanı da diğer illerde yapılmaktadır [17].

3.1.5.Ketencik

Yazlık çeşitlerin tohumları %42, kışlık çeşitlerin tohumları ise %45 oranında yağ içerir. Nadasa bırakılan arazilerde yılda bir kez ekimi yapılan bitkidir. Diğer yağ bitkilerinin yetiştirilemediği kuru alanlarda, zayıf topraklarda ve yüksek rakımda yetişebilir [18].İç Anadolu Bölgesi'nde özellikle Konya ovasında son zamanlarda geniş tarım arazilerinde kendine yerbulmaktadır [18].

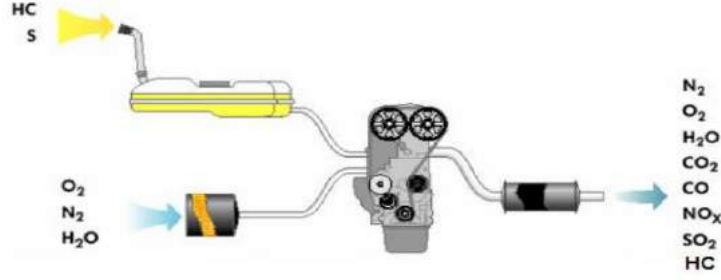
3.2. Ülkemizde Biyodizel Politikalarının Değerlendirilmesi

Biyoyakıtların kalitesini artırmak ve tüketicinin olumsuz yönde etkilenmesini engellemek amacıyla AB'de bazı standartlar belirlenmiş olup EN 14213, EN 14214 ve EN 590 sayılı standartlar ülkemiz tarafından da aynen kabul edilmiştir. Türkiye'de biyodizel üretiminde temel hammadde olarak kullanılan yağlı tohumlarda üretim yurt içi tüketimi karşılayamamakta ve dışa bağımlı bir yapı gözlenmektedir [15].

Ülkemizde, biyoyakıtlar içerisinde daha fazla üretici kitlesi kazanmış biyodizelde yaşanan gelişmeler önem taşımaktadır. Bunun için Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun 4/12/2003 tarihli ve 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanununa ve 10/9/2004 tarihli ve 25579 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Petrol Piyasasında Uygulanacak Teknik Kriterler Hakkında Yönetmeliğe dayanılarak hazırladığı tebliğinde harmanlama yükümlülüğü başlığı altındaki 5. Madde'de yer alan; dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından, bir takvim yılı içerisinde, ithal edilen ve kara tankeri dolum üniteleri hariç rafinericiden temin edilen motorininin toplamına, en az %0,5 (V/V) oranında yerli tarım ürünlerinden ve/veya bitkisel atık yağlardan üretilmiş biodizelin harmanlanmış olması zorunludur ibaresi yer almaktadır. Ek-Madde 1'de bulunan b-bendindeki "Takvim yılında asgari 500 m³ biodizelin harmanlanmış olması zorunludur." İfadesi ile de üretimin belirli bir seviyenin aşağısına inmesini önlemek amaçlanmıştır [15].

4.BİYODİZELİN EMİSYON DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Hava kirliliği insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkiler konusunda büyük bir öneme sahiptir. Söz konusu kirlilik, özellikle metropol şehirler düşünüldüğünde motorlu taşıtların etkisi göz ardı edilmeyecek derece çoktur. İçten yanmalı motorlarda yakıt hava karışımlarının yanması sonucu açığa çıkan zararlı gazların oluşturduğu gazlar egzoz gazlarını oluşturmaktadır. Emisyon ise bir aracın yarattığı hava kirliliğini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Bu nedenle motorlu taşıtların hava kirliliğinde önemli bir payı bulunmaktadır. Bu yüzden alternatif yakıt olarak biyodizel hem sınırlı fosil yakıtlara karşı bizler için bir seçenek olurken farklı karışım oranları deneylere tabii tutularak gerçekleşen gaz salınımlarının düşürülmesi de hedeflenmiştir.



Şekil 2: Motorlu araçların kirletici etkileri [19]

Egzoz emisyon değerlerine etki eden gazların başında CO (karbonmonoksit) gelmektedir.CO emisyonu, hava yakıt karışım oranı, oksijen miktarı ve motor sıcaklığı gibi parametrelere bağlı bir emisyon çeşididir. CO, moleküler yapısında oksijen içermeyen petrol kökenli yakıtların eksik yanması sonucunda meydana gelmektedir [20].

Azot ve oksijen gazlarının değişik moleküllerinin birleşmesi ile NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ vb. gibi çeşitli gazlar ortaya çıkar ki bunların hepsine birden “Azot oksitler” denir ve NO_x olarak ifade edilir [21].

Duman koyuluğu (is emisyonu) ise çoğunlukla dizel motorlarda oluşan bir emisyon türüdür ve kirletici bileşenlerin oluşumu yanma olayına bağlıdır [22].

Çevre kirliliğine ve iklimin olumsuz yönde etkilenmesine neden olan bu parametreler alternatif yakıt kaynağı olan biyodizel için de önemli hale gelmiş ve pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Ayçiçeğinden elde edilen B100 biyodizeli için yapılan deneysel çalışmada CO emisyonunda dizel yakıtı göre %25.6’lık bir azalma gözlenirken NO_xdeğerinde ise %9.5’lik bir artış saptanmıştır. NO_xemisyonundaki bu artış ayçiçeği biyodizeli içeriğinde yer alan oksijenden kaynaklanmaktadır [23].

Yapılan benzer bir çalışmada ele alınan kanola ve soyadan elde edilen saf biyodizel için CO değerleri sırasıyla %17 ve %35 azalma gösterirken NO_xdeğerlerinde %14 ve %26’lık artışlara rastlanmıştır. Buna ek olarak yapılan çalışmada ele alınan duman koyuluğu değeri ise dizel yakıtı göre kanola için %20, soya için de %34 kadar azalma görülmüştür [24].

Fıstık biyodizeli için CO değeri %35, duman koyuluğu %45 azalırken NO_x değerinde %25 artış deney sonuçlarına yansımıştır [22].

Ketencikten saf biyodizel için ele alınan değerler CO için %55, duman koyuluğu için %80 oranında azalma sağlarken NO_xdeğerinde %31.32 oranında artışa neden olmaktadır [25].

Tablo 4. Biyodizel Oranına Bağlı Olarak Emisyon ve Duman Koyuluğu Değişimi

<i>Biyodizel</i>	<i>CO</i>	<i>NOx</i>	<i>Duman Koyuluğu</i>
<i>Ayçiçeği</i>	↓ % 25.6	↑ % 9.5	*
<i>Kanola</i>	↓ % 17	↑ % 14	↓ % 25
<i>Soya</i>	↓ % 35	↑ % 26	↓ % 37
<i>Fıstık</i>	↓ % 35	↑ % 25	↓ % 45
<i>Ketencik</i>	↓ % 55	↑ % 31.32	↓ % 80

* belirtilmemiş

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Fosil kaynakların rezervlerindeki azalma ve enerjide dışa bağımlı olan özellikle ülkemiz gibi tarıma dayalı ekonomilerde alternatif yakıt olarak biyodizel ön plana çıkmaktadır. Çünkü gıda dışı alan olarak biyodizel üretimi amaçlı ekili toprak alanların artırılması ve biyodizel üretimi yapacak tesislerin kurulması, biyodizel kullanımının çevreye sağlayacağı katkılara ek olarak halkın istihdamına da fayda sağlayacağı ve enerji ithalatını azaltarak döviz rezervlerinin azalmasını engelleyeceği için toplamda ülke ekonomisine sağladığı etki daha da fazla olacaktır. Pek çok kullanım sahip olan biyodizel, sahip olduğu deavantajlara rağmen mevcut fosil rezervlerin hızla azalmasına paralel ihtiyacın da hızla artmasından dolayı alternatif yakıt olarak her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Ülkemiz, genç nüfusuna bağlı olarak gelişmekte olan ve enerji ihtiyacı sürekli artan dinamik bir ülkedir. Bu nedenle büyük çoğunluğunu yurt dışından ithal ettiğimiz fosil kökenli yakıtlara alternatif kaynaklara yönelmek ülkemizin dışa bağımlılığını azaltma yolunda atılacak adımlardan bir tanesidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyodizel, ülkemiz için üretim potansiyeli yüksek alternatifler kaynakların başında gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada biyodizelin hava kirliliğinin azalmasına etkisi incelenmiştir.

Yağlı tohum kaynaklı biyodizelin CO emisyonu incelendiğinde her ne kadar soya ve fıstık yağlarından yapılan biyodizel daha iyi olarak görünse de insan sağlığı açısından NOx oluşumu en az olan ayçiçeği yağından yapılmış biyodizelin, ayçiçeği üretim alanları da göz önüne alındığında, daha uygun bir seçenek olduğu görülmektedir. Gerek üretim miktarı ve gerekse çevreye olumsuz etkisi açısından baktığımızda yaygın olarak ekimi yapılan ve ekim alanına göre verimi yüksek olan ayçiçeği, çevre kirletici faktörlerden olan CO, NOx ve duman yoğunluğu göz önüne alındığında önemli bir avantaja sahiptir. Ancak ayçekirdeki aynı zamanda gıda olarak da tüketildiği için gıda yakıt ikileminde kalınmaması maksadıyla alternatif arayışında çalışmalara hız verilmeli ve gıda olarak kullanılamayacak yağların biyodizel

üretiminde kullanılmasına yönelik araştırmalar arttırılmalı ve ülkemizdeki çiftçiler bu yönde teşvik edilmelidir.

Kaynakça

1. <http://www.yegm.gov.tr>. Erişim 4.9.20192
2. <http://www.biyomotorin-biodiesel.com>. Erişim 4.9.2019
3. Karaosmanoğlu, F., Kurt G., Özaktaş T., Long team CI engine test of sunflowers oil. Renewable Energy, 19,219-221, 2000.
4. Şen, Z., Karaosmanoğlu, F., Şahin, A. D., Öztopal, Ahmet., Çetinkaya, M., “V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu”, Su Vakfı Yayınları, 26-28, 2004.
5. Aksoy, L., Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel ve Üretim Prosesleri, Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi (TATED), Cilt 2, No: 3, 45-52,2010.
6. Semwal, S., Arora, A. K., Badoni, R. P., and Tuli, D. K., „Biodiesel production using heterogenous catalysts“, Bioresource Technology, vol. 102, no. 3. pp. 2151–2161, 2011. .
7. Leung, D. Y. C., Wu, X., and Leung, M. K. H., A review on biodiesel production usingcatalyzed transesterification, Appl. Energy, vol. 87, no. 4, pp. 1083–1095, 2010. .
8. Mutlubaş, H., Özdemir, Z. Ö., Biyodizel Üretim yöntemleri ve Çevresel Etkileri, Kırklareli University Journal of Engineering and Science 129-143, 2016.
9. Sugoza, I., Oner, C., and Altun, S., The Performance and Emissions Characteristics of a Diesel Engine Fueled with Biodiesel and Diesel Fuel, Int. J. Agric. Res. Dev., vol. 2, no. 1, 2010.
10. Srivastava, A., Prasad R., Triglycerides-based Diesel Fuels, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.4, 111-133, 2000.
11. Prof. Dr. Hüseyin Öğüt , Yrd. Doç. Dr. Hidayet Oğuz, Biyodizel Üçüncü Milenyum Yakıtı, Nobel Yayınevi ISBN 9755917306.
12. <https://www.epdk.org.tr>. [erişim 9.9.2019]
13. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği, Enerji Güvenliği Enerji Tarımı Küresel Isınma Açısından Biyoyakıtlar, TOBB ETÜ, Ankara, 2007.
14. Gizlenci, Ş., Acar, M., Şahin, M., Türkiye’de Yenilebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve biyokütle) Projeksiyonu, Tarım Makineleri Bilim Dergisi, 8(3), 337-344, 2011.
15. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim 4.9.2019
16. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30602&tipi=17&sube=0. Erişim 4.9.2019

17. Kadiroğlu, A., Yerfistiği Yetiştiriciliği, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, 2008.
18. Kurt, O., Seyis, F., Alternatif Yağ Bitkisi; Ketencik, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 23(2):116-120, 2008.
19. Milli Eğitim Bakanlığı, Motorlu araçlar Teknolojisi / Egzoz Emisyon Kontrolü, Ankara, 2011.
20. Agarwal, K., Biofuels (alcohols and biodiesel) Applications As Fuels For Internal Engines Progress In Energy And Combustion Science 33, 233–271,2007.
21. Demir, B., Küçük Ölçekli Bir Biyodizel Sisteminin Oluşturulması, Elde Edilen Pamuk Yağı Metil Esterin Motor Performans Testleri, Enerjetik ve Ekserjetik Değerlendirilmesi Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İzmir 2009.
22. Hanbey, H., Öztürk, U., Fistik Yağı Metil Esterinin Dizel Bir Motorda Kullanımı ve D-2 Yakıtla Emisyon Değerlerinin Karşılaştırılması, Uluslararası Malzeme Bilimi ve Teknolojisi Konferansı Kapadokya/Türkiye, 2016.
23. Çelikten, İ., arslan, M., A., Dizel Yakıtı Kanola Yağı ve Soya Yağı Metil Esterlerinin Direkt Püskürtmeli Bir Dizel Motorunda Performans ve Emisyonlarına Etkilerinin İncelenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.,Cil 23, No4, 829-836, 2008.
24. Sugözü, İ., Aksoy, F., Baydır, Ş., A., Bir dizel Motorunda Ayçiçeği Metil Esteri Kullanımının Motor Performansına ve Emisyonuna Etkisi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt 6, No 2, 49-56, 2009.
25. Şimşek, R., Aydoğan, H., Ketencik Biyodizelinin Üretimi Ve Common Rail Enjeksiyon Sistemli Bir Motorun Emisyonlarına Etkisi, FCE Dergis-Bilimsel Makale, 4 Aralık 2016.
26. Dalai, A. K., İssaiyakul T., Kulkarni M. G., Bakhshi N. N., Production of Biodisel from waste fryer Grease using mixed methanol /ethanol system. Fuel Processing Technology,88,429-439, 2007.
27. Namver, H.,Findik Yağından Metil Ester Üretim Sürecinin Optimizasyonu Ve Motor Performansına Etkileri, Afyon Kocatepe Üniv. Yüksek Lisans Tezi, 2016.
28. Emiroğlu, H., Bir Trektör Modelinde Yakıt Olarak Değişik Oranlarda Biodizel Kullanımının Motor Karakteristiklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Adnan Menderes Üniv. Yüksek Lisans Tezi,2001.
29. Last R.J., Kruger M., Durnholz M., Emissions and Performance Characteristics of a 4-stroke, Direct Injected Diesel Engine Fueled With Blends Of Biodiesel and Low Sulfur Diesel Fuel. SAE paper 1995.
30. Şimşek, D., ayçiçeği Yağından Elde Edilen Biyodizelin Motor Performans ve Emisyonlarına Etkisi, Selçuk Teknik Dergisi, Cilt 15, Sayı 3-2016.

31. Öner, Z., Biyodizel üretiminde adsorban maddelerin rolünün incelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2011.
32. Ulusoy, Y., Tekin, Y., Çetinkaya, M., Karaosmanoglu, F., “The engine tests of biodiesel from used frying oil”, Energy Sources, 26, 927-932, 2004.
33. Formo, W. M., Jungermann, E., Norris, F. A., Sonntag, N. O. V., Bailey’s Industrial Oil and Fat Products, A.B.D., John Wiley & Sons, 99 -159, 1979.
34. Zhenyi C., Xing J., Shuyuan L., Li L., Thermodynamics Calculation of the Pyrolysis of Vegetable Oils”, Energy Sources, 26, 849-856, 2004.

**CFD ANALYSIS AND THERMAL PERFORMANCE INVESTIGATION OF THE
RADIATOR BY USING DIFFERENT COOLANTS**

Assist. Prof. Dr. ASLI ABDULVAHİTOĞLU

Adana Alparslan Türkeş Science And Technology University

ALİ KANDEMİR

Adana Alparslan Türkeş Science And Technology University

ÖZET

Teknolojinin gelişimi ve beraberinde getirdiği yenilikler birçok açıdan insan yaşamını kolaylaştırmıştır. Bu gelişmelerin en önemli kısımlarından biri şüphesiz bilgisayarlardır. Bilgisayarların ve paket programların geliştirilmesi tasarım, üretim ve analiz gibi mühendislik işlemlerinde karşılaşılan birçok sorunun çözümünü kolaylaştırdı ve daha hızlı sonuçlar alınmasına imkan verdi. Bu çalışmada, otomotiv endüstrisindeki ana çalışma alanlarından biri olan soğutma sistemlerinin ısı performansına bir çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Çözüm için bir bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Öncelikle, ısı transferinin analitik çözümü yapılmış ve daha sonra radyatör borusunun 3D modellemesi Solidworks ile yapılmıştır. Radyatör borusu iç çapı ve et kalınlığı sırasıyla 7 mm ve 9 mm olarak ayarlanmıştır. Tasarım sürecinden sonra 3B modelleme, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) analizi için Ansys yazılımına aktarılmıştır. Giriş ve çıkış sıcaklığı koşulları sırasıyla 95 ve 45 °C olarak ayarlanmıştır. Duvar koşulları oda sıcaklığına ayarlanmıştır. Çalışma kapsamında konvansiyonel soğutucunun CFD analizi yapıldı ve daha sonra nanoakışkanların CFD analizi yapıldı. Aynı koşullar altında çalışan farklı sıvıların sonuçları karşılaştırıldı ve bu karşılaştırmalar sonucunda, radyatörde nano-sıvı kullanımının ısı performansını arttırdığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nanoakışkanlar, CFD, Isı Transferi, Otomotiv

ABSTRACT

The development of technology and the innovations it brought with it have facilitated human life in many respects. One of the most important parts of these developments is undoubtedly computers. The development of computers and package programs facilitated many problems and provided faster results in engineering processes such as design, production, and analysis. In this study, it has been tried to find a solution to the thermal performance of cooling systems which is one of the main working foci in automotive industry and radiator systems which is one of the important parameters in these systems with the help of computer package programs. First of all, mathematical modeling of the heat transfer has been made and then, 3D modeling and the design of tube radiator tube have been made on the Solidworks. Tube inner diameter and wall thickness have been set respectively as 7mm and 9mm. After the design process, 3D modeling was transferred to Ansys software for CFD analysis. Inlet and outlet temperature conditions have been set respectively as 95 °C and 45 °C. Wall conditions have been set as a

convective wall and the temperature of the wall set at room temperature. In the scope of the study, CFD (Computational Fluid Dynamics) analysis of conventional coolant was made and then CFD analysis of Nanofluids was performed. The results of different fluids operating under the same conditions were compared and it was shown in the CFD results that the thermal performance of the use of Nanofluids was increased as a result of these comparisons.

Keywords: Nanofluids, CFD, Heat Transfer, Automotive.

1. INTRODUCTION

Technological investments and the developments brought with it have made human life easier. However, technology is increasingly integrated into human life. Acceleration of industrial production and the increase in consumption have progressed in direct proportion. One of the biggest examples of this acceleration in the industry and this increase in the use of products is the automotive industry. However, the developments in the industry have continued not only in terms of products but also in artificial intelligence and computer systems. The development of computers and software has greatly facilitated human life in terms of engineering and accelerated processes such as production and analysis. The automotive industry, which is growing day by day, is constantly coming up with innovative solutions. However, there are some problems in which the studies are inadequate and one of the most important problems is the problem of overheating. One of the recent efforts to minimize the problem of overheating has been the integration of Nanofluids into cooling systems.

Choi et al. [1] started to use nanoparticles and it has become an important focus day by day and has been used in multiple industries. The integration of nanoparticles into cooling systems has continuously improved and many studies have been done in this sense. S.M. Peyghambarzadeh et al. [2] has made an investigation about the heat transfer performance of the car radiator by using Al_2O_3 -Water nanofluid. Results show that the using of the nanofluid increases the thermal performance of the radiator system as compare the using conventional coolants about %45. S.A. Ahmed et al. [3] has made a study on the heat transfer performance of the radiator by using TiO_2 -Water Nano-fluid at different concentrations. Results show that using Nano-fluid can enhance the effectiveness of the heat transfer about %47 compared to using water as a coolant.

Computer programs have been a significant helper factor in these studies. Some of these facilities are design and CFD analysis. Rinu et al. [4] have made an investigation on the automobile radiator system by using CFD analysis. Researchers have study on the different parameters on the radiator which effecting the heat transfer of the radiator. The researchers reported that the temperature drop is 4 °C higher on the helical tube than the straight tube. V. Delavari et al. [5] have made an investigation on the car radiator CFD analysis by using different coolants. Al_2O_3 -Water and Al_2O_3 -Ethylene Glycol nanofluids have been used respectively. Researchers reported that the differences in friction factor are less for each nanofluid and there is a reduction in the heat transfer rate for the same volumetric flow. Furthermore, there is less pumping power required for the Nano-fluids.

Pendyala et al. [6] have made an investment about the CFD analysis of the heat transfer performance on a car radiator and the results depict that the using of the Nanofluids as a coolant

enhanced the heat transfer performance by the high effective thermal conductivity. In addition to this study, Krishna et al. [7] have made a study on the heat transfer performance of an automobile radiator by using CFD analysis and different Nanofluids. When the results are examined, it is seen that Nanofluids make higher convective heat transfer compared to commonly used refrigerants. Deepu et al.[8] Has made an investigation about the CFD analysis for evaluating to heat transfer performance of the car radiator. Water and ethylene glycol-based coolants have been used and Al_2O_3 nanoparticle. Researchers reported that the thermal performance of the radiator using Nano-fluid is increase. In addition, 56.3% and 68.4.5 heat transfer enhancement observed.

In this study, other studies were taken into consideration and the effect of basic refrigerant and Nanofluids on thermal performance was investigated by CFD analysis. The same geometry and boundary conditions were used and the thermal performance effect of the Nanofluids compared to the basic refrigerants was evaluated

2. MATERIAL AND METHOD

2.1 DESIGN PROCESS

The design of the car radiator has been made on the SolidWorks software. In the beginning stage of the design, several type radiator has been modeled on the SolidWorks. In addition to this process, the radiator design under optimum conditions for cod analysis is designed as shown in **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** and design properties of radiator tube **Table 1. Design properties of the car radiator** respectively.

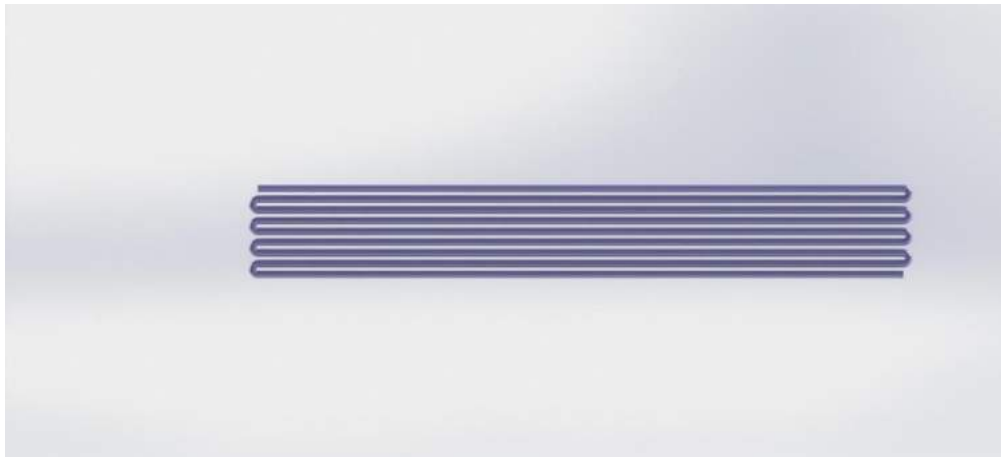


Figure 1. Tube Design

Table 1. Design properties of the car radiator

<i>Material</i>	<i>Alumina</i>
<i>Weight</i>	842.10 g
<i>Volume</i>	212652.46 mm ³
<i>Lenght</i>	5400

2.2. CFD ANALYSIS SETUP

The model which was designed in the Solidworks program to make CFD analysis adjustments was arranged in Ansys geometry modeling. Then, boundary conditions have been set as given in **Table 2. Boundary Conditions** below.

Table 2. Boundary Conditions

Domain	Boundaries
Radiator Tube	Outlet
	PRESSURE-OUTLET
	Temperature = 45 °C
	Hydraulic Diameter = 7 mm
	Convection Wall
	WALL
	Temperature = Room temperature
	Wall Thickness= 1mm
	Inlet
	VELOCITY-INLET
	Temperature= 95 °C
	Hydraulic Diameter = 7 mm
	Inlet Velocity =1 m/s

2.2.1. Mesh Setup

In order to achieve an optimum mesh, Ansys mesh setup has been used. Inlet mesh contour and wall mesh contour has depicted in the below respectively

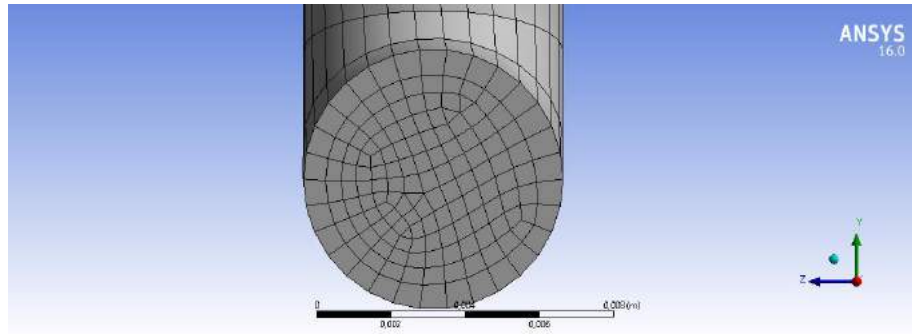


Figure 2. Inlet mesh contour

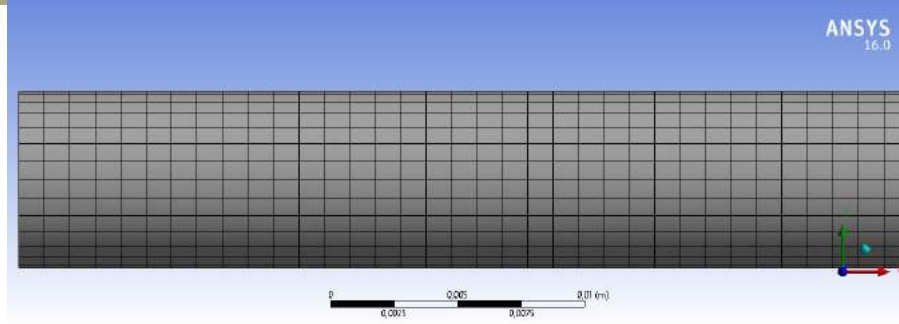


Figure 3. Wall mesh contour

Sweep, inflation, edge sizing method has been set respectively and the mesh contours have been obtained. In addition to these figures above a few statistics about mesh quality and amount of the mesh cells given below.

Table 3. Mesh Statistics

<i>Statistics</i>	
<i>Nodes</i>	816150
<i>Elements</i>	745280
<i>Mesh Metric</i>	Skewness
<i>Min</i>	2,93343352606188E-02
<i>Max</i>	0,417263032803562
<i>Average</i>	0,149004576406625
<i>Standard Deviation</i>	7,33188196252793E-02

2.3. NUMERICAL CALCULATIONS

2.3.1 NUMERICAL CALCULATIONS FOR WATER

Several numerical calculations were made before making the CFD settings. Thermo-physical properties of water selected as the base coolant for the calculations are selected as follows.

Inlet diameter (D) = 7 mm

Hydraulic diameter (D_h) = 7 mm

$T_{inlet} = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{outlet} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{mean} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Following the calculation of the average temperature, the properties given in the table below were obtained from the thermal properties table.

Table 4. Thermo-physical properties of the water [9]

<i>Density (ρ)</i>	997,5 kg/m ³
<i>Dynamic Viscosity (μ)</i>	0,404 x 10 ⁻³ kg/m*s
<i>Thermal Conductivity (k)</i>	0,663 W/m*K
<i>Specific Heat (C_p)</i>	4190 J/kg*K
<i>Prandtl Number (Pr)</i>	2,55

$$\text{Reynold (Re)} = \frac{\rho * V * D}{\mu} = \frac{997,5 * 7 * 10^{-3} * 1}{0,404 * 10^{-3}} = 17.283,41 \quad (1) \quad [10]$$

$$\text{If } 10^4 < \text{Re} < 10^6 \quad (2)$$

$$f = (0.792 * \ln \text{Re} - 1.64)^{-2} \quad (3) \quad [11]$$

$$\text{Pr} = \frac{C_p \mu}{k} = 2,55 \quad (4)$$

$$\text{Nusselt (Nu)} = 0.125 * f * \text{Re} * \text{Pr}^{1/3} \quad (5) \quad [12]$$

$$\text{Nu} = \frac{h * D}{k} \quad (6)$$

$$\text{Nu} = 35.12$$

$$h = 3326 \text{ W/m}^2 * \text{K}$$

After the numerical calculations were completed Ansys CFD setup has been made and all the conditions have been adjusted to calculations.

2.3.2 NUMERICAL CALCULATIONS FOR NANOFLUID

The thermophysical properties of the Nanofluid to be used in numerical calculations are given in the table below.

Table 5. Thermophysical Properties Of The Nanoparticle [9]

<i>Nanoparticle</i>	<i>Al₂O₃</i>
<i>Volumetric Concentration (%)</i>	4
<i>Density (kg/m³)</i>	3970
<i>Thermal Conductivity (W/mK)</i>	46
<i>Specific Heat Capacity (J/kg K)</i>	765

$$\rho_{nf} = (\varphi) * \rho_p + (1 - \varphi) \rho_{bf} \quad (1) \quad [8]$$

$$C_{p_{nf}} = \varphi (C_p)_p + (1 - \varphi) (C_p)_{bf} \quad (2) \quad [13]$$

$$k_{nf} = \frac{2k_{bf} + k_p + 2\varphi(k_p - k_{bf})}{2k_{bf} + k_p - \varphi(k_p - k_{bf})} k_{bf} \quad (3) \quad [14]$$

$$\mu_{nf} = (1 + 2.5 * \varphi) * \mu_{bf} \quad (4) \quad [15]$$

The thermophysical properties of Nanofluid are calculated by using the equations given above and are given in the table below **Table 6. Thermo-Physical Properties Of Nano-Fluid6.**

Table 6. Thermo-Physical Properties Of Nano-Fluid

<i>Density (ρ)</i>	1116.4 kg/m ³
<i>Dynamic Viscosity (μ)</i>	4.444 x 10 ⁻⁴ kg/m*s
<i>Thermal Conductivity (k)</i>	0.636 W/m*K
<i>Specific Heat (C_p)</i>	4053 J/kg*K
<i>Prandtl Number (Pr)</i>	2.83
<i>Reynold (Re)</i>	17585
<i>Nusselt (Nu)</i>	2.83
<i>Specific Heat Capacity</i>	7626 W/m ² *K

3. RESULTS

After the thermo-physical properties and boundary conditions settings were made, iterations were made by CFD program and the following values about the temperature both water and Nanofluid were obtained given by the **Table 7. Temperature Results**. In addition, the temperature and vector contours are given **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** and **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** respectively.

Table 7. Temperature Results

	<i>Water</i>	<i>Nanofluid</i>
T_{max}	368 K	368 K
T_{avg}	331.90 K	322 K
T_{min}	308.2198 K	302.0014 K

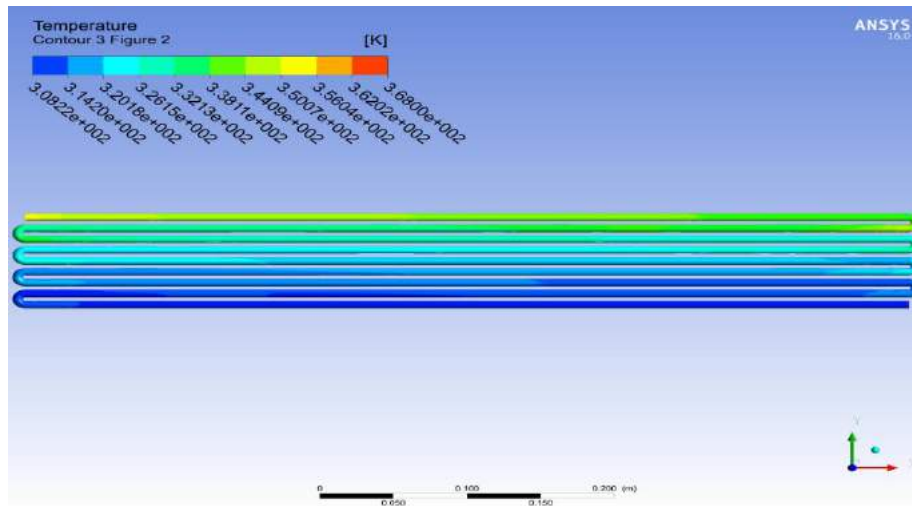


Figure 4. Temperature contour of the water

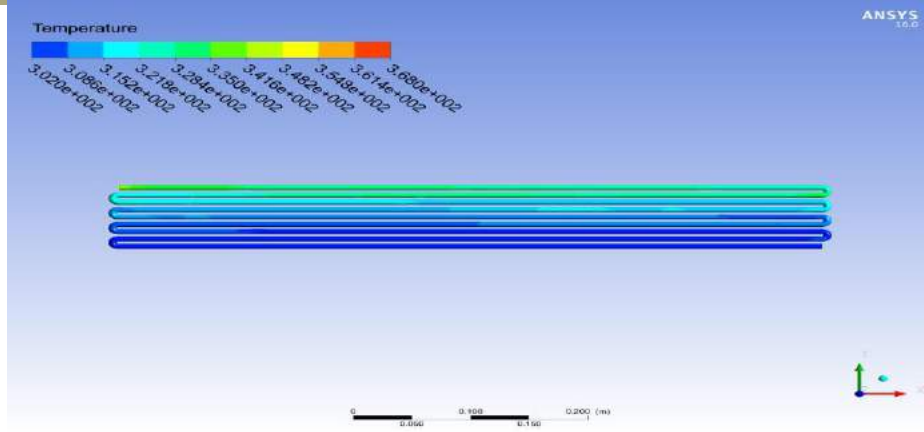


Figure 5. Temperature contour of the nanofluid

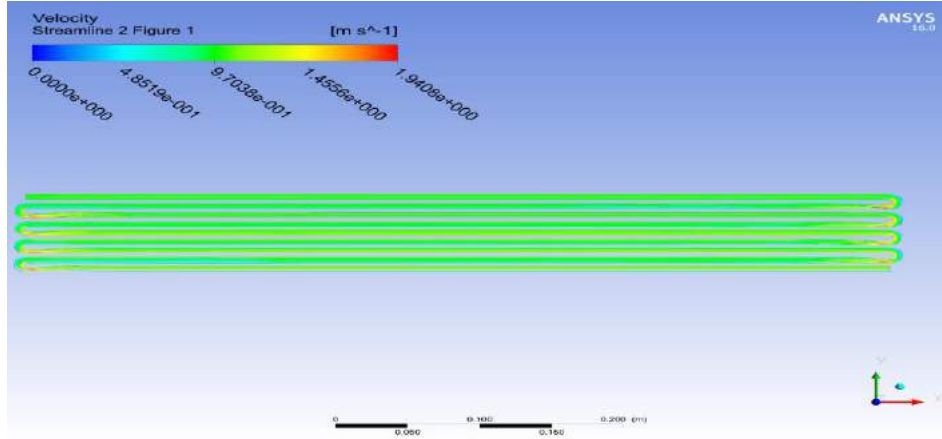


Figure 6. Velocity contour of the water

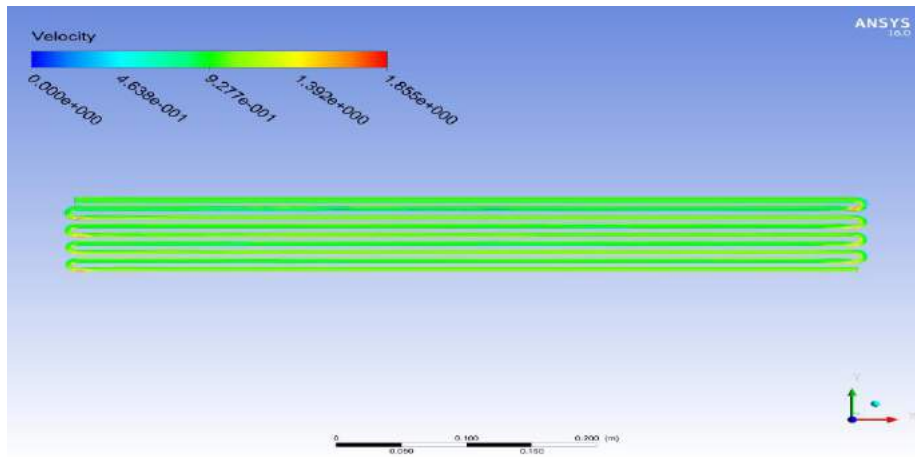


Figure 7. Velocity contour of the nanofluid

4. CONCLUSION

Computer-aided analysis solution has made in order to solve the overheating of the vehicle radiator. Different types of coolants have been selected (namely Al_2O_3 as nanoparticle and water). for the radiator overheating problem. Calculations have been made for each coolant. Then the CFD reports of the convective heat transfer of each coolant have obtained. The results showed that using Nanofluid as a coolant gives better thermal results than the water. For further studies, different volume concentrations will be analyzed both analytically and experimentally.

REFERENCES

- [1] S. U. S. U. S. Choi, Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. 1995.
- [2] S. M. Peyghambarzadeh, S. H. Hashemabadi, M. S. Jamnani, and S. M. Hoseini, "Improving the cooling performance of automobile radiator with Al_2O_3 /water nanofluid," Appl. Therm. Eng., vol. 31, no. 10, pp. 1833–1838, 2011.
- [3] S. A. Ahmed, M. Ozkaymak, A. Sözen, T. Menlik, and A. Fahed, "Improving car radiator performance by using TiO_2 -water nanofluid," Eng. Sci. Technol. an Int. J., vol. 21, no. 5, pp. 996–1005, 2018.
- [4] R. Sathyan, "Analysis of Automobile Radiator Using Computational Fluid Dynamics," Int. J. Latest Technol. Eng. Manag. Appl. Sci., vol. V, no. Vi, pp. 156–160, 2016.
- [5] V. Delavari and S. H. Hashemabadi, "CFD simulation of heat transfer enhancement of Al_2O_3 /water and Al_2O_3 /ethylene glycol nanofluids in a car radiator," Appl. Therm. Eng., vol. 73, no. 1, pp. 380–390, 2014.
- [6] R. Pendyala, J. L. Chong, and S. U. Ilyas, "CFD analysis of heat transfer performance in a car radiator with nanofluids as coolants," Chem. Eng. Trans., vol. 45, pp. 1261–1266, 2015.
- [7] G. Sai Krishna and G. A. Reddy, "Comparative CFD Analysis and Investigation of Automobile Radiator Using Nanofluids," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 455, no. 1, 2018.
- [8] D. Deepu, A. Krishna, and S. Jilani, "CFD Simulation of Radiator for Heat Transfer Enhancement Using NANO fluids Based Coolant in Automobiles," Ijmca, vol. 2, no. 5, pp. 146–154, 2014.
- [9] Y. Cengel and M. Boles, "Property tables and charts (SI-units)," Thermodyn. An Eng. Approach, 2011.
- [10] Y. A. Cengel and A. J. Ghajar, Heat and Mass Transfer, Fundamentals & Application, Fifth Edition in SI Units. 2015.
- [11] B. S. Petukhov, "Heat Transfer and Friction in Turbulent Pipe Flow With Variable Physical Properties," Adv. Heat Transf., 1970.
- [12] S. Aravinth, "Prediction of heat and mass transfer for fully developed turbulent fluid flow through tubes," Int. J. Heat Mass Transf., 2000.

- [13] B. C. Pak and Y. I. Cho, “Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles,” Exp. Heat Transf., 1998.
- [14] M. James Clerk, A treatise on electricity and magnetism. 2010.
- [15] A. Einstein, “Eine Neue Bestimmung der Moleküldimensionen,” Ann. Phys., 1906.

3D YAZICILARDA ÇİZGİ KALINLIĞI-AKIŞ ORANI İLİŞKİSİNİN BASKI SÜRESİ VE KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Volkan KORKUT

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Arş. Gör. Alper BURGAÇ

Çukurova Üniversitesi

Arş. Gör. Hürrem AKBIYIK

Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan YAVUZ

Çukurova Üniversitesi

ÖZET

Son yıllarda 3 boyutlu yazıcıların kullanım alanları oldukça genişlemiştir. Kullanım kolaylığı ve maddi açıdan erişilebilirlik gibi avantajları sayesinde Ergiyik-Biriktirme Yöntemi (*Fused Deposition Modelling, FDM*) en çok tercih edilen yöntem olarak tanınmaktadır. Bu tür cihazlar, piyasada kullanıma hazır halde bulunabildiği gibi, demonte bir şekilde de temin edilebilmektedir. Özellikle demonte şekilde gelen cihazları oluşturan bileşenlerin ucuz ve kolay bulunabilir olmaları, bu tür cihazların tercih sebepleri arasındadır. FDM tipi cihazlar, sunduğu avantajların yanında bir takım zorlukları da beraberinde getirmektedir. Yüzlerce bileşenin bir insan tarafından bir araya getiriliyor olması, kullanılan bileşenlerin marka/modellerinin, dolayısıyla toleranslarının farklı olması, elektronik bileşenlerin kendi aralarında ve diğer bileşenlerle olan uyumsuzluğu, baskı kalitesine olumsuz etki eden faktörlerden bazılarıdır. Bu tür fiziksel etkenlere ek olarak, yazılımsal parametrelerin belirlenme aşaması da baskı kalitesine ve süresine direkt olarak etki eden unsurların başında yer almaktadır. İstenen parça, önce yan yana gelecek şekilde çizgilerin bir yüzey üzerine akıtılması ve bu işlemin dikey katmanlar halinde devam etmesi ile üretilmektedir. Filament halindeki hammaddenin ertitilmesiyle oluşturulan çizgiler, üretilecek parçanın kalitesini belirleyen en temel faktördür. Dijital ortamdaki parça boyutlarının, üretilecek parça boyutları ile eşleşmesi, çekilen çizgilerin ve katmanların boyutsal tutarlılığına doğrudan bağlıdır. Yazılımda belirlenen çizgi boyutları ile gerçekte ölçülen değerler; ekstrüzyon mekanizması, öngörülemez sürtünmeler ve elektronik gürültüler gibi nedenlerden dolayı her zaman eşleşmemekte ve gerçek parçanın boyutları ile dijital modelin boyutları birbirinden farklı olmaktadır. Bu hatayı ortadan kaldırmak için ertitilen malzemenin saniyedeki akış miktarının kalibre olması, değilse edilmesi gerekmektedir. Bu işlem özellikle, parçanın boyutsal tutarlılığından ödün vermeden, uzun baskı sürelerinin kısaltılması istendiği zamanlarda yapılması zorunlu bir işlemdir.

Bu çalışmada kendin-yap tarzı bir 3D yazıcı imal edilmiş olup, yazılımda belirlenen çizgi kalınlığını gerçekte de elde edebilmek amacıyla akış oranı parametresi değiştirilerek bir dizi

kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler neticesinde kaliteden ödün vermeden, çok daha kısa baskı sürelerinde üretim işlemi yapılabileceği konusunda literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: 3 boyutlu yazıcılar, çizgi kalınlığı, akış oranı, baskı süresi

ABSTRACT

Nowadays the usage areas of 3d printers have dramatically increased. The *Fused Deposition Modelling* have become the most preferred method inside 3d printing technology due to being easy to use and low cost. These kind of devices can be found in the commercial market as ready-to-use products as well as disassembled do-it-yourself (DIY) packages. Lately, DIY type devices are getting more popular because of its easy-to-find components with lower prices. FDM type devices provide many advantages to the end user such as rapid prototyping and functional part manufacturing but there are still some challenges in this technology. The human factor during the assembling of hundreds of components, deviated operational tolerances of the components even they have the same brand/model, and electronic distortions while operating may cause the device operate inconsistent in manufacturing. In addition to these physical factors, the step of parametrical input definition in the slicer software has also direct effect over the part quality as well as the printing times. As an operational principle of the 3d printers, the melted material are extruded in form of lines as an array and this operation continues layer upon layer until the full part is obtained. Here, the dimensional properties of a single line deposited is the most important feature in the printing operation. Because, the dimensional agreement between the CAD model and physical part strictly depend on the dimension of a single line since the part is obtained by the deposition of all single lines at the end of the process. In the most printing process, the problem of the mismatched dimensions between the digital model and the real part is faced because of several reasons sourced by the extrusion mechanism, unexpected frictions and electronical distortions. In order to remove these defectants, the flow rate of the extruded material must be calibrated unless it is meeting the digital input. The calibration is a crucial step in order to obtain a part in shortened manufacturing times without sacrificing the dimensional accuracy.

In this study, a DIY type 3d printer has been constructed and then calibrated in order to obtain desired single line geometry that is previously defined in the slicer software. As a result, it is aimed to bring a new perspective to the literature about reducing the manufacturing process while keeping the part quality acceptable according to the job.

Keywords: 3d printers, line width, flow rate, reducing printing times

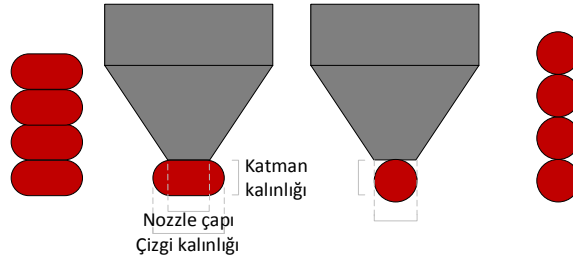
1. GİRİŞ

Ergiyik Biriktirme Yöntemi (FDM) ile yapılan parça üretiminin kalitesini arttırabilmek ve üretim sürelerini kısaltabilmek adına günümüzde çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu yöntem çok karmaşık parçaların, talaşlı imalat yöntemine kıyasla çok daha hızlı bir şekilde üretilmesini sağlar. Aynı zamanda, direkt olarak CAD modelinden alınan veri ile üretim işlemi gerçekleştiğinden dolayı malzeme israfı ve üretim hataları da minimize edilmiş olur. Bunun yanı sıra, FDM ile amaca yönelik parça üretebilmek için dijital tasarım ile üretimin gerçekleştirileceği 3 boyutlu yazıcı cihazı arasında tutarlı bir bağ kurulması gerekmektedir. İlk aşama olarak modelleme yapılırken, modelin 3 boyutlu yazıcıda üretime uygun olacak şekilde (Design for Manufacturing) tasarlanması gerekmektedir. Tasarımdan sonraki adım olarak dilimleyici aracılığıyla modelin yatay katmanlara bölünmesi gerekmektedir. En kritik noktalardan birisi olan dilimleme işlemi esnasında birçok üretim parametresi de belirlenmektedir. Üretimin kalitesi, parametrelerin birbirleriyle uyumlu olacak şekilde belirlenmesi ile doğrudan alakalıdır. Çünkü bu aşamada ergimenin gerçekleşeceği sıcaklık, katman yüksekliği, nozzle ve tablanın hareket yönleri, hızları ve aralarındaki başlangıç mesafesi ve nozzle çapı gibi bir takım kritik bilgilerin girişi yapılmaktadır. Özellikle düşük maliyetli ve açık kaynak kod kullanımına izin veren cihazlarda, ihtiyacı karşılayacak özelliklerde bir parça üretimi gerçekleştirebilmek için tüm parametrelerin birbirleriyle uyumlu olması konusunda ekstra bir efor sarf edilmesi gerekmektedir. Parametreler belirlenirken, CAD model, dilimleyici, cihaz kontrolcüsünün hassasiyeti, cihazın elektro-mekanik yapısı ve üretilen parçadan beklenen özellikler gibi bir çok unsur dikkate alınır. Geçmiş zamanlarda yapılan çalışmalar, üretilen parçanın dayanımının, yüzey kalitesinin veya üretim süresinin incelenmesi şeklinde kategorize edilebilir. Thrimurthulu ve ekibi, yüzey kalitesinden ödün vermeden katman kalınlığının ne kadar arttırılabileceği, dolayısıyla üretim sürelerinin optimizasyonu konusunda çalışmalar yapmıştır [1]. Başka bir çalışmada, destek malzemesi kullanımını azaltarak baskı süresinin kısaltılması incelenmiştir [2]. Üretim süresinin kısaltılmasına ek olarak, parça dayanımının ön planda olduğu üretim işlemleri de mevcuttur. Dudescu ve Racz yaptıkları parametrik çalışmada, parçanın dolgu oranı ve geometrisi üzerinde değişimler yaparak, en iyi dayanımın hangi değerlerde elde edildiğini incelemişlerdir [3]. Yazılımda belirlenen dolgu parametreleri ile baskı süresi arasındaki ilişki, bazı çalışmalarda da incelemeye alınmış, parçadan istenen özelliklere göre parametreler üzerinde oynamalar yapılarak deneyler gerçekleştirilmiştir [4,5]. Akış oranına bağlı olarak değişen çizgi ve katman kalınlıklarının, son ürün üzerindeki etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, ekstrüzyon bölgesindeki basınç düşüşü, yüzey kalitesi ile alakalandırılmıştır [6]. Ek olarak, extrude edilen malzeme miktarının, farklı nozzle çapları ile ilişkisinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur [7,8]. İstenen parçaya göre yüzlerce parametrenin bir bütün halinde değerlendirilmesi ve belirlenmesi gerekliliği hususunda çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak akış miktarının, dolayısıyla ekstrüzyon mekanizmasının üretilen parçadan beklenen özellikler doğrultusunda kalibre edilmesinin sağladığı avantajlar konusunda yapılan çalışmaların sayısı yeterli değildir. Bu çalışmada, farklı duvar kalınlıklarında parça basılmak istendiğinde; nozzle, tahrik dişlileri ve/veya filament değişimi gibi mekanik modifikasyonlar yapılmasına gerek duyulmadan, sadece yazılımsal değişiklikler yapılarak yüzey kalitesinden ödün vermeden baskı sürelerinin kısaltılabilmesi hedeflenmiştir. Örneğin 0,4 mm çapında bir nozzle ile 0,8 mm kalınlığında bir duvar oluşturulmak istendiğinde nozzle'ın ilgili bölgede en az 2 tur tarama yapması gerekirken, 0,8 mm'lik bir nozzle ile tek seferde işlem

tamamlanabilir. Bu sayede baskı süresi kısaltılmış olur. Ancak, cihazlar üzerinde yapılacak bu tür parça değişimleri pratik değildir. Dahası, bu tür değişimler zamanla cihazın çalışma hassasiyetini azaltır, kritik bölgelerde aşınmalara neden olur. Bu çalışmada konu edinildiği üzere, cihazda herhangi bir parça değişimi yapmadan, sadece yazılım parametreleri değiştirilerek, farklı çaptaki nozzle'lar ile yapılabilecek işlemlerin taklit edilerek baskı süresinin kısaltılması, belirli bir aralıkta mümkün olabilmektedir. Çalışma aralığının belirlenmesi, ekstrüzyon mekanizmasının istenen/beklenen çizgi kalınlığına karşılık gelecek şekilde kalibre edilmesi, kalibre edilmiş cihaz ile numune üretimi ve numune boyutlarının dijital model boyutları ile tutarlılığının incelenmesi ve tüm bunlar sayesinde elde edilebilecek avantajlar konusunda literatüre katkıda bulunmak da hedefler arasındadır.

2. DENEYSEL SÜREÇ

Deneylerde kullanılmak üzere, Marlin yazılımına sahip bir kontrolcü ile çalışan 3 boyutlu yazıcı tercih edilmiştir. Açık kaynak kodu kullanımına izin veren bu model cihazlar, hem yazılımsal hem donanımsal açıdan modifiye edilebilir olmalarından dolayı tercih edilmiştir. Bu tür cihazlarda, birim zamanda nozzle deliğinden dışarıya akıtılan ergiyik oluk miktarı yazılımsal olarak belirlenebiliyor olsa da istenen ölçülerde malzeme eldesi için bir ön kalibrasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Herhangi bir standart değeri olmamakla birlikte; örneğin 0,4 mm çapında bir nozzle kullanıldığı durumda, yüzeye depolanacak ergiyik çizgi kalınlığının, nozzle çapından bir miktar daha büyük olması beklenir [9,10]. Ölçünün artmasının bir sebebi olarak nozzle dış alt tabanının, ergiyik malzemeyi bir miktar ezerek katmanlar arası yapışmayı arttırmasının amaçlanması olarak gösterilebilir. Başka bir deyişle, nozzle'dan çıkan ergiyik yüzeye yapışmadan önceki formunda 0,4 mm'lik bir çapa sahip olması beklenir iken, nozzle alt tabanının temasından dolayı yanlara doğru taşma yapar. Bu durum, temsili olarak aşağıdaki figür ile gösterilmiştir.



Şekil 1: Nozzle'dan akıtılan ergiyik olukların karşıdan alınmış temsili kesit görüntüsü

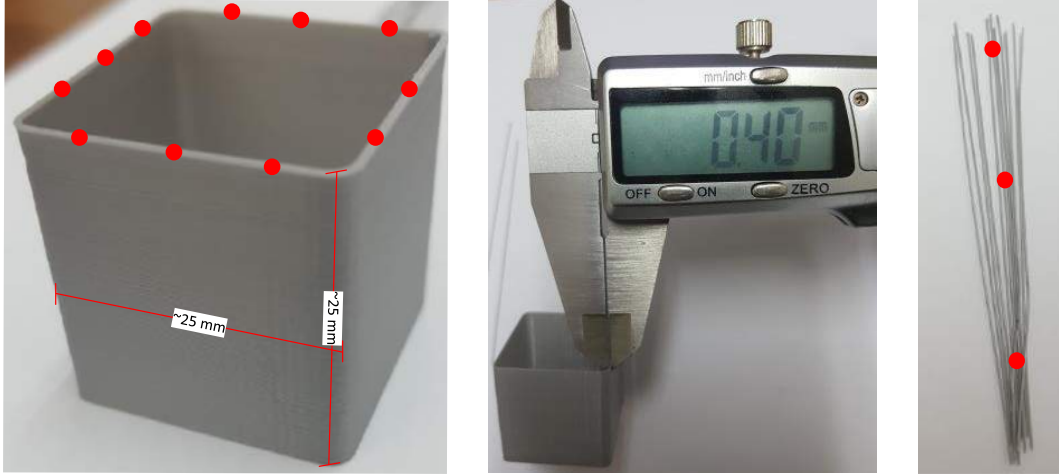
Bu çalışmada ise, öncelikle ezilme miktarı konusunda herhangi bir standart bulunmadığından ve asıl inceleme konusu olarak katmanların yapışma miktarından çok, akış miktarının çekilen çizgi kalınlığına etkisini araştırmak üzere kurgulandığından dolayı yüzey üzerine çekilecek çizgi kalınlığı, nozzle çapı ile eşdeğer olacak şekilde kalibrasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada Cura dilimleyicisinde 0,4 mm olarak belirlenen çizgi genişliği (*Line Width*) parametresinin, 0,4 mm'lik bir nozzle aracılığıyla elde edilen çizgiler ile gerçekte uyuşup uyuşmadığı denetlenmiştir. İlk denemede, filament itiş mekanizmasındaki beklenmeyen sürtünmeler, nozzle içerisindeki tespit edilmesi güç impüriteler veya stepper motor

sürücüsündeki elektronik dalgalanmalar nedeniyle çizgilerin, yazılımsal parametrelerde belirlenen kalınlıktan yaklaşık %15 oranında daha fazla olduğu (0,46 mm) gözlemlenmiştir. Bu sapmanın giderilmesi adına oransal bağıntı kurulmuş olup, yazılımda default olarak gelen %100 değerindeki saniyedeki akış miktarı parametresi (*Flow*), bağıntı sonucu elde edilen yeni değer (%86,96) ile değiştirilmiştir. Bağıntı, (1) numaralı eşitlik ile ifade edilmiştir.

$$\text{Yeni akış oranı} = (\text{yazılımsal duvar kalınlığı} / \text{ölçülen duvar kalınlığı}) * (\text{mevcut akış oranı}) \quad (1)$$

Yeni akış oranı belirlenirken içi boş, alt ve üst yüzeyleri olmayan, sadece yan duvarlardan oluşan bir geometri kullanılmıştır.



Şekil 2: Üretilen numunenin boyutları ve ölçüm yapılan noktaları (sol). İlk kalibrasyon sonrası ölçülen duvar kalınlığı (orta). boşluğa akıtılan (yüzeye sıvanmayan) serbest ergiyik oluklar ve ölçüm noktaları (sağ).

Yığılma, çarpılma gibi ısıl deformasyon kaynaklı boyutsal sapmaları mümkün olduğunca elimine etmek amacıyla duvar kalınlıklarının ölçümü; duvarların en üst noktalarından ve her kenardan 3'er adet olmak üzere toplamda 12 adet duvar kalınlığı, dijital kumpas aracılığıyla ölçülmüş ve ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması nihai duvar kalınlığı olarak kaydedilmiştir. Başlangıç numunesinde ölçülen 0,46 mm kalınlık değeri, (1)'deki bağıntı aracılığıyla bulunan %86,96 akış oranı değeri ile tekrar üretildiğinde, üretilen parçanın duvar kalınlığının 0,4 mm olması sağlanabilmiştir (Tablo 1). Dolayısıyla bu yeni akış oranı değeri referans olarak kabul edilmiş olup, farklı duvar kalınlıklarında numune üretim işlemlerinde de başlangıç değer olarak kullanılmıştır.

Tablo 1: Üretim parametreleri (sol). İlk kalibrasyon ölçüm sonuçları (sağ)

Katman kalınlığı: 0,2 m
Duvar kalınlığı: 0,4 mm
Dolgu oranı: 0%
Nozzle sıcaklığı: 200 C
Tabla sıcaklığı: 65 C
Baskı Hızı: 30 mm/s

	<i>Kalibrasyon</i>	<i>Öncesi</i>	<i>Sonrası</i>
Cura	Akış oranı (%)	100,00	86,96
	Line width	0,40	0,40
Ölçüm	Duvar kalınlığı	0,4600	0,4008
	Sapma (%)	15	0,2

Dilimleyicide 5 farklı duvar kalınlığı belirlenerek, toplamda 5 çift olmak üzere 10 adet numunenin üretimi gerçekleştirilmiş olup, akış oranı değişimine bağlı olarak ergiyik olukların boyutsal değişimleri ve oluklar aracılığıyla elde edilen duvar kalınlıkları incelenmiştir. Ek olarak, nozzle'dan akıtılan ergiyik oluğun, yüzeye sıvanmadan önceki boyutsal ölçümleri de sağlanmıştır.

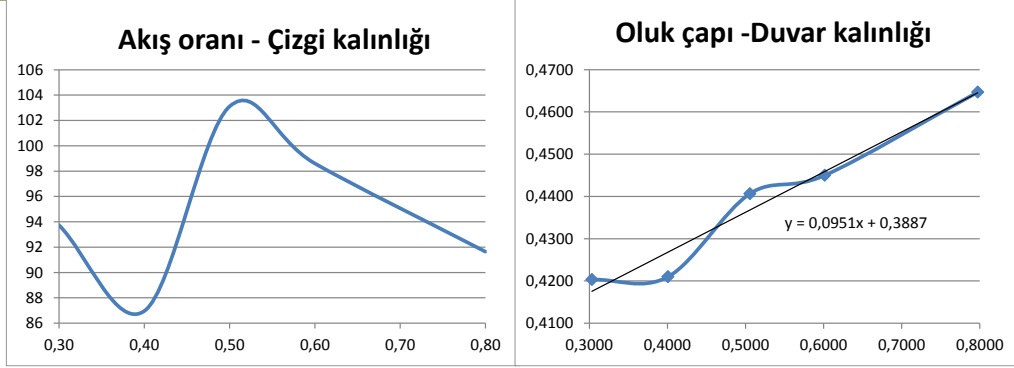
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- 1) Modifiye edilebilir yapıdaki açık kaynak kodlu 3 boyutlu yazıcılarının ilk kurulumu yapıldıktan sonra, CAD modelinde belirlenen boyutların gerçek parçada da elde edilebilmesi için, akış oranı parametresinin, kullanılan nozzle çapı dikkate alınarak mutlaka kalibre edilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında, ilk kurulum sonrası parça üretiminde, kalibrasyon işleminden önce ve sonra ölçülen numune boyutları ile ilgili sapma oranları Tablo 1'de gösterilmiştir. Kalibrasyon öncesi yüksek miktardaki sapma, ekstrüzyon mekanizmasındaki öngörülemeyen sürtünmeler, kontrol devresindeki elektronik dalgalanmalar veya filament veya nozzle iç yapısındaki düzensizlikler nedeniyle oluştuğu varsayılmaktadır. Bu tür engeller, (1)'deki bağıntı aracılığıyla bir dizi kalibrasyon işlemi ile giderilebilmektedir.
- 2) Daha büyük çaptaki nozzle'lar aracılığıyla istenen parça daha kısa sürelerde üretilmektedir. Ancak sık aralıklarla nozzle değiştirme işlemi pratik olmaktan uzaktır. Dahası, cihaza uzun vadede zarar verme potansiyeli barındırmaktadır. Bunun yerine, üretim parametreleri ayarlanarak, büyük çaptaki bir nozzle ile elde edilebilecek çizgi/duvar kalınlıkları, belirli bir değer aralığında elde edilebilmektedir. Çalışma kapsamında istenen çizgi ve duvar kalınlığını elde edebilmek amacıyla akış oranı parametresinin kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon işlemleri sonucunda, duvar kalınlıklarında ölçülen değerlerdeki %15'lere varan sapma miktarları %1'lere kadar çekilebilmiştir. Tüm ölçümlere ait sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: 0,3-0,4-0,5-0,6 ve 0,8 mm duvar kalınlıkları elde edebilmek için yapılan kalibrasyon işlemleri

		1.Çift		2.Çift		3.Çift		4.Çift		5.Çift	
Kalibrasyon		Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
Cura	Akış oranı (%)	86,96	93,73	100,00	86,96	86,96	103,11	86,96	98,60	86,96	91,64
	Çizgi kalınlığı	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,80	0,80
Ölçümler	Duvar kalınlığı	0,2783	0,3033	0,4600	0,4008	0,4217	0,5058	0,5292	0,6017	0,7592	0,7975
	Serbest oluk çapı	0,4150	0,4203	0,4250	0,4210	0,4207	0,4407	0,4363	0,4450	0,4590	0,4647
Sonuç Sapma (%)		7,22	1,11	15,00	0,21	15,67	1,17	11,81	0,28	5,10	0,31

- 3) Deneyler sonucunda akış oranı parametresinin kalibre edilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur ancak akış oranı ile çizgi kalınlığı arasında lineer bir bağıntı gözlenmemiştir.

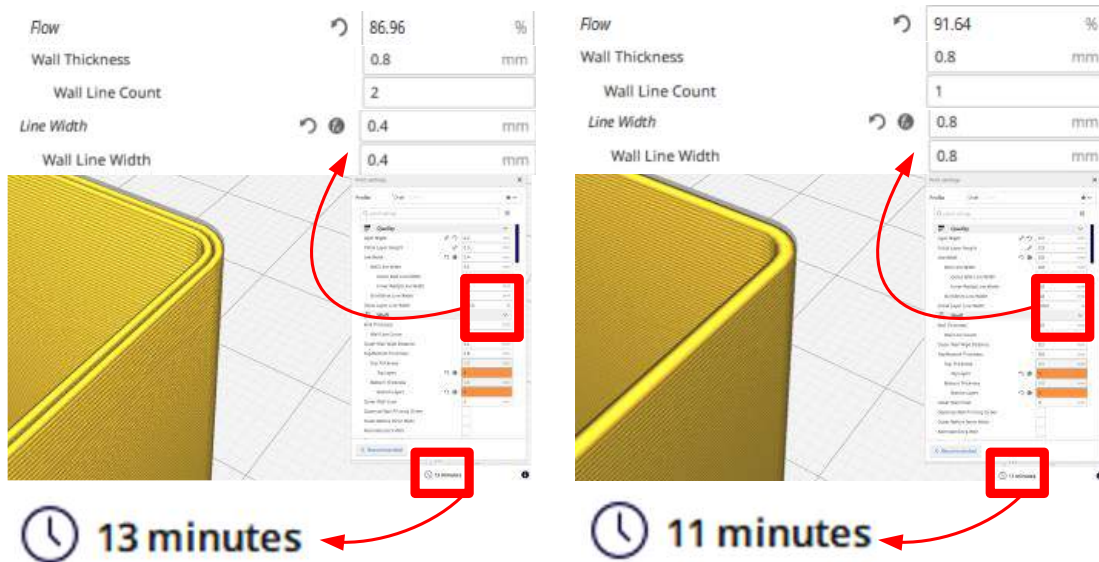


Şekil 3: Akış oranı-çizgi kalınlığı ve serbest oluk çapı-duvar kalınlığı arasındaki ilişki

Bununla birlikte çizgiler yüzeye sıvanmadan direkt boşluğa akıtıldığında, havadaki serbest oluk çapı ile elde edilen duvar kalınlığı arasında yaklaşık %9 oranında doğrusal artan bir bağıntı olduğu gözlemlenmiştir. Başka bir deyişle duvar kalınlığında istenen 1 birim artış, oluk çapında yaklaşık 11 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Benzer bir ilişkinin, akış oranı-duvar kalınlığı arasında da gözlemlenemesinin nedenleri arasında;

- Şekil 1’de de gösterildiği gibi, yüzeye sıvandıktan sonra kalınlığının artması,
- Nozzle tabla mesafesinin mikrometre ölçeğinde değişim göstermesi (tabla üst yüzeyindeki impüriteler, zemin dalgalanmaları)
- Nozzle ve/veya üretim atmosferindeki ön görülemeyen ısıl değişimler gösterilebilir

- 4) Nozzle değişimi yapılmadan, yazılım parametreleri aracılığıyla, nozzle çapından daha büyük çizgi kalınlığının kabul edilebilir bir sapma ile elde edilmesi, akış oranı kalibrasyonu ile mümkün olmaktadır. Daha kalın çizgi eldesi sayesinde de baskı sürelerinin kısaltılması sağlanabilmektedir.



Şekil 4: Aynı parçanın daha kısa sürede üretilebilmesini sağlayan Cura parametre değişimleri

Tablo 3: Diğer duvar kalınlıklarındaki akış oranı değerleri ve baskı süreleri

İstenen duvar kalınlığı	Flow (%)	Line width (mm)	Wall line count	Baskı süresi (dk)	Line width (mm)	Wall line count	Baskı süresi (dk)
0,30	93,73	0,40	2	13	0,30	1	11
0,40	86,96	0,40	2	13	0,40	1	11
0,50	103,11	0,40	2	13	0,50	1	11
0,60	98,60	0,40	2	13	0,60	1	11
0,80	91,64	0,40	2	13	0,80	1	11
				Öncesi	Sonrası		

Yukarıdaki Şekil 4’te görüldüğü üzere, 0,4 mm’lik bir nozzle ile normalde 0,8 mm’lik bir duvar kalınlığı elde edilmek istendiğinde, nozzle’ın iki tur seyahat etmesi gerekirken aynı kalınlıktaki bir duvar, tek tur seyahat ile, akış oranının da kalibrasyonu aracılığıyla, 13 dakika yerine 11 dakikada tamamlanabilmektedir (Tablo 3). Başka bir deyişle, üretim süresinde yaklaşık yüzde %15’lik bir kısalma söz konusudur. Diğer numuneler için de aynı durum söz konusudur.

- 5) 0,4 mm çapındaki bir nozzle ile 0,3 mm’den daha küçük ve 0,8 mm’den daha büyük kalınlıkta duvarlar elde edilememektedir. Bunun sebebi olarak, katmanlama işlemi esnasında yetersiz veya aşırı ekstrüzyondan dolayı çizgiler istenen doğrultuda, homojen bir şekilde oluşmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada kullanılan nozzle ile çalışılabilecek etkin aralık 0,3-0,8 mm olarak belirlenmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda farklı delik çaplarına sahip nozzle’lar ile denemeler yapıp, sonuçların mevcut çalışma ile tutarlılığı değerlendirilecektir. Ayrıca, üretilen numuneler bir dizi mekanik testlerden geçirilerek, duvar sayısındaki değişimin parça dayanımı üzerindeki etkisinin gözlemlenmesi, farklı ebatlardaki numunelerin aynı yöntemle üretilerek baskı süresindeki değişimlerin kıyaslamasının yapılması planlanmaktadır.

REFERANSLAR

- [1] K. Thrimurthulu, P.M. Pandey, N.V. Reddy, Inter. J.ofMach. Tools and Mfg. 44, 585- 594 (2004)
- [2] Tata, K., Fadel, G., Bagchi, A., Aziz, N. Prot. J. 4, 151-167 (1998)
- [3] Dudescu, C., & Racz, L. (2018). Effects of Raster Orientation, Infill Rate and Infill Pattern on the Mechanical Properties of 3D Printed Materials. ACTA Universitatis Cibiniensis, 69(1), 23–30. <https://doi.org/10.1515/aucts-2017-0004>
- [4] Cai L, Byrd P, Zhang H, Schlarman K, Zhang Y, Golub M, Zhang J., (2016), Effect of printing orientation on strength of 3d printed abs plastics. In TMS 145th Annual Meeting and Exhibition. 199-204
- [5] Raf E Ul Shougat Md, Ezazul Haque S, Najmul Quader GM., (2016), Effect of building orientation and post processing material on mechanical properties of 3D printed parts. International Conference On Mechanical, Industrial and Energy Engineering. Khulna, Bangladesh,
- [6] Tlegenov Y, Wong YS, Hong GS. A dynamic model for nozzle clog monitoring in fused deposition modelling. Rapid Prototyping J 2017;23:391–400
- [7] Bellini A, Güçeri Su, Bertoldi M. Liquefier dynamics in fused deposition. J Manuf Sci Eng 2004;126:237.
- [8] White JL, Dong L, Han P, Laun HM. Rheological properties and associated structural characteristics of some aromatic polycondensates including liquid-crystalline polyesters and cellulose derivatives (IUPAC technical report). Pure Appl Chem 2004;76:2027–49.
- [9] https://reprap.org/wiki/Triffid_Hunter%27s_Calibration_Guide
- [10] <https://dyzedesign.com/2018/07/3d-print-speed-calculation-find-optimal-speed/>

3 BOYUTLU YAZICILARDAKİ FARKLI HAREKET MEKANİZMALARININ PARÇA YÜZEY KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN GÖRSEL İNCELEMESİ

Arş. Gör. Volkan KORKUT

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Arş. Gör. Hürrem AKBIYIK

Çukurova Üniversitesi

Arş. Gör. Alper BURGAÇ

Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan YAVUZ

Çukurova Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, yıllık satış miktarları 5.000.000 adetini üzerinde olan *Fused Deposition Method* (FDM) tipi 3 boyutlu yazıcılardaki iki farklı hareket mekanizması karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Filament formundaki malzemenin ergitilerek hareketli bir nozzle aracılığıyla uygun koordinatlara, yine hareketli bir tabla üzerinde depolanmasıyla fiziksel parça üretimi gerçekleştirilen bu tip cihazlar; hareket mekanizmaları bakımından çeşitli modellerde üretilebilmektedir. Çalışma kapsamında, en yaygın kullanılan modeller olarak sırasıyla nozzle ve tablayı temsil etmek üzere; $\{XZ\}+\{Y\}$ ve $\{Z\}+\{XY\}$ şeklinde her üç ekseninde de hareket edebilen, kartezyen robot mantığına dayalı 3 boyutlu yazıcı cihazları tasarlanmıştır. Üretim kalitesinin hangi modelde daha stabil olduğunu saptayabilmek amacıyla standart numuneler üretilmiş olup, bir dizi görsel muayene yapılmıştır. *Kendi-başına-yap* konseptine dayalı cihazlarda, kullanılan elektronik ve mekanik bileşenlerin malzeme türü, markası ve modeli aynı olsa da; yapısal özelliklerinin katalog değerleriyle uyuşmaması ve/veya montajlanması esnasında meydana gelen farklılıklar nedeniyle parça üretim kaliteleri değişkenlik göstermektedir. Üretim kalitesini etkileyen en önemli yazılımsal parametrelerden birisinin malzeme akış oranı (ekstrüzyon çarpanı) olduğu göz önünde bulundurularak; Farklılıkların gözlemlenebilmesi açısından, farklı akış oranları belirlenerek numuneler üretilmiştir. Belirlenen akış oranlarının, hem numunenin yüzey ve katman kalitesine olan etkileri hem de katman oluşturma aşamasında akıtılan çizgi kalınlığı, geometrisi gibi özelliklerin parametrik girdiler ile uyuşup uyuşmadığının doğrulanması yapılmıştır. Bu sayede her bir cihazın baskı kalitesi kendi içinde de değerlendirilebilmiştir. Sonuç olarak, nozzle'ın iki, tablanın ise sadece bir ekseninde hareket ettirildiği model ile çizgi kalitesi daha yüksek, üretim hatası daha az olan numuneler elde edilmiştir. Bu tür cihazların dünya çapındaki yıllık satış adetleri göz önünde bulundurularak, optimum kalitede parça üretimi adına eksenel hareketlerin, cihazın hangi

bileşenlerine verilmesi gerektiği konusunda incelemeler yapılmış olup hem literatüre hem endüstriyel faaliyetlere katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: 3 boyutlu yazıcılar, eklemeli imalat, ergiyik filament depolama, FDM

ABSTRACT

In this study, two different *Fused Deposition Method* (FDM) type 3D printers those are sold more than 5.000.000 pieces annually were investigated comparatively. The working principle of this type of printers is based on melting a material in form of filament and squeezing it through a nozzle to a surface according to the location data received. However, they can be equipped with various motion mechanisms. In this case, based on cartesian robot model, two printer models have been constructed which are able to move in three axis. Motion characteristic of the both models has been set as $\{XZ\}+\{Y\}$ and $\{Z\}+\{XY\}$ representing the axial motions of {nozzle}+{deposition surface} respectively. Then, the group of samples has been manufactured via these printers in order to investigate the part quality as well as the device stability. The quality of the part manufactured via custom-built devices generally becomes variable. This instability may be caused by mismatching of the specification of the component between its catalog values and operational behaviour or by the improper component installation during the assembling even their brands, models, firmware and printing parameters were totally similar. In order to minimize unexpected failures in printing process because of the printer character, various flow rate (extrusion multiplier) values has also been set in the slicer software since it is one of the most important parameter regarding the part strength and surface quality. By doing this, the verification of the process has been done in order to reveal if the physical process is matching with the digital parameters (line width and layer geometry) defined in the software. In this way, the consistency of each device has also been examined individually. As a result, the samples with higher line quality and less layering failure have been obtained with the device consisting the nozzle moves along two axes and the substrate along only one. It is also aimed to contribute both the literature and the industry about the subject of which component should be moved in which axial direction in motion considering the huge number of annual sales of these devices.

Keywords: 3d printers, additive manufacturing, fused deposition modelling, FDM

1. GİRİŞ

Katmanlı üretim gerçekleştirebilen 3 boyutlu yazıcılar, üretim endüstrisine sağladığı bir çok avantaj nedeniyle son yıllarda popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir. Geleneksel yöntemlere kıyasla bu cihazlar ile üretim sürelerinin kat ve kat aşağı çekilebilmesi ve insan eliyle üretilmesi oldukça zor/imkansız olan karmaşık parçaların çok az bir hata payı ile üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Dolayısıyla teknolojinin geliştirilmesi ve daha erişilebilir olması için yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Üretilen parçanın malzeme türüne göre bir çok katmanlı üretim yöntemi mevcuttur. Kullanım kolaylığı ve göreceli olarak basit bir mekanizma ile çalışan filament ergitme-depolama yöntemi (Fused Deposition Modeling, (FDM)) en yaygın kullanılan yöntem olarak kabul görmüştür [1,2].

FDM yöntemi ile çalışan 3 boyutlu yazıcılar genellikle; filament halindeki polimer malzemelerin, x,y ve z koordinatlarında hareket edebilen bir hareket mekanizması aracılığıyla, uygun koordinatlar üzerine, ergiyik oluklar halinde depolayabilen, yani katmanlı bir şekilde fiziksel parça üretimi sağlayabilen cihazlar olarak tanımlanabilir. Bu tür cihazların üretiminde kullanılan komponentlerin kalitesi ve kullanım kolaylıkları göz önünde bulundurulduğunda başlangıç maliyetleri 150 dolar ile 40.000 dolar aralığında değişim gösterebilmektedir [3]. Ayrıca son kullanıcıya yansıyan bu geniş fiyat aralığının belirlenmesinde parçanın hangi amaçla kullanılacağına da büyük bir etkisi vardır. Çünkü bu yöntem endüstriyel alanlarda kullanılmak üzere fonksiyonel ve dayanımı yüksek parçaların üretiminde kullanılabileceği gibi, hobi seviyesinde kullanılabilecek kadar kullanımı kolay ve maddi açıdan daha erişilebilir yapıda olabilmektedir.

FDM alanında yapılan çalışmalar sayesinde, daha çok modelleme ve hızlı prototipleme amacıyla kullanılacak cihazların tutarlılığı her geçen gün artmaktadır. Buna ek olarak en çok kullanılan bu cihazların fiyat aralıkları 200-500 dolar seviyelerine kadar çekilebilmiş olup yıllık satış miktarları 5.000.000 adet üzerinde olduğu belirtilmiştir[4]. Bu adet miktarları, bu tür cihazlar üzerinde yapılacak en ufak iyileştirme/gelişmenin, küresel anlamda bir değer taşıdığı anlamına gelmektedir. Buna karşılık kaliteli bir parça üretimi, yüzlerce yazılımsal parametrenin uygun bir şekilde belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir. Parametrelerin belirlenmesi noktasında, cihazın mekanik yapısı, üretilen parçanın kalitesi açısından en önemli ve en sınırlayıcı faktördür. Çünkü bir cihaz, elektro-mekanik açıdan ne kadar tutarlı çalışır ise, üretimin kalitesi de ancak o kadar iyi olabilecektir.

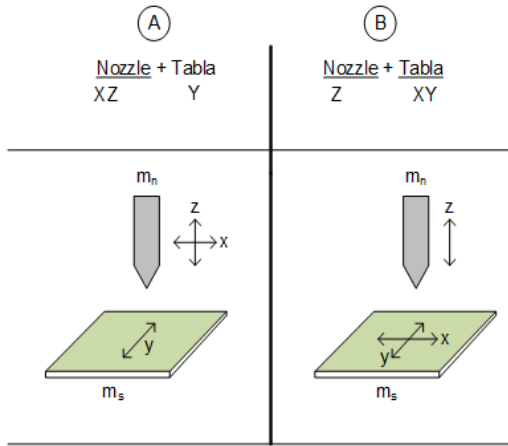
FDM tipi cihazlar; X, Y ve Z eksenlerinde, kontrolcüden gelen veriler doğrultusunda motor tahriği ile hareket edebilen bileşenlerden, konum ve sıcaklık kontrolü sağlayan bir kontrolcüden ve geometriyi yatay dilimlere ayırıp, kontrolcü için uygun koordinatları (g-code) oluşturan bir yazılımdan (Slicer) oluşmaktadır. X,Y ve Z eksenlerindeki hareket, ergitme işleminin gerçekleştiği nozzle bileşeninin ve depolamanın yapılacağı yüzey plakasının toplamda 3 ekseninde olacak şekilde, alınan konum bilgisi doğrultusunda hareket edebilmeleri ile sağlanır. Piyasadaki mevcut cihazlar, sırasıyla {nozzle} ve {depolama yüzeyini} temsil

etmekle birlikte $\{XY\}+\{Z\}$, $\{X\}+\{YZ\}$, $\{XZ\}+\{Y\}$ veya $\{Z\}+\{XY\}$ gibi çeşitli hareket mekanizmalarına sahiptir [6]. Bu tür cihazlar genelde açık kaynak kodlu olduğundan dolayı geliştirilmeye oldukça müsait bir yapıdadır. Bu sebepten dolayı, yazılımsal konularda yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Ancak hareket mekanizmalarının farklı olmasının, üretim kalitesine olan etkisi konusunda araştırmaların sayısı sınırlıdır. Çünkü bu tür cihazlar genellikle Do It Yourself (DIY) konseptine sahip olduğundan ve son kullanıcıya demonte bir şekilde teslim edildiğinden dolayı; cihazların marka/modelleri ve yazılımları tamamen özdeş olsa bile, kurulum esnasında hareket mekanizmasının ne şekilde oluşturulduğuna göre bir takım farklılıklar gözlenmesi beklenmektedir.

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, tamamen özdeş komponentlere (motor, şasi ve diğer makine elemanları), kontrolcüye ve yazılıma sahip 2 cihaz custom-built konseptiyle oluşturulmuş olup, yalnızca eksenel tahrikler farklı uzuvlara verilmiştir. $\{XZ\}+\{Y\}$ ve $\{Z\}+\{XY\}$ şeklinde hareket eden her iki cihazın deneysel olarak karşılaştırılması yapılarak, farklı hareket mekanizmalarının üretilen parçalar üzerindeki etkilerinin açığa çıkarılması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

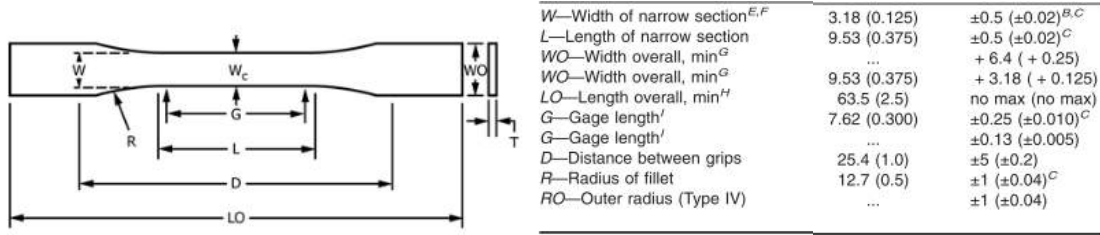
Üzerinde incelemelerin yapılacağı iki adet cihaz, en yaygın kullanılan, kartezyen robot mantığına dayalı şasi modeli baz alınarak üretilmiştir. Hareket kaynağı olarak stepper motorlar, hareket uzuvları (nozzle ve tabla), kontrolcü ve dilimleyici markası, modeli ve sürümleri, ticari anlamda en yaygın kullanılan bileşenler arasından seçilerek montaj işlemine geçilmiştir. Cihazların hareket mekanizmalarının farklılığından kaynaklı, gözle görülür hataların (eksenel kaçıklık, tahrik gücü yetersizliği) giderilmesi için, her iki cihazda da kendi yapılarına uygun olacak şekilde muhtelif iyileştirmeler yapılmıştır. Her ikisi de, hem elektronik, hem mekanik anlamda stabil bir şekilde çalıştırılabilirdikten sonra; Başka bir deyişle, hareket eden uzuvların hareket esnasında oluşturdukları atalet kuvveti kaynaklı titreşimler haricindeki tüm dış etkenler elimine edildikten sonra deneysel işlemlere geçiş yapılmıştır. Cihazların hareket mekanizmalarının temsili gösterimleri ve cihazlara ait özellikler aşağıdaki şekilde verilmiştir.



	A	B
Tip	DIY- Kartezyen	
Max. Baskı Boyutu (XYZ)	20x20x20 cm	
Min. Katman kalınlığı	0,05 mm	
Max. Nozzle sıcaklığı	260 C	
Max. Tabla sıcaklığı	120 C	
Max baskı hızı	150 mm/s	
Şasi tipi/malzemesi	Al6061 Sigma Profil	
Güç gereksinimi	250W	
Firmware	Marlin 1.1.8+	
Slicer	Cura 4.2.1	
Hareket kaynağı	Nema 17 Stepper Motor	
Nozzle hareket eksen	XZ	Z
Tabla hareket eksen	Y	XY

Şekil 1: Cihaz kurulum düzenleri ve özellikleri

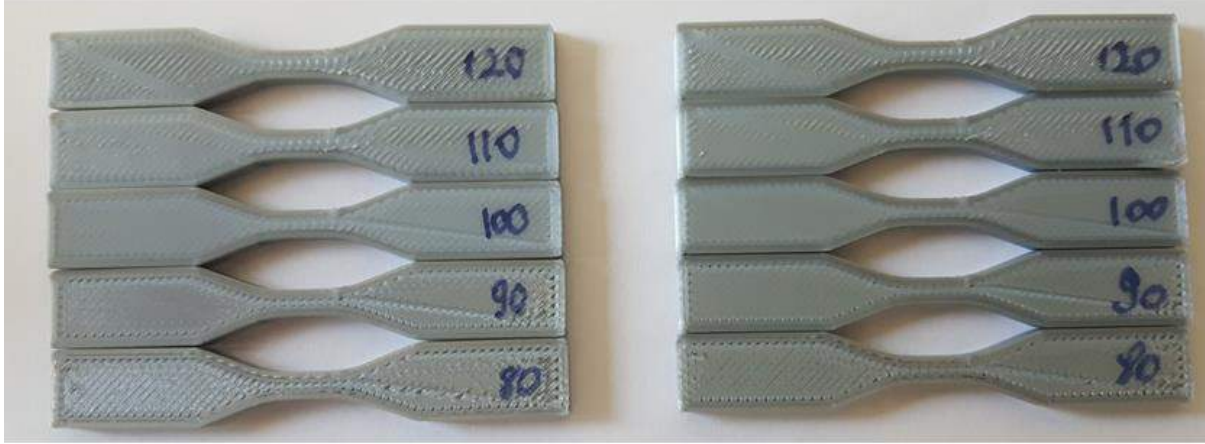
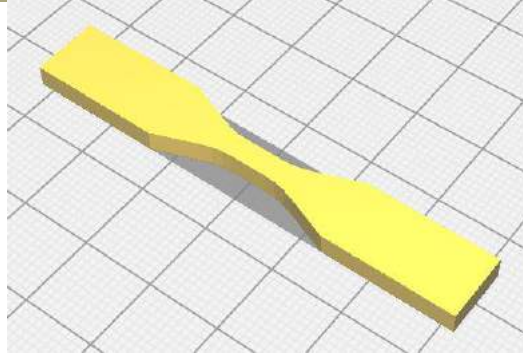
Cihazların üretim kalitesini ölçebilmek adına polimer bazlı malzemelerin *Amerikan Malzeme ve Test Derneği* tarafından standart kabul edilen ASTM D638 Type V çekme testi numuneleri üretilmiştir[5]. Numune geometrisine ait bilgiler, aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2: Amerikan Malzeme ve Test Derneği tarafından belirlenen standart numune boyutları [5]

Giriş bölümünde de bahsedildiği gibi cihazların mekanik bileşenleri ve yazılımsal özellikleri tamamen aynı olsa da, her cihazın kendine has bir karakteri bulunmaktadır. İncelemeye alınacak numuneler üretilmeden önce, yazıcıların çalışabilirliğini sınamak amacıyla bir dizi numune üretimi gerçekleştirilmiştir. Beklendiği üzere, her iki yazıcıda kullanılan filamentleri ergitme bölgesine itmek için kullanılan mekanizmalar (extruder), kullanılan filament malzemesi, ergitme kaynağı, güç kaynağı, nozzle çapı, kontrolcü ve dilimleyici ylaazılımı aynı olmasına rağmen, nozzle'dan dışarıya akıtılan ergiyik filament çaplarının birbirlerinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla asıl testler için her bir yazıcıdan 5'er adet olmak toplamda 10 adet, farklı akış oranlarında numuneler üretilerek inceleme işlemlerine geçilmiştir. Akış oranlarının farklı olarak belirlenmesi ile, yazıcıların optimum çalışabileceği akış oranı değerinin saptanması, başka bir deyişle; yazılımda belirlenen oluk çapının, gerçekte ölçülen değer ile eşleşmesi sağlanmıştır. Bu sayede her DIY tipi yazıcının kendine has bir karakterinin olduğunun da doğrulanması amaçlanmıştır.

Nozzle sıcaklığı: 200 ° C
Tabla sıcaklığı: 65 ° C
Akış oranları: % 80-120
Nozzle çapı: 0,4 mm
Katman kalınlığı: 0,1 mm
Infill türü: Rectilinear
Infill yoğunluğu: 100%
Baskı hızı: 40 mm/s

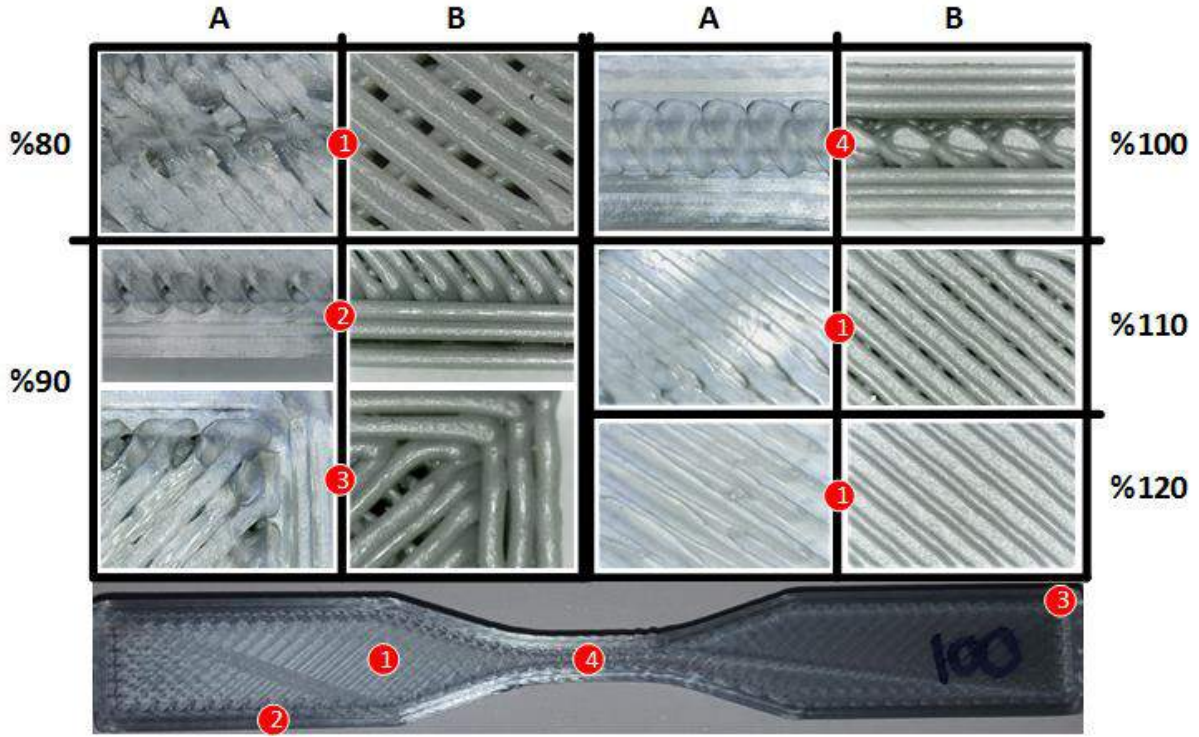


Şekil 3: %80-90-100-110-120 akış oranları ile üretilen 5'er adet numune. Sol:A, Sağ:B

Üretilen test numuneleri öncelikle dijital mikroskop altında incelenmiş ve birbirleriyle çeşitli bölgelerinden kıyaslamaları yapılmıştır. Terminolojide de yer alan bazı yaygın üretim hataları, bu numunelerde de tespit edilmiş ve sebeplerinin yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

Her iki cihazda üretilen 5'er adet numunenin üst yüzeylerinden ve aynı noktalarından alınan mikroskop görüntüleri aracılığıyla, filament akış oranının değişimine bağlı olarak meydana gelen farklılıkların kıyaslaması, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



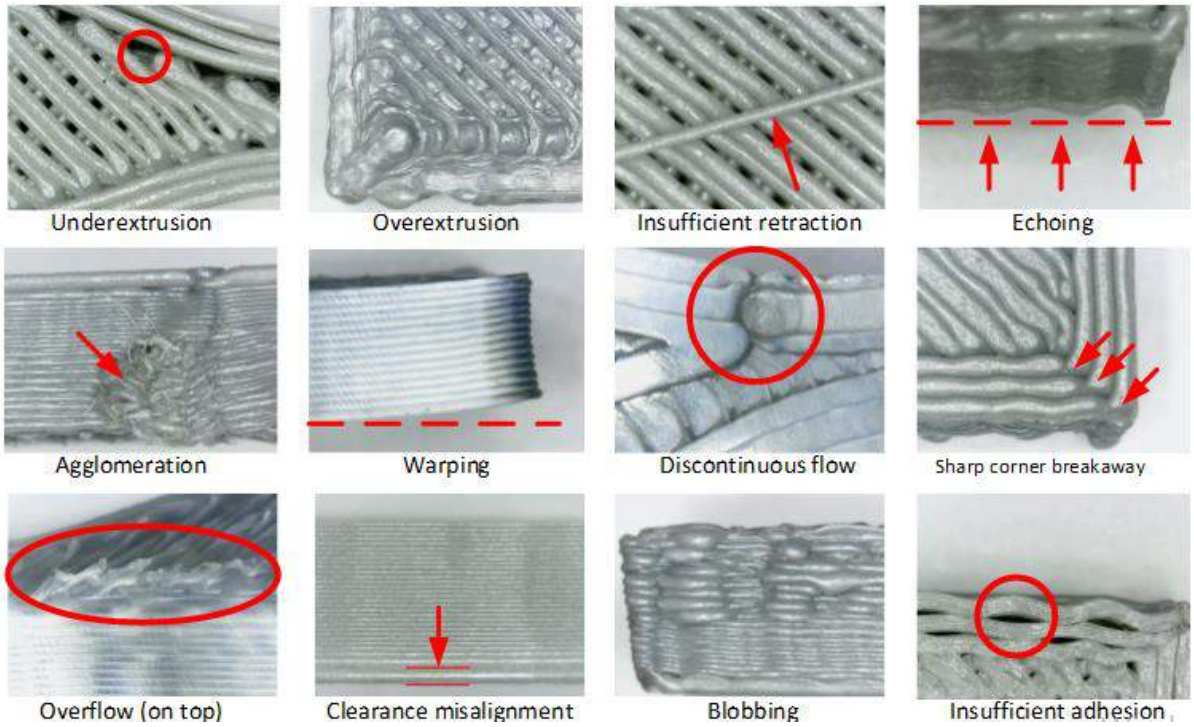
Şekil 4: Her iki cihazda üretilen numunelerin karşılaştırmalı görüntüleri (Görüntülerin numuneler üzerinde hangi noktalardan alındığı numaralar ile gösterilmiştir)

Akış oranı %80 olduğunda, A ve B cihazlarındaki ergiyik filament ile çekilen çizgiler arasında düzensiz boşluklar meydana gelmiş ve çizgilerin lineer yapıyı koruyamadığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde %90 akış oranında her iki cihazda üretilen numunelerin üst yüzeylerinde düzensiz hava boşlukları kısmen azalmış olmasıyla birlikte tam olarak ortadan kalkmamış olmadığı görülebilmektedir. Ancak bu değerde, A cihazının çizgileri doğrusal bir yapı kazanmaya başlamış olduğu görülmekle birlikte, B cihazında çizgiselliğin henüz yeterli seviyeye ulaşmadığı, numunenin dış çeperi ve köşe bölgesindeki boşluklu yapı ve düzensizlikten anlaşılabileceği üzere gözlemlenmiştir. A cihazı %100 değerinde iken, tam dolu bir yüzey yapısına erişmiştir ve bu orandan sonraki değerlerinde malzeme yığılmasının başladığı görülmüştür. B cihazında üretilen numunelerin ise ancak %120 değerinden sonra en ideal çizgi doğrultusuna ulaşabildiği ve hava boşluklarının kapandığı görülmüştür. Dolayısıyla cihazların oluşturulma aşamalarında kullanılan tüm komponentlerin, yazılım parametrelerinin ve kontrol elemanlarının özdeş olmasına rağmen A cihazı için en uygun olan %100 akış oranının, B cihazı için %120 olduğu görsel muayene sonucu anlaşılmıştır.

Slicer yazılımlarında %100 olarak tanımlanan bu değer, B cihazında farklılık göstermesinin başlıca sebebi olarak, extruder mekanizmasındaki öngörülemeyen sürtünmeler, ısıtma ve konum kontrolünde anlık elektronik gürültü, nozzle ve filament iç yapısındaki impüriteler gösterilebilir. Tüm bu etkenler filament akışının, beklenen miktarının altında olmasına, ancak %120 değeri ile normal akış miktarına erişilebildiği açığa kavuşmuştur. Ayrıca

komponentlerin fabrika çıkışı katalog değerlerinden sapma gösterebileceği ve bu durumun da akış oranında düzensizliklere yol açabileceği öngörülmektedir.

Ek olarak, FDM mantığıyla çalışan cihazlarda sıklıkla karşılaşılan üretim hatalarına bu çalışma kapsamındaki üretim işlemlerinde de rastlanmıştır. Terminolojide yer alan terimleri ile birlikte açıkça gözlenen üretim hataları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Bu hatalar, bu konu kapsamında PLA bazlı numuneler için geçerli olmakla birlikte, yazılım parametreleri ortam koşullarına uygun ayarlanmadığı takdirde, üretilecek tüm parçalar ve yapı malzemeleri (ABS, PETG, Nylon vb) için de geçerlidir.



Şekil 5: Numuneler üzerinde tespit edilmiş hatalar [7-9]

Genel anlamda, akış oranının cihaza uygun bir değerde belirlenmesi, yazılımsal hatalar, parametrelerin yanlış belirlenmesi, keskin konum değişiklikleri nedeniyle meydana gelen titreşimler, malzeme veya nozzle iç yapısındaki impüriteler, nozzle ve/veya tabla sıcaklığının malzemeye veya üretilecek ürün geometrisine uygun değerlerde belirlenmemesi gibi bir çok neden, yukarıdaki gibi hatalara neden olmuştur. Cihazın ve üretilecek parçanın yapısına uygun bir şekilde belirlenmiş parametreler ve cihaz üzerinde yapılabilecek elektro-mekanik iyileştirmeler aracılığıyla bu hataların giderilmesi mümkün olabilmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda aynı marka, model elektronik ve mekanik bileşenlerden oluşan, hareket kabiliyetleri farklı uzuvlara verilmiş iki adet DIY konseptli 3 boyutlu baskı cihazı üretilmiştir. Hareket verilen bileşenlerin, basılan numuneler üzerindeki etkisi görsel olarak incelenmiş ve farklı akış oranlarında birbirleriyle kıyaslaması yapılmıştır. {XZ}+{Y} şeklinde hareket eden

A cihazı ile üretilen numunelerin katman çizgilerinin daha az hava boşluğu oluşturacak şekilde depolandığı, dolayısıyla çizgilerin birbirleriyle daha iyi yapışma sağladığı, çizgi kalınlıklarının daha homojen olduğu gözlemlenmiştir. Nozzle ve bileşenlerinin iki, tablanın tek bir yönde hareket ettirilmesiyle üretimi yapılan numunelerdeki görsel hataların, {Z}+{XY} şeklinde hareket verilen B cihazına kıyasla daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak, B yazıcısında %120 filament akış oranı ile elde edilen numunenin, malzeme yığılması oluşturmada, en az hava boşluğu oluşturacak şekilde çizgi doğrusalılığı, yapışması ve sıklığına sahip olduğu göz önünde bulundurularak; boyutsal anlamda düşük toleranslı parçalar üretilmek istendiğinde, cihazın çalışabileceği en iyi akış oranı değerinin deneysel olarak test edilip, cihazın karakteristik özelliklerine göre belirlenmesi gerekliliği de açığa çıkarılmıştır.

Görsel bulgulara ek olarak, nozzle ve tablaya verilen hareket kabiliyetlerinin, parçanın dayanımına ne gibi bir etkisi olduğu tahribatlı muayene yöntemleriyle incelenecektir. Çizgi kalitesini etkileyen önemli ölçüde etkileyen akış oranının standart (%100) olarak belirlenmesine rağmen, beklenenden farklı kalınlıklarda ergiyik olukların elde edilmesine sebep olan faktörler deneysel olarak incelenip, en aza indirgenebilmesi için gerekli test ve ölçümler yapılacaktır. Buna paralel olarak, akış oranı nedeniyle kaynaklanan hataların yazılımsal olarak giderilebilmesine yönelik çalışmaların da yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Rodríguez, J. F., Thomas, J. P., & Renaud, J. E. (2003). Design of fused-deposition ABS components for stiffness and strength. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 125(3), 545–551.
- [2] Warnung, L., Landsteiner, K., Karl, S. E., Privatuniversität, L., Reisinger, A., & Landsteiner, K. (2019). RTEjournal - Forum für Rapid Technologie Mechanical Properties of Fused Deposition Modeling (FDM) 3D Printing Materials, (15), 1–18
- [3] 3ders.org. Price compare 3d printers. <http://www.3ders.org/pricecompare/3dprinters/>
- [4] <https://3dprint.com/98653/3d-printer-sales-double-2016/>
- [5] ASTM INTERNATIONAL. (2014). *ASTM D638-14. Annual Book of ASTM Standards* (pp. 1–17). <https://doi.org/10.1520/D0638-14.1>
- [6] Pearce, J. M. (2014). Preface. In *Open-Source Lab* (pp. ix–xiii). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410462-4.05001-0>
- [7] <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>
- [8] <https://all3dp.com/1/common-3d-printing-problems-troubleshooting-3d-printer-issues/>
- [9] <https://www.prusa3d.com/print-quality-troubleshooting/>

AN INVESTIGATION ON AIRCRAFT WING IN GROUND EFFECT

Res. Asst. Yüksel ERASLAN
Gaziantep University

ABSTRACT

Fixed-wing aircrafts has usually takeoff and landing flight phases, which are closer to the earth ground except for vertical takeoff-landing aircrafts. This type of flight of the aircrafts close to the ground is leads to a phenomena named as wing-in-ground-effect, which is known as improving aircraft aerodynamic performance during their flights. Today, there are so many studies focused on wing-in-ground-effect and there are some aircrafts designed especially for taking advantage of this phenomenon. Moreover, some aircrafts designed to spend their all flight time (including cruise flight) with benefiting ground effect by flying close to the seas or oceans. Wing-in-ground-effect have so many performance parameters changing with ambient conditions together with the design of the aircraft. One of the most important parameters affecting this phenomenon is the altitude. The distance of the aircraft from the ground is changing during takeoff and landing flight phases and naturally leads to change in aerodynamic performance contribution of ground effect. In this study, an aircraft wing modeled and analyzed in ground effect, with the aim of investigating the change in its aerodynamic parameters, which are lift coefficient, drag coefficient and pitching moment coefficient with respect to changing altitude. The numerical analyses started with mesh independency studies and continued with the analyses at low Reynolds number at different altitudes, which defined in the multiples of wingspan of the aircraft. In conclusion, the results of the analyses obtained and compared in terms of the aerodynamic coefficients changing with altitude. Moreover, the change in Oswald efficiency factor, induced drag coefficient and glide ratio (lift to drag ratio) observed and compared.

Keywords: Wing-in-ground-effect, aerodynamic parameters, aircraft flight performance

1. INTRODUCTION

Ground effect is the phenomena that, while an aircraft is flying close to ground, it's wing generates aerodynamically more lift force and less drag force. This effect mainly exists landing and takeoff flight phases of fixed wing aircrafts. On the other hand, an aircraft can designed for taking advantage of this effect through all of its flight phases [1]. For this purpose, the aerodynamic characteristics of a wing under the ground effect need to investigate.

There are so many numerical and experimental studies existing in the literature, which includes the investigation of aerodynamic effects of wing-in-ground-effect phenomena. Tofa et. al. performed an experimental investigation on a wing-in-ground effect (WIG) craft model, which has a new configuration compound wing [2]. Their study included wind tunnel tests at freestream velocity of 25m/s with different ground clearance values (ranging from 0.17 to 0.27) to compare in terms of aerodynamic characteristics of the craft. Consequently, it was found that the endplates mounted on the wing (with 4° and 6° angles) increased the lift to drag ratio. Lao et. al. reported computational fluid dynamics analysis on a Wing-In-Ground-Effect (WIG) unmanned aerial vehicle (UAV) wing they modeled [3]. Analysis has performed at height-to-chord ratios (h/c) of 0.5, 1 and 1.5 on a Reynolds-averaged Navier-Stokes solver. In conclusion, it has found that lift coefficient is increased 85% than it is at freestream. Moreover, Oswald efficiency factor has found to have the highest value at h/c of 0.5. Agarwal et. al. simulated the flow around a complete wing-in-ground-effect craft over both wavy and flat grounds [4]. The analyses were performed by using ANSYS FLUENT with Spalart–Allmaras turbulence model and angle of attacks are determined as 3° and 9°. Results of the study shown that the averages of the aerodynamic coefficients over wavy ground and over flat ground vary with the flight altitude in the same manner.

In this study, with the aim of investigating the effect of altitude on wing-in-ground-effect aerodynamic parameters, a number of numerical analyses has carried out on a wing model. After the mesh independency studies, the analyses performed at low Reynolds number of 3.5×10^5 . During the analyses, the dimensionless parameter named as ground clearance, which is the ratio between the altitude and wing chord length (h/c), has changed ranging from 0.25 to 2 with 0.25 increments. Analyses also included at different angle of attacks ranging from 0° to 14° with 1° increments. With the results, the effects of change in altitude on drag coefficient, pitching moment coefficient, lift-to-drag ratio and Oswald efficiency factor has examined.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, the aim is to investigate the effects of altitude on wing-in-ground-effect aerodynamic parameters. For this purpose, an aircraft wing has modeled with NACA 4416 airfoil section. The model, which has 2 meters wingspan and 0.5 meters chord length, shown in Figure 1. In order to analyze the model, the XFLR5 program, which is a reliable tool for the analysis at low Reynolds numbers, has used [5]. The program known to give satisfactory results for lift, drag and pitching moment coefficients with VLM (Vortex Lattice Method) type analysis for small scale aircrafts [6].

$$Re = \frac{\rho v l}{\mu} \quad (1)$$

The Reynolds Number can calculated from the equation (1) as 3.5×10^5 , which is around the typical range for small scale UAVs [7]. Correspondingly, the airspeed has defined as 10m/s and air viscosity (μ) and temperature (T) has defined to it is at sea level.

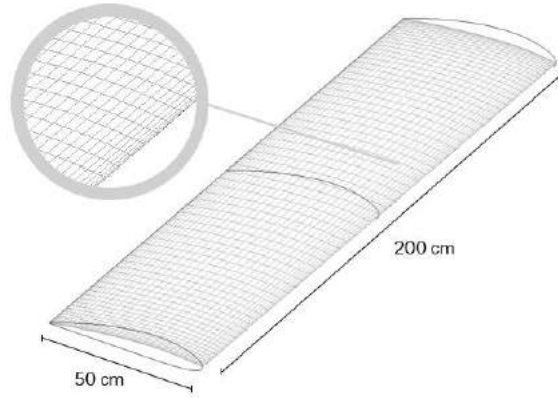


Figure 1. The modeled wing with its three-dimensional panels and dimensions

Firstly, in order to decide the number of VLM panels to use in the analysis, the mesh independency study performed on the program and the results have shown in Figure 2. The results shown that the changes in the lift, drag, pitching moment coefficients and drag-to-lift ratio are ignorable at a certain number of VLM panels. Therefore, in this study, the number of VLM panels has determined as 3×10^3 for all of the analyses. After the analysis method determination and mesh independency study, the analyses for different ground clearance values (h/c) ranging from 0.25 to 2 with the 0.25 increments has performed. Moreover, the analyses has also carried out for different angle of attacks varying from 0° to 14° .

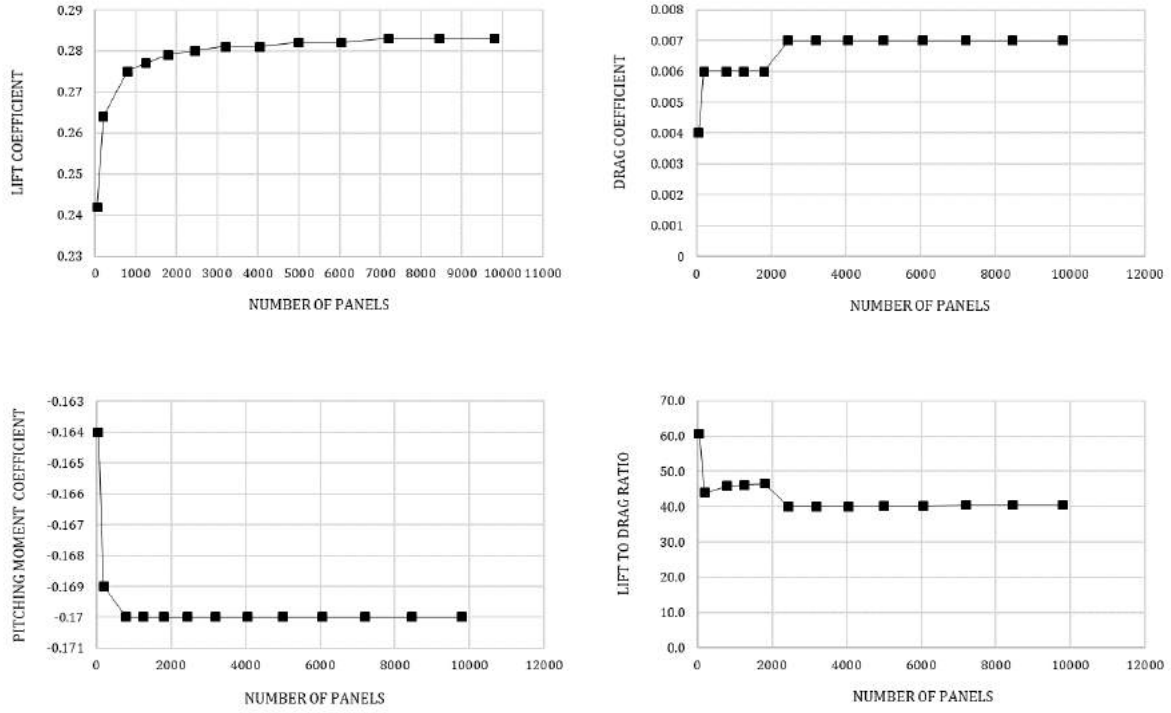


Figure 2. The change in lift, drag, pitching moment coefficients and lift to drag ratio with number of VLM panels

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the performed numerical analyses, which is the change in lift, drag and pitching moment coefficients, lift to drag ratio and Oswald efficiency factor with changing ground clearance (h/c) has given in Figure 3. From the figure, it can clearly seen that, lift coefficient and lift-to drag ratio non-linearly increased with the decrease in the ground clearance value. The pitching moment has increased in nose down tendency and drag coefficient has found to decrease nonlinearly. The Oswald efficiency factor (e), which can calculated from equation (2), where AR is the wing aspect ratio and C_{Di} is the induced drag coefficient, has found to increase non-linearly with the decrease in ground clearance value.

$$e = \frac{C_L^2}{\pi AR C_{Di}} \quad (2)$$

In addition, higher than the ground clearance value of 1.5, the change in lift, drag, pitching moment coefficients and lift-to-drag ratio and Oswald efficiency found to be very small that are almost ignorable. Moreover, it can be seen from the figure that, the influence of ground-effect has non-linearly increased with lowering ground clearance and it mostly effective at the ground clearance values equal or smaller than 1.

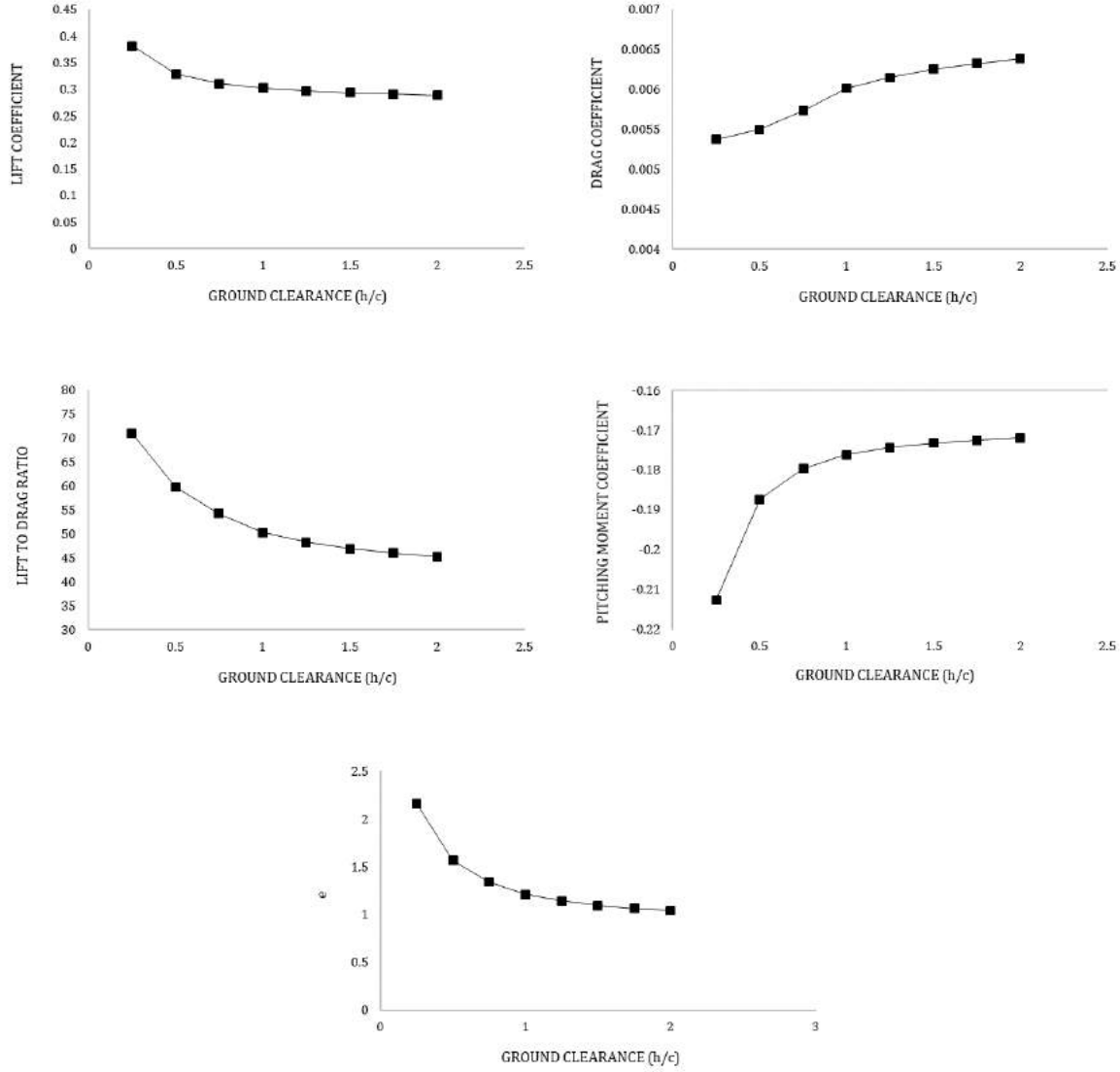


Figure 3. The change in lift, drag and pitching moment coefficients, lift to drag ratio and Oswald efficiency factor with changing ground clearance (h/c) values

The change in lift, drag and pitching moment coefficients and lift to drag ratio and Oswald efficiency factor with angle of attack ranging from 0° to 14° and at different ground clearances (h/c) has given in Figure 4. It can clearly seen that the slope of the lift coefficient curve increased and non-linearly shifted to higher values with the decrease in ground clearance. Correspondingly, the maximum lift coefficient value has increased. The lift-to-drag ratio and Oswald efficiency factor curves also have shifted non-linearly to the higher values and maximum values of the parameters increased with the decrease in ground clearance. The pitching moment curve not only increased in slope, but also shifted to the downwards which increases nose down tendency with the decrease in ground clearance. In addition, drag coefficient curve found to shift upwards with the decrease in ground clearance.

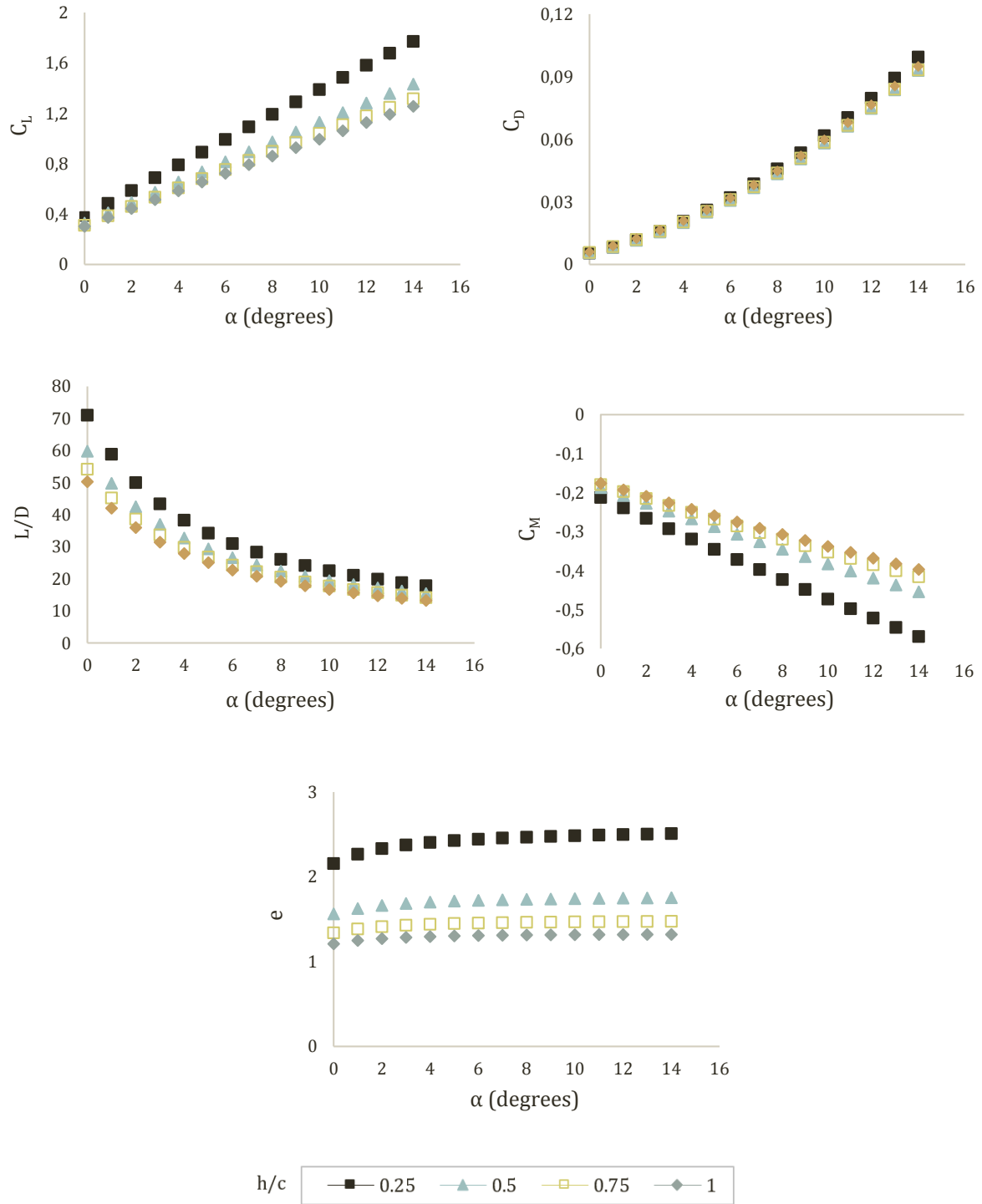


Figure 4. The change in lift, drag and pitching moment coefficients and lift to drag ratio and Oswald efficiency factor with angle of attack at different ground clearances (h/c)

4. CONCLUSION

In this study, with the aim of investigating the effect of altitude on wing-in-ground-effect aerodynamic parameters, some numerical analyses has carried out on a wing model. It has obtained that, under the ground effect, lift coefficient, lift-to-drag ratio and Oswald efficiency of the wing nonlinearly increased with lowering ground clearance. Moreover, drag coefficient nonlinearly decreased and pitching moment coefficient nonlinearly increased towards the nose down tendency. The ground-effect has found to influence the aerodynamic parameters of the wing mainly when the ground clearance value is equal or smaller than 1.5.

REFERENCES

- [1] Holloran, M., O'Meara, S. (1999). Wing in ground effect craft review (No. DSTO-GD-0201). DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION CANBERRA (AUSTRALIA).
- [2] Tofa, M. M., Maimun, A., Ahmed, Y. M., Jamei, S., and Priyanto, A. (2014). Experimental investigation of a wing-in-ground effect craft. The Scientific World Journal, 2014.
- [3] Lao, C. T., and Wong, E. T. T. (2018). CFD Simulation of a Wing-In-Ground-Effect UAV. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 370, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- [4] Qu, Q., Lu, Z., Liu, P., and Agarwal, R. K. (2014). Numerical study of aerodynamics of a Wing-in-Ground-Effect craft. Journal of Aircraft, 51(3), 913-924.
- [5] Deperrois, A. (2009). XFLR5 Analysis of foils and wings operating at low Reynolds numbers. Guidelines for XFLR5.
- [6] Baig, A. Z., Cheema, T. A., Aslam, Z., Khan, Y. M., Sajid Dar, H. (2018). A New Methodology for Aerodynamic Design and Analysis of a Small Scale Blended Wing Body. J Aeronaut Aerospace Eng, 7(206), 2.
- [7] Prisacariu, V. (2016). CFD Analysis of UAV Flying Wing. INCAS Bulletin, 8(3), 65.

**SERA ISITMA AMACIYLA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN MAKSİMUM
YARARLANMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA**

Dr. Hasan YILDIZHAN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesinde ortam sıcaklığının kontrol altında tutulması, sera uygulamalarında önemli bir işlevdir. Bütün bitkiler, gelişim süreçlerinde belirli değerlerde sıcaklığa ihtiyaç duyar. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen bu çalışmada Hakkâri Üniversitesi Meslek Yüksek Okulunun bahçesine güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanan otomasyon kontrollü sera kurulmuştur. Hakkâri'nin güneş radyasyon değeri Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Ayrıca Hakkâri, güneşlenme süresi bakımından Türkiye'de en yüksek değere sahiptir. Kurulumu yapılan seranın güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanması kapsamında iki uygulama yapılmıştır. Uygulamalardan birincisinde; seranın iç ortam tasarımı güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulamalardan ikincisinde ise güneş kolektörler aracılığıyla seranın iç ortam sıcaklığının yükseltilmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte, özel otomasyon programı ile seranın iç hava şartları izlenmiş ve kontrol edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Hakkâri, Güneş Enerjisi, Otomasyon

1. GİRİŞ

Sera, mahsullerin uygun iklim şartlarında yetiştirilmesi için güneş radyasyonundan faydalanan bir yapıdır (Öztürk, 2016). Sera kurulumunda yer alan bileşenler; iklim şartlarını kontrol etmek için teknik ekipmanlar, dış kaplama malzemesi ve şekilsel tasarımıdır (Öztürk, 2016; Bot,1991; El Afou et al., 2015).

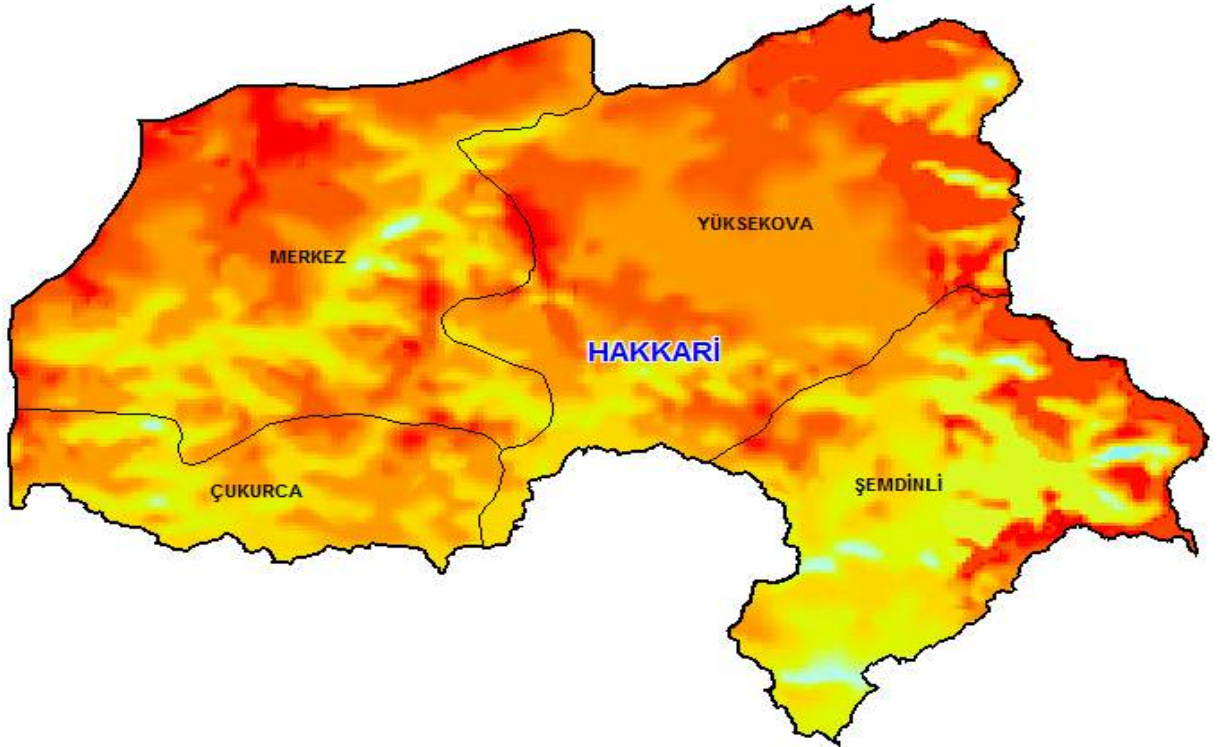
Sera içerisinde uygun iklim şartlarını sağlamak için güneş ışıınım değeri ve ısı transfer katsayılarının doğru tespit edilmesi gerekmektedir (Öztürk, 2016; Garzoli and Blackwell, 1981; Iga et al., 2005; Kimball, 1973; Kindelan, 1980; Ahamed et al., 2016; Pieters and Deltour, 1999). Bu değerler, sera enerji dengesi açısından önemlidir (Öztürk, 2016; Sengar and Kothari, 2008; Sharma and Tiwari, 1999; Öztürk, 2011; Su and Xu, 2017; Taki et al., 2016; Tiwari et al.,1998).

Serada, mahsullerin yetiştirme aşamalarında uygun sıcaklıkların sağlanması beklenir (Öztürk, 2016; Bouadila et al., 2014; Crittenden and Bailey, 2002; Cuce et al., 2016; Gasia et al., 2017; Hassanien et al., 2016; Kumar et al., 2009; Öztürk, 2011). Bu sebeple söz konusu sıcaklıkların sağlanması için seranın iç ortamındaki havanın ısıtılması veya soğutulması yapılır (Paksoy and Beyhan, 2015; Sethi et al., 2013; Sethi and Sharma, 2008; Öztürk, 2016). Bu kapsamda sera içerisinde, bazı aylarda soğutulma ihtiyacı olurken bazı aylarda da ısıtılma ihtiyacı doğmaktadır.

Günümüzde seranın ısıtılmasında güneş enerjisi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Seranın enerji ihtiyacı kapsamında güneş enerjisinden termal ve elektrik kullanımı yönünden yararlanılması sağlanılmaktadır. Güneş enerjisinden termal yönden faydalanılması kapsamında; güneş kolektörleri aracılığıyla güneşten elde edilen enerjinin suya aktarılması ve suyun seranın iç ortamının ısıtılması kapsamında dolaştırılması sağlanır. Ayrıca güneş enerjisinden termal yönden faydalanılması kapsamında havalı güneş kolektörler aracılığıyla güneşten elde edilen enerjinin havaya aktarılması ve bu havanın seranın iç ortamında dolaştırılması sağlanır. Güneşten termal faydalanmak suretiyle sera iç ortamına ısı aktarımı sağlanır. Seranın çatılarına yerleştirilen fotovoltaiik paneller aracılığıyla elektrik üretiminin sağlanması ve bunun da seranın elektriksel uygulamalarında kullanılması sağlanır.

2. HAKKARİNİN GÜNEŞ ENERJİ POTANSİYELİ

Hakkari, global güneş enerji değeri ve güneşlenme süresi değeri bakımından Türkiye ortalamasının üzerindedir (GEPA, 2019). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından (YEGM) Hakkâri'nin güneş enerji haritası Şekil 1'de verilmiştir (GEPA, 2019). Şekil 1'e bakıldığında Hakkâri iline ait koyu ve açık kırmızı alanların yaygın olduğu görülmektedir. Bu renklerle boyanmış alanların güneş enerjisi değerleri açısından yüksek olduğu belirtilmiştir.



Şekil 1. Hakkâri Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası (GEPA, 2019).

Hakkari ilinin aylık bazda ortalama günlük ışınlım şiddeti $4,41 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$, yıllık ortalama toplam global radyasyon değeri ise $1610,87 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$ ($4,41 \times 365$)'dir (DAKA, 2019). Hakkâri'de güneşlenme süresinin en yüksek olduğu ay hazirandır. (GEPA, 2019). Hakkâri İli'nin aylık bazda ortalama günlük güneşlenme süresi 9.61 saat-gün, yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi ise $3.510,08 \text{ saat-yıl}$ ($9,61 \times 365$)'dir (GEPA, 2019). Bu değerler, Hakkâri ilinin güneşlenme süresi bakımından Türkiye'de en yüksek değere sahip olduğunu göstermektedir (DAKA, 2019). Şu an Hakkâri'de güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik yatırım kapsamında Yüksekova Belediyesi tarafından kurulu gücü 1,00 MW olan Güneş Enerji Santralinin kurulumu yapılmaktadır (DAKA, 2019).

3. KURULUMU YAPILAN SERANIN ÖZELLİKLERİ

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesinde ortam sıcaklığının kontrol altında tutulması, sera uygulamalarında önemli bir işlevdir. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen bu çalışmada Hakkâri Üniversitesi Meslek Yüksek Okulunun bahçesine güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanan otomasyon kontrollü sera kurulmuştur. Bu çalışmanın hazırlanmasında doktora tez çalışmasından faydalanılmıştır (Yılmaz, 2014).

Kurulumu yapılan seranın güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanması kapsamında iki uygulama yapılmıştır. Uygulamalardan birincisinde; seranın iç ortam tasarımı güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulamalardan ikincisinde ise güneş kolektörler aracılığıyla seranın iç ortam sıcaklığının yükseltilmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte, özel otomasyon programı ile seranın iç hava şartları izlenmiş ve kontrol edilmiştir.

Sera sert ve karasal iklime sahip Hakkari’de iklim şartlarına dayanıklı olması için dayanıklı yapı modeli ile inşa edilmiştir. Bu kapsamda Şekiller 2, ve 3’te görüleceği üzere;seranın önce temel inşaatı sonra demir konstrüksiyonun kurulumu yapılmıştır. Daha sonra demir konstrüksiyonuna fiberglass sera örtüsü montajı gerçekleştirilmiştir (Yılmaz, 2014).

Şekil 2. Seranın temeli için kurulum resmi





Şekil 3. Seranın temeline demir konstrüksiyonun kurulumu

Üç aşamalı kurulumdan sonra seranın polietilen karbon malzemesi ile kaplanmış hali Şekil 4’te verirmiştir (Yılmaz, 2014).

Şekil 4. Seranın Polietilen karbon ile kaplanmış hali



Seranın iç ortamının güneş enerjisinden maksimum düzeyde faydalanmasına yönelik farklı tasarım modeli geliştirilmiştir. Bu kapsamda seranın zemininde beyaz kaplama malzemesi kullanılmış ve seranın içerisindeki kasalar siyah malzemeyle kaplanmıştır. Buradaki amaç sera içerisine gelen güneş ışınlarının beyaz zeminden yansıyarak siyah malzeme ile kaplı kasalara daha fazla ısı enerjisinin absorbe edilmesini sağlamaktır (Şekil 5 ve 6).



Şekil 5. Sera içerisindeki kasanın siyah malzemeyle kaplanması

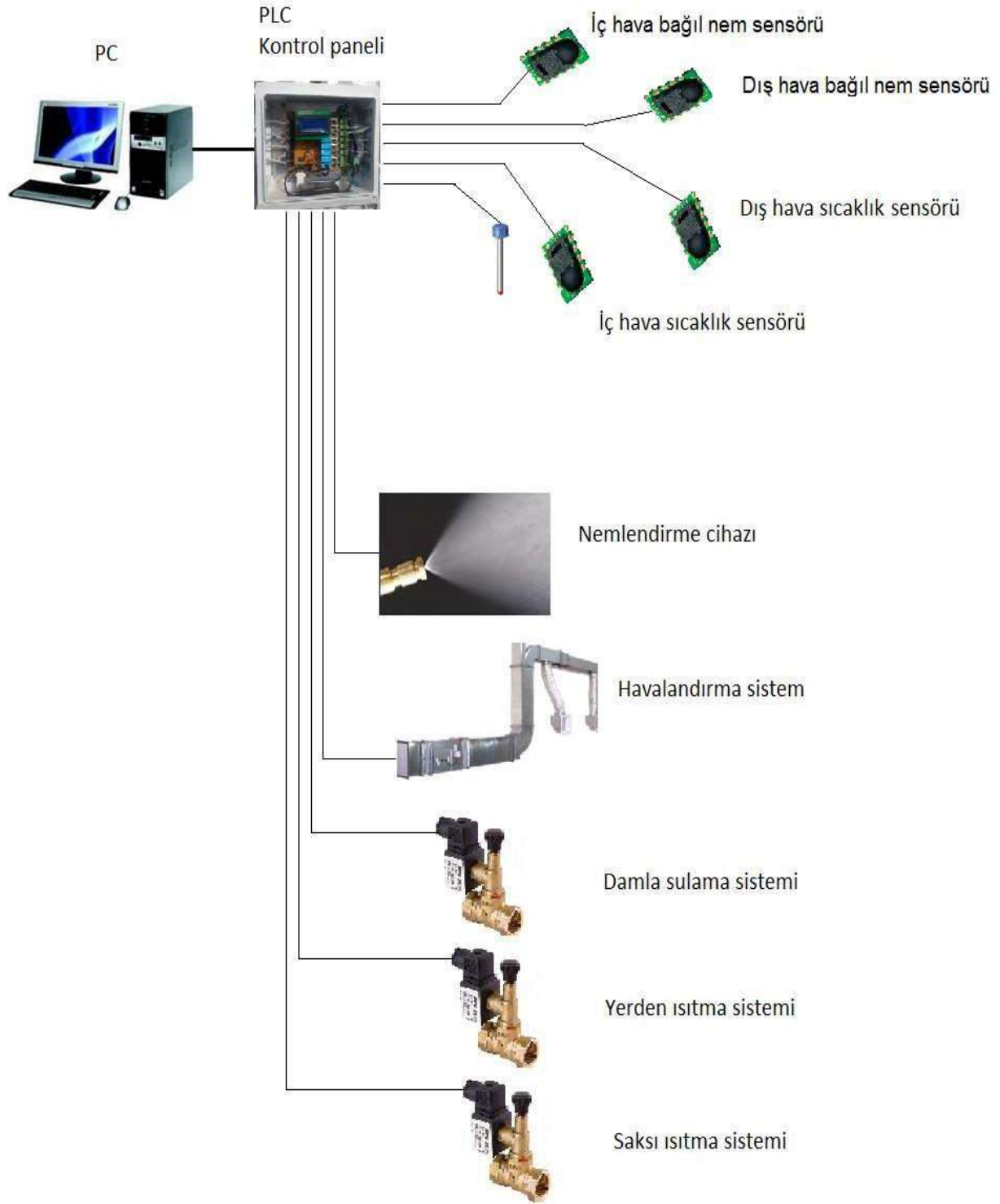
Şekil 6. Sera içerisindeki kasanın siyah malzemeyle kaplanmış hali

Sera içerisinde fazla ısıнын atılması için pervane aracılığı ile havalandırma sistemi kurulmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Kurulumu yapılan seranın havalandırma sistemi

Seranın otomasyonu kapsamında; Sera sistemini kontrol edebilmek için bilgisayar sistemi (PC) kuruldu (Şekil 8). Sera için hazırlanmış otomatik kontrol sistemi ve PLC sistemi birleştirildi (Yılmaz, 2014). Böylece, PLC programı, uygun yerlere monte edilen hissedicilerden aldığı bilgileri PC sistemine taşıyacak şekilde ayarlandı (Yılmaz, 2014). Buradaki amaç sera içerisinde ekilecek mahsulün en uygun şartlar altında yetiştirilmesini sağlamaktır.



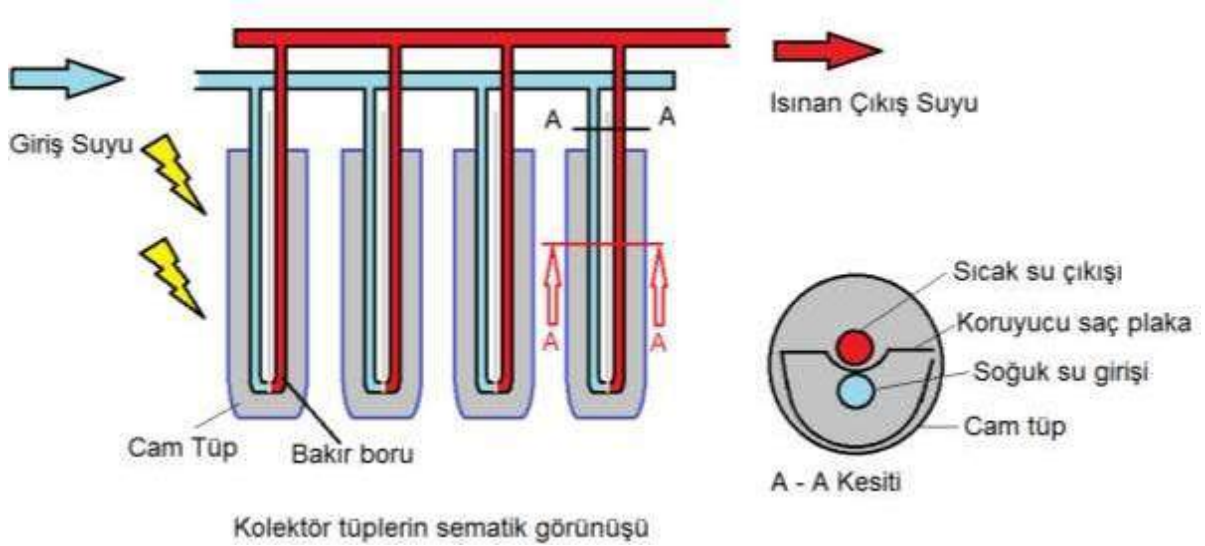
Şekil 8. Sera otomasyon sistemi kapsamında PC ve PLC sensörlerin bağlantı şeması (Yılmaz, 2014).

Sera sisteminde güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla verimleri yüksek ve soğuk iklimlerde dayanıklı olan vakum tüplü güneş kolektörleri tercih edilmiştir (Şekil 9).

Şekil 9. Sera sisteminde kullanılan vakum tüplü güneş kollektörü



Vakum tüplü güneş kollektörün çalışma prensibi Şekil 10’da verirmiştir. Şekil 10’a bakıldığında vakumun tüpün içerisinde çift bakır boru yer almaktadır. Bu kollektörün çalışma prensibi şebekeden gelen soğuk su bakır boruya alttan girmek ve ısına su üst borudan çıkmaktadır.



Şekil 10. Vakum tüplü güneş kollektörün çalışma şeması (Yılmaz, 2014).

4. SONUÇLAR

Seranın bulunduğu bölge itibariyle donma riskinin yüksek olması ve iklim şartlarının ağır geçmesi nedeniyle Hakkâri’de sera yatırımları yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte Hakkâri’nin güneş enerji potansiyeli, Türkiye ortalamasının üzerindedir. Hakkâri iklim şartlarında bahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde kurulumu yapılan serada mahsul yetiştirilmektedir. Fakat kış şartlarında kurulumunu yaptığımız serada mahsul yetiştirilmesi zordur. Bununla birlikte kurulumu yapılan serada ısı pompası sistemi entegre edilirse kış şartlarında da mahsul yetiştirilmesi mümkündür.

Kurulumu yapılan serada otomasyon sistemi kurulmuştur. Otomasyon sistemi kapsamında; otomatik kontrollü olarak yapılan serada üretilen mahsulün (salatalık), diğer klasik seralarda yetiştirilen mahsule göre yetiştirme süresinin yaklaşık 10 gün kadar kısaldığı deneysel olarak tespit edilmiştir (Yılmaz, 2014).

Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen bu çalışma Hakkâri iklim şartlarına uyum sağlayacak büyük çaplı sera yatırımları için çok önemli bir fizibilite çalışması niteliğindedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada ‘Hakkâri Modern Seracılıkla Tanışıyor’ isimli ve DFD.11/R048/010 numaralı proje ile Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (DAKA) tarafından finansal destek sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Ahamed, M. S., Guo, H., Tanino, K.K., 2016. Modeling of heating requirement in Chinese Solar Greenhouse. In: 2016 ASABE Annual International Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers, pp.1.
2. Bouadila, S., Lazaar, M., Skouri, S., Kooli, S., Farhat, A., 2014. Assessment of the greenhouse climate with a new packed-bed solar air heater at night, in Tunisia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 35, 31–41.
3. Bot, G.P., 1991. Physical modeling of greenhouse climate. *IFAC Proc.* Vol. 24 (11), 7–12.
4. Choab, N., Allouhi, A., El Maakoul, A., Kousksou, T., Saadeddine, S., Jamil, A., 2019. Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies. *Solar Energy* 191 (2019), 109-137.
5. Critten, D.L., Bailey, B.J., 2002. A review of greenhouse engineering developments during the 1990s. *Agric. For. Meteorol.* 112 (1), 1–22.
6. Cuce, E., Harjunowibowo, D., Cuce, P.M., 2016. Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems: a comprehensive review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 64, 34–59.
7. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (DAKA), 2019. Güneş Enerjisi Sektörel Analiz Raporu, [www. http://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/gunes_sektorel.pdf](http://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/gunes_sektorel.pdf)
8. El Afou, Y., Msaad, A. A., Kousksou, T., Mahdaoui, M., 2015. Predictive control of temperature under greenhouse using LQG strategy. In: 2015 3rd International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC). IEEE, pp. 15.
9. Garzoli, K.V., Blackwell, J., 1981. An analysis of the nocturnal heat loss from a single skin plastic greenhouse. *J. Agric. Eng. Res.* 26 (3), 203–214.
10. Gasia, J., Miró, L., Cabeza, L. F., 2017. Review on system and materials requirements for high temperature thermal energy storage. Part 1: General requirements. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 75, 1320–1338.
11. GEPA, 2019. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, [www. eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
12. Hassanien, R.H.E., Li, M., Lin, W. D., 2016. Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 54, 989–1001.
13. Iga, J. L., García, E. A., Fuentes, H. R., 2005. Modeling and validation of a greenhouse climate model. *IFAC Proc.* Vol. 38(1), 173–178.

14. Kimball, B.A., 1973. Simulation of the energy balance of a greenhouse. *Agric. Meteorol.* 11,243–260.
15. Kindelan, M., 1980. Dynamic modelling of greenhouse environment. *Trans. ASAE* 23 (5), 1232–1239.
16. Kumar, K.S., Tiwari, K.N., Jha, M.K., 2009. Design and technology for greenhouse cooling intropical and subtropical regions: a review. *Energy Build.* 41 (12), 1269–1275.
17. Öztürk, H.H., 2016. Seralarda enerji dengesi, Umuttepe yayınevi, sayfa 74.
18. Öztürk, H.H., 2011. Bitkisel üretimde enerji yönetimi, Hasad yayınevi, sayfa 248.
19. Paksoy, H.Ö., Beyhan, B., 2015. Thermal energy storage (TES) systems for greenhouse technology.In: *Advancesin Thermal Energy Storage Systems*. Wood head Publishing, pp.533–548.
20. Pieters, J.G., Deltour, J.M.J.J., Debruyckere, M.J.G.,1995. Onset of condensation on the inner and outer surface of greenhouse covers during night. *J.Agric.Eng.Res.*61(3), 165–171.
21. Sengar, S.H., Kothari,S., 2008. Thermal modeling and performance evaluation of arch shape greenhouse for nursery raising. *Afr .J. Math. Comput. Sci. Res.*1(1),001–009.
22. Sethi, V. P., Sumathy, K., Lee, C., Pal, D.S., 2013. Thermal modeling aspects of solar greenhouse micro climate control: a review on heating technologies. *Sol. Energy* 96, 56–82.
23. Sethi,V. P., Sharma, S.K., 2008. Survey and evaluation of heating technologies for World wide agricultural greenhouse applications. *Sol. Energy* 82 (9), 832–859.
24. Sharma, P.K., Tiwari, G. N.,1999. Parametric study of a greenhouse by using Runge-Kutta methods. *Energy Convers. Manage.* 40 (8),901–912.
25. Su,Y., Xu, L., 2017. Towards discrete time model for greenhouse climate control. *Eng. Agric. Environ. Food* 10(2),157–170.
26. Taki, M., Ajabshirchi, Y., Ranjbar, S. F., Rohani, A., Matloobi, M., 2016. Modeling and experimental validation of heat transferand energy consumption in an innovative greenhouse structure. *Inform.Process. Agric.* 3 (3), 157–174.
27. Tiwari, G.N., Sharma, P.K., Goyal,R.K., Sutar,R.F., 1998. Estimation of an efficiency factor for a greenhouse: a numerical and experimental study. *Energy Build.* 28 (3), 241–250.
28. Yılmaz A., 2014. “Hakkâri Şartlarında Sıcaklık Ve Bağıl Nemin Plc İle Denetlendiği Güneş Enerjili Sera Sistemi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

**BETON TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARINDA YÜZEY YANIT
YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI**

**THE USE OF RESPONSE SURFACE METHODS IN CONCRETE TECHNOLOGY
APPLICATIONS**

Arş. Gör. Zeynel Baran YILDIRIM

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Mühendislik problemlerinde ve farklı endüstri dallarında bir sürecin iyileştirilmesi, geliştirilmesi, niteliğinin artırılması ve optimizasyonu için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Deneysel tasarım teknikleri, bir süreçte yer alan kontrol edilebilen değişkenlerin farklı kombinasyonlardaki etkileşimlerinin kontrol edilemeyen değişkenler üzerindeki etkilerinin bulunmasında kullanılmaktadır. Sonuç parametrelerine etki eden faktör seviyelerinin teker teker değiştirilmesi yerine, bu seviyeler eş zamanlı olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede elde edilen sonuç çıktıları daha az kaynak kullanımı ve zaman tasarrufu sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Parametreler arasındaki etkileşimler tahmin edilebilir seviyelerde olmaktadır. Bu sayede optimizasyon işlemi daha etkin bir şekilde yapılabilmektedir ve süreç üzerinde farklılık gösterebilecek çevre koşullarında sistemin en iyi performans özelliklerinin görülmesi için tasarım parametreleri belirlenebilmektedir. Yüzey Yanıt Yöntemi (YYY) deneysel tasarım tekniklerinden biri olup; bir sürece etki eden bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamakta kullanılan matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, YYY tekniklerinin yapı teknolojilerinde kullanım potansiyeli araştırılmıştır. YYY gibi yenilikçi yaklaşımların beton teknolojileri uygulamalarında kullanımı; yeni tasarımların geliştirilmesi ve mevcut olanların iyileştirilmesi çalışmalarında sınırlı ekonomik imkânlar ve zaman alıcı laboratuvar çalışmaları açısından düşünüldüğünde büyük öneme sahiptir. Bu amaç doğrultusunda YYY tekniklerinin teorik özellikleri tanımlanmış ve inşaat mühendisliği alanında özellikle beton uygulamalarında kullanımını içeren ulusal ve uluslararası yayınların kapsamlı ve yakın tarihli bir literatür taraması yapılarak ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Deneysel tasarımlar uygulanarak daha az sayıda sistematik deneylerin gerçekleştirildiği ve ayrıca sürece etki eden parametreler arası etkileşimleri göz ardı edilmeksizin, performans özelliklerinin eş zamanlı olarak optimizasyonunun gerçekleştirildiği çalışmalar dikkat çekmektedir. İstatistiksel ve deneysel tasarım yazılımlarının yaygın kullanımının artmasıyla birlikte, beton performans özelliklerine etki eden parametrelerin incelenmiş olduğu çalışmalar giderek artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey Yanıt Yöntemi, deneysel tasarım, beton teknolojisi

ABSTRACT

Different methods are used to process improvement and development in engineering problems and different industries. Experimental design techniques are used to determine the effects of the interactions of independent variables in different combinations on dependent variables. Instead of changing the factor levels affecting the result parameters one by one, these levels are evaluated simultaneously. Thus, the results obtained are realized with less resource usage and time saving. Interactions between the parameters are at predictable levels. Therefore, optimization process can be performed more efficiently, and design parameters can be determined in order to see the best performance characteristics of the system in environmental conditions that may vary on the process. Response Surface Methodology (RSM) is one of the experimental design techniques which is defined as the sum of mathematical and statistical methods used to define the relationship between dependent and independent variables affecting a process. In this study, the potential of using RSM techniques in construction technologies was investigated. The use of innovative approaches such as RSM in concrete technology applications is of great importance in terms of limited economic opportunities and time-consuming laboratory studies in developing new designs and improving existing ones. For this purpose, the theoretical properties of RSM techniques have been defined and a comprehensive and recent literature review of the national and international publications including their use in the field of civil engineering, especially in concrete applications, has been examined in detail. It is noteworthy that there are fewer systematic experiments performed by applying experimental designs, and the simultaneous optimization of performance characteristics without disregarding interactions between the parameters affecting the process.

Keywords: Response Surface Methodology, experimental design, concrete technology

1. GİRİŞ

Her defada bir değişkenin değiştirildiği ve değişkenin yanıt üzerindeki etkisini inceleyen klasik yaklaşım, özellikle çok değişkenli bir sistemde veya birden fazla yanıtın etkili olduğu durumlarda karmaşıklıklara yol açmaktadır. Deneysel tasarım bu tür çok değişkenli sistemleri optimize etmek için kullanılabilecek istatistiksel teknikleri içermektedir (Montgomery, 2012). Beton üretim sürecinde, en önemli girdi değişkenleri nihai üretim özelliklerinde kritik rolleri nedeniyle ana malzemelerin miktarları ve oranlarıdır. Kullanılan ana malzemelerin oranları optimize edildikten sonra; mekanik, fiziksel ve ayrıca maliyet içeren çıktı değişkenlerinde iyileşmeler gerçekleşir ve bu durum ürünün kalitesini yükseltir. Üretilen betonların mekanik ve fiziksel özelliklerinin arzu edilen değerleri yapının türüne, tipine, standardına, kullanım amacına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Beton karışım tasarımının modellenmesinde ve optimizasyonunda özellikle deneysel tasarım ve sınır ağları, genetik algoritma ve bulanık mantık gibi hesaplama yaklaşımları sıklıkla kullanılmıştır. Bununla birlikte son yıllarda Yüzey Yanıt Yöntemi (YYY) adında çeşitli beton türlerinin karışım oranlarının belirlendiği çok yanıtlı optimizasyon problemlerinde sıklıkla kullanılan tekniklerde bulunmaktadır. YYY bazı faktörlere ait değerlerin tepki değişkeni üzerindeki

etkisini ortaya çıkarmak ve tepki değişkenini faktör değerlerinin kombinasyonları arasında maksimum veya minimum yapan değerleri bulmak için kullanılır. Bu yöntem, yanıt ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılan bir dizi matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşur. Bu teknikler, bağımsız değişkenlerin (faktörlerin) yanıt üzerindeki etkilerini tek başına veya kombinasyonlar halinde araştırılmasını sağlar. Tepki yüzey üzerinde etki edecek bağımsız değişkenlerin belirlenmesi tasarımıdaki ilk aşamadır. İlerleyen süreçlerde ise deney tasarımı, regresyon modelleme ve optimizasyon teknikleri kullanılarak sonuca ulaşılmaktadır. Bu çalışmada deneysel tasarım tekniklerinden YYY tanımlanmış ve inşaat mühendisliği alanında, özellikle beton teknolojisinin kullanıldığı alanlarda yapılan bilimsel çalışmalar güncel ve geniş bir literatür taraması ile ele alınmıştır.

2. YÜZEY YANIT YÖNTEMLERİ

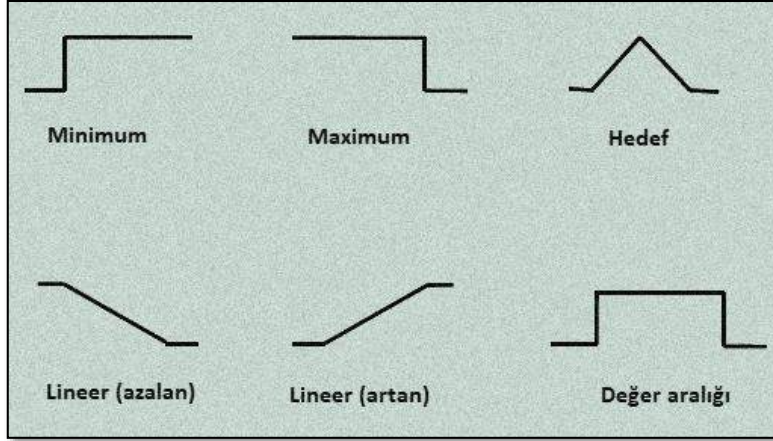
YYY, bir problemin süreci ve bu sürecin yanıtları arasındaki ilişkileri etkileyen bir veya daha fazla bağımsız değişken modelini analiz etmek ve geliştirmek için kullanılan istatistiksel ve matematiksel bir tekniktir. Yüzey yanıt teknikleri ayrıca yanıt değişkenlerinin sınırlandırıldığı çok amaçlı optimizasyon modellemelerinde bağımlı ve bağımsız değişkenlere dayalı istenen hedefleri tanımlamak için kullanılabilir. YYY analizinde kullanılan verilerin uygunluğuna göre çeşitli tasarım türleri vardır. Bunlar arasında en yaygın kullanılan yöntemler CCD ve BBT'dir. YYY uygulamalarında, yanıt değişkenleri ile bağımsız değişkenler arasındaki etkileşime uygun yaklaşımlar bulunmalıdır. Yanıt değişkenleri lineer bir modelde bağımsız değişkenler cinsinden ifade edilirse Denklem 1 kullanılır(Montgomery, 2009, 2017).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (1)$$

Bununla birlikte, eğer deneysel veriler birinci dereceden bir lineer modele uymuyorsa veya eğrisellik etkisi önemliyse, Denklem 2'de görülen ikinci derecede fonksiyonda belirtildiği gibi lineer modelin daha yüksek dereceli bir polinom modeliyle değiştirilmesi daha tutarlı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır (Akay ve Demirtas, 2015; Yildirim vd., 2018).

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i \neq j=1}^n \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (2)$$

Bu denklemde y modellenen yanıt değişkeni, β regresyon katsayısı, i ve j sırasıyla doğrusal ve kuadratik katsayılarıdır. x_i ve x_j bağımsız değişkenlerin kodlanmış değerleridir ve ε terimi deneysel hataları ifade etmektedir (Mohammed ve Adamu, 2018; Vatanpour vd., 2017). YYY uygulamalarında, optimizasyon aşamasında yanıt değişkenleri için tanımlanan hedefler bulunmaktadır. Bu hedeflere Şekil 1 örnek olarak verilebilir.



Şekil 1. Optimizasyon aşamasında tanımlanan hedef örnekleri

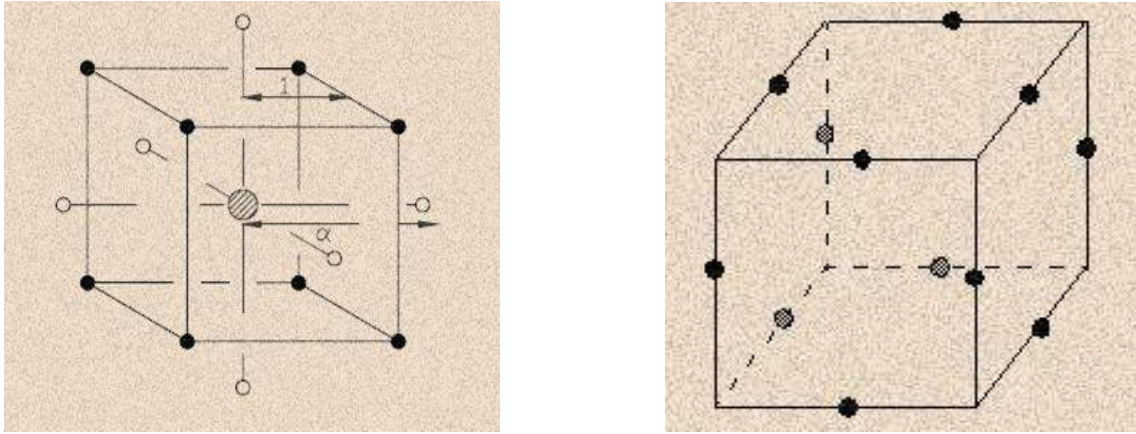
Arzu edilebilirlik fonksiyonu bağımsız değişkenlerin ve yanıt parametrelerinin optimizasyonunu gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bağımsız değişkenler istenilen koşullarda optimize edilirken maksimizasyon, minimizasyon ve hedef fonksiyonları kullanılmıştır (Kuhn, 2016). Tepki değişkenleri bu işlevlerle ifade edilir ve arzu edilen seviyelere göre 0 ile 1 arasında di değerleri elde edilir. 1 en yüksek arzu edilebilirlik seviyesini temsil ederken, 0 en düşük arzu edilebilirlik seviyesini temsil etmektedir. Arzu edilebilirlik seviyesinin bir yaklaşımına ait matematiksel gösterimi Denklem 3’de verilmiştir.

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

Bu denklemde, her bir yanıt için arzu edilebilirlik fonksiyonlarının geometrik ortalaması kullanılır. Burada n optimize edilecek yanıtların sayısıdır. Arzu edilebilirlik seviyesinin hesaplanmasında bir diğer yaklaşım Denklem 4’de verilmiştir. Bu denklemde n yanıt sayısı ve w_i ise 0 ile 1 arasında değişen fonksiyonların ağırlıklarıdır.

$$D = \frac{(w_1 \times d_1 + w_2 \times d_2 + \dots + w_n \times d_n)}{n} \quad (4)$$

Yüzey yanıt teknikleri temelde iki tür tasarımdan oluşmaktadır; Merkezi Kompozit Tasarım (MKT) ve Box-Behnken Tasarımı (BBT). MKT, Box ve Wilson (1951) tarafından 3^k faktöriyel tasarımına alternatif olarak kullanılmak üzere geliştirilmiş bir yüzey yanıt tasarımıdır. Faktöriyel noktalar (± 1) ve merkez noktaların (0) yanı sıra diğer deney stratejilerinden farklı olarak $\pm \alpha$ (alfa) olarak ifade edilen eksenel noktalarda bulunmaktadır (Jensen, 1995). Deneysel tasarım tekniklerinden MKT kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda bağımsız değişkenlerin çoğunlukla 5 farklı seviyesi bulunmaktadır. BBT deney stratejisi ise MKT gibi tercih edilen yüzey modelleme tasarımlarındandır. Bağımsız değişkenlerin 3 farklı seviyesinin olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılır. BBT, MKT’ye göre daha az deneme gerektirdiğinden daha ekonomik bir tasarımıdır. Diğer bir taraftan ise daha az sayıda deneylerin gerçekleştirilmesi optimizasyon hesaplamalarında bu bölgelere ait tahminlerin doğruluğunu azaltmaktadır (Jensen, 1995).



Şekil 2. Üç faktörlü MKT ve BBT düzeni çözüm uzayı gösterimi

Tasarımda kabul edilen noktaların çözüm uzayında gösterilen küp modeli Şekil 2’de görülmektedir. 3 faktörlü MKT modelinde toplam 15 noktanın çözüm uzayında gösterildiği küp şeklinde $2^3=8$ faktöriyel noktanın yanı sıra merkez noktadan α kadar uzaklıkta yuvarlak şeklinde gösterilmiş $2*3=6$ tane eksen nokta ve küpün merkezinde bir adet merkez nokta yer almaktadır. BBT’de MKT’de olduğu gibi her değişkenin yüksek ve düşük sınırlarının (faktöriyel) kübik modelde köşe noktası olarak kullanılması yerine temsil edilen deneme noktaları küpün ayrıtlarının orta noktalarına konumlandırılmıştır (Croarkin ve Tobias, 2015; Çıra, 2014).

3. BETON TEKNOLOJİSİNDE YÜZEY YANIT YÖNTEMLERİ ÇALIŞMALARI

Deneyssel tasarım teknikleri kullanılarak daha az sayıda sistematik deneylerin gerçekleştirildiği ve süreci etkileyen parametrelerin eş zamanlı olarak değerlendirildiği optimizasyon çalışmaları son yıllarda yaygın olarak yapılmaktadır. İstatistiksel deney tasarımı yazılımlarının erişilebilirliğinin artması bunun en önemli sebeplerindendir.

Muthukumar vd. (2003), silis agrega karışım oranlarının polimer betonda kullanımını istatistiksel deney tasarımı teknikleri kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Altı farklı standart parçacık boyutuna sahip yüksek saflıkta silika agregaları deneyssel tasarım için seçilmiştir. Tasarım matrisine göre 54 farklı kombinasyonda boşluk oranları deneyssel olarak belirlenmiştir. Minimum boşluk içeriğine sahip optimum karışım tasarımını YYY tekniklerinden BBT kullanılarak belirlemişlerdir.

Doğan (2009)’de beton karışım parametrelerinin geçirimsilik özelliklerini ve çelik donatılarda oluşan korozyon miktarını YYY tekniklerini kullanarak incelemiştir. Uçucu kül ve silis dumanı katkılı beton numunesi serileri oluşturulmuştur ve üretilen numunelerin su ve klorür geçirimsilikleri en yüksek ve en düşük olan numunelere göre karışım oranlarını tespit etmiştir. MKT yönteminin puzolan katkılı betonlarda geçirimsilik özelliği ve basınç dayanımı

optimizasyonunda karışım oranlarının belirlenmesinde kullanılabilen elverişli bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

Şimşek vd. (2016), standart hazır beton karışım oranlarının optimizasyonunda YYY tekniklerinden yararlanmışlardır. Tasarım sonuçları yüzey yanıtlarda en yüksek değişime neden olan su/çimento oranının en önemli değişken olduğu, agrega karışım oranının ise en önemli ikinci değişken olduğu sonucuna varmışlardır. Ek olarak, tanımlanmış yanıt değişkenleri regresyon analizleri kullanılarak bağımsız değişkenler cinsinden ifade edilmiştir ve eş zamanlı optimizasyon kullanılarak arzu edilebilirlik seviyelerine göre sıralanmışlardır.

Miličević vd. (2011), geri dönüşümlü agreganın MKT ve BBT kullanılarak temel beton özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yoğunluk, gözeneklilik gibi parametrelerin incelendiği çalışmada, tahmin modellerinden elde edilen değerlerin deneysel sonuçlarla tutarlılığı incelenmiştir. Betonun temel özelliklerinin belirlenmesinde YYY tekniklerinin kullanımı sayesinde deney sayılarının azaltılabileceği gösterilmiştir.

Adamu vd. (2018), yüksek hacimli uçucu kül, kırıntı kauçuk ve nano-silikanın silindirle sıkıştırılmış beton üzerindeki etkilerini YYY teknikleri kullanılarak oluşturulan deneysel tasarım matrisleri ile incelemişlerdir. BBT stratejisi kullanılarak gerçekleştirilen süreçte analiz sonuçları; nano silika oranının artışı yüksek hacimli uçucu kül içeren betonlarda kırıntı kauçuk eklenme durumuna bakılmaksızın performans değerlerini arttırdığını göstermiştir.

Asadzadeh ve Khoshbayan (2018), köpük betonlarında basınç dayanımı, kuru yoğunluk ve maliyet yanıt değişkenlerinin eş zamanlı optimizasyon yardımı ile BBT ile incelemişlerdir. Minimum maliyet ile birlikte minimum yoğunluk ve maksimum basınç dayanımı elde etmek için su, çimento ve köpük hacmi bağımsız değişkenlerini içeren farklı kombinasyonlarda beton numuneleri hazırlamışlardır. 15 beton numunesi üzerinde yapılan deneyler sonucunda tasarım matrisi oluşturulmuştur ve istatistiksel yazılım programı aracılığı ile ilgili modeller kurulmuştur. Yanıt değişkenlerinin tanımlanan seviyelerinde optimum sonuçlar elde edilerek YYY tekniklerinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir.

Murali ve Kandasamy (2009), YYY kullanılarak yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen beton karışımlarını incelemişlerdir. Çimento, uçucu kül, su bağlayıcı ve su azaltıcı oranları bağımsız değişkenleri 5 farklı seviyede tanımlanmıştır. Farklı kombinasyon düzeylerinde toplam 31 karışım elde edilip incelenmiştir. Basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, eğilme dayanımı olarak tanımlanan yanıt değişkenleri bağımsız değişkenler cinsinden ifade edilmiştir.

Bektas ve Bektas (2014), alkali silika reaksiyonunun betonun mekanik özellikleri üzerine etkisini YYY teknikleri kullanarak incelemişlerdir. Su/çimento oranı, alkali içeriği ve zemin tuğla kili bağımsız değişkenleri ile ASR genleşmesi, basınç dayanımı, elastisite modülü ve eğilme mukavemeti bağımlı değişkenleri belirlenerek BBT uygulanmıştır. Deneysel tasarım

sonucunda oluşturulan modellerin bağımlı değişkenleri %85'den fazla oranlarda temsil ettiği görülmüştür.

Barbuta vd. (2015), cam elyaf ve kömür uçucu kül katkılarının kullanıldığı beton numunelerinde gerilme mukavemeti etkisini MKT kullanarak incelemişlerdir. İki değişkenli ortogonal MKT tasarımı uygulanarak 13 beton karışımı üretilmiştir. Eğilme dayanımı ve çekme dayanımı bağımlı değişkenlerine ait modeller elde edilerek istatistiksel analiz yapılmıştır. Maksimum eğilme ve çekme dayanımları eş zamanlı olarak değerlendirilerek optimum koşullar bulunmuştur.

Yildirim vd. (2018), deneysel tasarım yöntemi kullanarak atık kömür katkılı asfalt betonu numunelerinin en uygun koşullarının bulunmasını incelemişlerdir. Bağımlı değişkenlere ait modeller oluşturulmuştur ve istatistiksel anlamlılıkları ispatlanmıştır. En iyi ortam koşulları eş zamanlı optimizasyon yöntemi ile belirlenmiştir.

Nunes vd. (2013), geri dönüştürülmüş ince cam tozları içeren kendiliğinden yerleşen betonun harç karışımlarını YYY tekniklerinden MKT kullanarak incelemişlerdir. Karışım parametrelerinin ve bunların birleştirilmiş etkilerinin şekil değiştirme, viskozite, basınç dayanımı ve karbonatlanma üzerindeki etkilerinin matematiksel olarak modellenmesi için deneysel tasarım matrisi oluşturulmuştur. Dayanımın maksimum düzeyde, maliyetin ise minimum düzeyde olduğu optimum karışım oranları belirlenmiştir.

Balcikanli ve Ozbay (2016), alkali aktif betonların bağlanma dayanımı aşınma direnci YYY tekniklerin MKT kullanılarak deneysel incelenmiştir. Tasarım matrisi oluşturulmuştur ve 21 beton numunesi üretilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. %95 güven aralığında istatistiksel anlamlı modeller elde edilmiştir. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri deneysel ölçümler kullanılarak analiz edilmiştir. Bağımlı değişkenler için önerilen regresyon modelleri kullanılarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

Li vd. (2015), donma çözünme döngüleri altında alkali-cüruf betonunun kırılma özelliklerini YYY yöntemlerinden BBT kullanarak incelemiştir. Model sonuçları YYY modelinin iyi tahminler yaptığı ve alkali-cüruf betonu kırılma tokluğunun analiz edilmesinde ve tahmin modellerinin oluşturulmasında kullanılabileceği göstermiştir.

Alğın (2015), inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümlü beton agregaların kendiliğinden yerleşen betonlarda kullanımını YYY ile incelemiştir. Mümkün olan en iyi geri dönüşümlü agrega yüzdesini elde etmek için varyans analizi ile birlikte çok amaçlı optimizasyon analizini kullanmıştır.

Noori (2019), killi zemin ortamında derin karıştırma kolonlarının performans özellikleri YYY ile araştırılmıştır. Küçük ölçekli kolonlarda optimizasyon analizi gerçekleştirilmiştir ve devamında yapılan doğrulama deney sonuçlarının %91 oranında doğrulandığı bulunmuştur.

Çelik lifli kendiliğinden yerleşen betonların performansına etki eden parametreleri tepki yüzey yöntemi ile incelemiştir. YYY kullanılarak gerçekleştirilen optimum tasarımda mekanik performans özelliklerinin yanı sıra betonun işlenebilirliği, en iyi reolojik özellikleri ve maksimum süneklığe sahip en ekonomik tasarım uygulanmıştır (Yardımcı, 2007).

Khodai vd. (2013), taş mastik asfalt betonlarında soyulma problemini iyileştirmek amacıyla kireç katkısının etkisini YYY ile incelemiştir. Tanımlanan değişkenlerin farklı düzeylerinde gerçekleştirilen eş zamanlı optimizasyon çalışmasında değişkenler için uygun lineer kuadratik etkileşimler bulunmuştur. Kireç katkısının soyulma problemlerinin yaşandığı taş mastik asfalt betonlarında kullanılabilirliği gösterilmiştir.

Hamzah vd. (2017), parafin katkılı geri dönüştürülmüş asfalt betonlarının performans özellikleri MKT kullanılarak optimize edilmiştir. YYY tarafından önerilen istatistiksel analizler ve matematiksel modeller kullanılmıştır. Optimizasyon analizinden sonra sıkıştırma sıcaklığının en etkili faktör olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojik alandaki hızlı gelişmeler her alanda olduğu gibi beton teknolojileri sektöründe de bilinen klasik deney yöntemlerinin yerine alternatif yaklaşımlar kullanılmasına olanak sağlamıştır. Son yıllarda mühendislik alanında bulanık mantık, sinir ağları ve genetik algoritma analizleri sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, deneysel tasarım ve istatistiksel analiz yaklaşımlarının beton teknolojilerinde kullanımı üzerine de yeni çalışmalar literatürde yerini almaya başlamıştır. Bu çalışmada deneysel tasarımlardan YYY tekniklerinin inşaat mühendisliği alanında özellikle beton teknolojisinde kullanımı üzerine geniş bir literatür çalışması yapılmış ve çalışmalar özetler halinde ele alınmıştır.

İstatistiksel tasarım uygulamaları tipik olarak bir ürünü aynı anda en az maliyetle bir dizi performans kriterini karşılayacak şekilde eş zamanlı optimize edilmesini sağlamaktadır. Beton uygulamalarında bu performans kriterleri; taze beton özelliklerinden viskozite, akma gerilemesi, priz süresi, sıcaklık olabileceği gibi, sertleşmiş beton özelliklerinden elastisite modülü, durabilite, sünme, büzülme gibi mekanik özellikler ve donma çözünmeye karşı direnç, aşınma ve klorür nüfuzu gibi dayanıklılık özellikleri de olabilmektedir. Bunun dışında tanımlanan birçok performans kriterinin sonuçları YYY kullanılarak incelenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak, deneysel tasarım tekniklerinin inşaat mühendisliği alanından beton teknolojilerinde işlenen süreçlere dâhil edilmesiyle daha az sayıda deneyler gerçekleştirilerek daha hızlı ve güvenilir sonuçlar elde etmek mümkün olmaktadır.

REFERANSLAR

- Adamu, M., Mohammed, B. S., Liew, M. S., 2018, Mechanical properties and performance of high volume fly ash roller compacted concrete containing crumb rubber and nano silica, *Construction and Building Materials*, 171, 521-538.
- Akay, U., Demirtas, E. A., 2015, Degradation of burazol blue ED by heterogeneous fenton process: simultaneous optimization by central composite design, *Desalination and water treatment*, 56, 3346-3356.
- Alğın, Z., 2015, PROPERTIES OF SELF-COMPACTING CONCRETES PREPARED WITH RECYCLED AGGREGATE, University of Gaziantep
- Asadzadeh, S., Khoshbayan, S., 2018, Multi-objective optimization of influential factors on production process of foamed concrete using Box-Behnken approach, *Construction and Building Materials*, 170, 101-110.
- Balcikanli, M., Ozbay, E., 2016, Optimum design of alkali activated slag concretes for the low oxygen/chloride ion permeability and thermal conductivity, *Composites Part B: Engineering*, 91, 243-256.
- Barbuta, M., Marin, E., Cimpeanu, S. M., Paraschiv, G., Lepadatu, D., Bucur, R. D., 2015, Statistical Analysis of the Tensile Strength of Coal Fly Ash Concrete with Fibers Using Central Composite Design, *Advence in Materials Science and Engineering*, 2015, 1-7.
- Bektas, F., Bektas, B. A., 2014, Analyzing Mix Parameters in ASR Concrete Using Response Surface Methodology, *Construction and Building Materials*, 66, 299-305.
- Box, G. E. P., Wilson, K. B., 1951, On the Experimental Attainment of Optimum Conditions, *Journal of the Royal Statistical Society*, 13, 1-45.
- Croarkin, C., Tobias, P., 2015, Engineering Statistics e-Handbook *Erişim Adresi: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>*, Erişim Tarihi: 05.10.2015.
- Çıra, S. C., 2014, MERMER AŞINDIRMA-CİLALAMA MAKİNASI ÇALIŞMA DEĞİŞKENLERİ VE MERMER MALZEME ÖZELLİKLERİNİN YÜZEY KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ VE OPTİMİZASYONU, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 169 s.
- Doğan, Ü. A., 2009, Beton bileşim parametrelerinin geçirimsizlik özellikleri ve gömülü çelik donatı korozyonuna etkisi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.
- Hamzah, M. O., Gungat, L., Golchin, B., 2017, Estimation of Optimum Binder Content of Recycled Asphalt Incorporating a Wax Warm Additive Using Response Surface Method, *International Journal of Pavement Engineering*, 18, 682-692.
- Jensen, D., 1995, C432. Efficiency comparisons of central composite designs, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 52, 177-183.
- Khodaii, A., H.F.Hangshenas, Tehrani, H. K., M.Khedmati, 2013, Application of Response Surface Methodology to Evaluate Stone Matrix Asphalt Stripping Potential, *Journal of Civil Engineering*, 17, 117-121.
- Kuhn, M. 2016. "The desirability Package." In.
- Li, Q., Cai, L., Fu, Y., Wang, H., Zou, Y., 2015, Fracture properties and response surface methodology model of alkali-slag concrete under freeze-thaw cycles, *Construction and Building Materials*, 93, 620-626.
- Miličević, I., Štirmer, N., Bjegović, D., 2011, Optimizing the Concrete Mixture made with Recycled Aggregate Using Experiment Design, *Proceedings of Recent advances in fluid mechanics and heat & mass transfer, Florence, Italy: WSEAS Press*, 110-115.
- Mohammed, B. S., Adamu, M., 2018, Non-destructive evaluation of nano silica-modified roller-compacted rubbercrete using combined SonReb and response surface methodology, *Road Materials and Pavement Design*, 1-21.

- Montgomery, D. C., 2009, Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, New York, *Design and analysis of experiments*. 7th ed. John Wiley & Sons, New York., -.
- Montgomery, D. C., 2012, Design and Analysis of Experiments, John Wiley and Sons, 656 p.
- Montgomery, D. C. 2017. *Design and analysis of experiments* (John wiley & sons).
- Murali, T. M., Kandasamy, S., 2009, Mix Proportioning of High Performance Self-Compacting Concrete Using Response Surface Methodology, *Journal of Civil Engineering*, 37, 91-98.
- Muthukumar, M., Mohan, D., Rajendran, M., 2003, Optimization of mix proportions of mineral aggregates using Box Behnken design of experiments, *Cement and Concrete Composites*, 25, 751-758.
- Noori, M. A., 2019, Katkı İçerikli Derin Karıştırma Kolonları Performans Özelliklerinin Model Deneylerle Araştırılması, Selçuk Üniversitesi, s.
- Nunes, S., Matos, A. M., Duarte, T., Figueiras, H., Sousa-Coutinho, J., 2013, Mixture design of self-compacting glass mortar, *Cement and Concrete Composites*, 43, 1-11.
- Şimşek, B., İç, Y. T., Şimşek, E. H., 2016, A RSM-based multi-response optimization application for determining optimal mix proportions of standard ready-mixed concrete, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41, 1435-1450.
- Vatanpour, V., Karami, A., Sheydaei, M., 2017, Central composite design optimization of Rhodamine B degradation using TiO₂ nanoparticles/UV/PVDF process in continuous submerged membrane photoreactor, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 116, 68-75.
- Yardımcı, M. Y., 2007, ÇELİK LİFLİ KENDİLİĞİNDEN YERLESEN BETONLARIN REOLOJİK, MEKANİK, KIRILMA PARAMETRELERİNİN ARASTIRILMASI ve OPTİMUM TASARIMI, Dokuz Eylül Üniversitesi, s.
- Yildirim, Z. B., Karacasu, M., Okur, V., 2018, Optimisation of Marshall Design criteria with central composite design in asphalt concrete, *International Journal of Pavement Engineering*, 1-11.

**ASFALT BETONUNDA ATIK LASTİK VE CAM ELYAF İLAVESİNİN
OPTİMİZASYONUNDA BOX-BEHNKEN TASARIMI VE MERKEZİ KOMPOZİT
TASARIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

COMPARISON OF BOX-BEHNKEN DESIGN AND CENTRAL COMPOSITE DESIGNS
IN OPTIMIZATION OF WASTE RUBBER AND GLASS FIBBER ADDITION IN
ASPHALT CONCRETE

Arş. Gör. Zeynel Baran YILDIRIM

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Asfalt kaplamalar yol inşaatlarında yaygın olarak kullanılan malzemelerden biridir ve performansını etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Bu çalışmada, Yüzey Yanıt Yöntemleri'nden (YYY) Box-Behnken Tasarımı (BBT) ve Merkezi Kompozit Tasarım (MKT) yaklaşımları kullanılarak atık lastik (AL) ve cam elyaf (CE) katkılı asfalt betonu karışımlarda Marshall tasarım kriterlerinin özellikleri karşılaştırılmıştır. Sıcaklık, AL oranı, CE oranı ve bitüm oranı parametreleri istatistiksel tasarımda bağımsız değişkenler olarak tanımlanmıştır. Pratik Özgül Ağırlık (PÖA), boşluk oranı, bitümle dolu boşluk oranı (VFA) ve Marshall stabilitesi parametreleri ise bağımlı değişkenler olarak tanımlanmıştır. BBT ve MKT yaklaşımları uygulanarak oluşturulan tasarım matrislerine göre sırası ile 27 ve 30 asfalt betonu numunesi üretilmiştir ve deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel tasarım yöntemleri kullanılarak oluşturulan yüzey yanıt modelleri üzerinde varyans analizleri yapılarak bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileşimleri belirlenmiştir. Ayrıca yanıt değişkenleri üzerinde oluşturulan doğrusal, kuadratik ve iki faktörlü etkileşimlerin ifade edildiği matematiksel modellerin, istatistiksel anlamlılıkları ve deneysel hata etkileri %95 güven aralığında tespit edilmiştir. Matematiksel modellerden elde edilen tahmin değerleri ile gerçek değerler Scatter-plot grafikleri ile her iki YYY yaklaşımı için karşılaştırılmıştır ve %90 üzerindeki oranlarda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Tahmin modellerinin uygunlukları regresyon analizi sonucunda elde edilen R^2 , R^2_{Adj} ve R^2_{Pre} değerleri ile kontrol edilmiştir. BBT ve MKT tasarımları sonucunda elde edilen faktör-yanıt yüzey etkileşimleri üç boyutlu yüzey grafikleri ile gösterilmiştir. Son aşamada, asfalt betonu performans kriterlerinin eş zamanlı optimizasyonu, sınır değerleri teknik şartname esas alınarak belirlenmiştir. Çekicilik fonksiyonu kullanılarak arzu edilebilen seviyelerde optimum ortam koşulları BBT ve MKT için sıralanmıştır. Sonuç olarak, BBT yaklaşımının MKT yaklaşımına göre daha uygulanabilir ve ekonomik bir tasarım olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deneysel tasarım, Yüzey Yanıt Yöntemi, Box-Behnken Tasarımı, Merkezi Kompozit Tasarım, Asfalt Betonu

ABSTRACT

Asphalt pavements is one of the materials commonly used in road construction and there are many parameters that affect its performance. In this study, the properties of Marshall design criteria in waste rubber (WR) and glass fiber (GF) added asphalt concrete mixtures were compared by using Box-Behnken Design (BBD) and Central Composite Design (CCD) approaches among Response Surface Methodology (RSM). Temperature, WR ratio, GF ratio and bitumen ratio parameters were defined as independent variables in statistical design. Practical Specific Gravity (PSG), voids, voids of filled with asphalt cement (VFA) and Marshall stability parameters were defined as dependent variables. According to the design matrices created by applying BBD and CCD approaches, 27 and 30 asphalt concrete samples were produced, and their experiments were performed respectively. Interaction of independent variables on dependent variables was determined by analysis of variance on surface response models created using experimental design methods. In addition, the statistical significance and experimental error effects of the mathematical models expressing linear, quadratic and two-factor interactions formed on the response variables were determined within the 95% confidence interval. Predicted values obtained from mathematical models and actual values were compared with Scatter-plot graphs for both RSM approaches and significant results were obtained at rates above 90%. The suitability of the prediction models was checked with R^2 , R^2_{Adj} and R^2_{Pre} values obtained from the regression analysis. Factor-response surface interactions obtained from BBD and CCD designs are shown with three-dimensional surface graphs. In the last stage, simultaneous optimization of the asphalt concrete performance criteria and limit values were determined based on the technical specifications. Optimum ambient conditions at desirable levels using the desirability function are listed for BBD and CCD. As a result, it was found that the BBD approach is more feasible and economical design than the CCD approach.

Keywords: Experimental design, Response Surface Methodology, Box-Behnken Design, Central Composite Design, Asphalt Concrete

1. GİRİŞ

Bitüm ve agregadan oluşan bitümlü sıcak karışımlar (BSK) tüm dünyada yol inşaatlarında kullanılmaktadır. Asfalt betonu olarak da nitelendirilebilen bu karışımlar yaklaşık olarak %95 agregat ve %5 bitümden oluşmaktadır. Petrolün damıtılmasından elde edilen bitüm üretim maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu durum, büyük miktarlarda yatırımlar

gerektiren karayolu inşaatlarında kullanılan malzemelerin performans özelliklerinin belirlenmesini gerekli kılmıştır. Marshall tasarımı, asfalt betonlarının ağır tekerlek yükü altında meydana gelen bozulmalarını engellemek için geliştirilen ve günümüzde de hala yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (İsfalt, 2002; Yayla, 2011).

İstatistiksel deneysel tasarım teknikleri birçok mühendislik alanında tanımlanmış problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tanımlanan süreci etkileyen özellikler hakkında veriler toplanarak sürecin kalitesini etkileyen değişkenlerin belirlenmesini ve optimum ortam koşullarının tespit edilmesini sağlamaktadır. Deneysel tasarım tekniklerinin kullanılması, yeni ürünlerin geliştirilmesi, yüksek maliyet gerektiren süreçlerin yönetilmesi ve hâlihazırda kullanılan ürünlerin performans özelliklerinin iyileştirilmesi işlemlerinde büyük öneme sahiptir. Tasarım teknikleri, deney sonucunu etkileyen değişkenlerin birer birer değiştirilmesi yerine bu seviyeleri eş zamanlı olarak değerlendirilmektedir. Böylece daha kısa sürede ve daha az kaynak kullanımı ile etkili sonuçlar elde edilebilmektedir (Montgomery, 2012; Montgomery, 2017; Khuri ve Mukhopadhyay, 2010).

Yüzey Yanıt Yöntemi (YYY), bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki uygun yaklaşımların bulunmasında kullanılan yenilikçi bir deneysel tasarım tekniğidir. YYY analizinde temel olarak kullanılan iki teknik bulunmaktadır; Merkezi Kompozit Tasarım (MKT) ve Box-Behnken Tasarımı (BBT). Bu çalışmada, atık lastik (AL) ve cam elyaf (CE) katkılı asfalt betonu numuneleri için; sıcaklık (100-180°C), atık lastik (%5-25), cam elyaf (%1-4) ve bitüm oranı (%3-7) olarak tanımlanan bağımsız değişken etkileri MKT ve BBT teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Pratik özgül ağırlık (PÖA), boşluk oranı, bitümle dolu boşluk oranı (VFA) ve Marshall stabilitesi performans değişkenleri olarak düşünülmüştür ve bahsedilen tasarım tekniklerinde bağımlı değişkenler olarak tanımlanmıştır. Her iki tasarım içinde matematiksel modeller oluşturulmuş ve tüm modellerin istatistiksel olarak anlamlılıkları ispatlanmıştır. Karayolu teknik şartnamesi (KTŞ)'nde belirtilen sınır koşullar (KGM, 2013) göz önünde bulundurularak her iki tasarım için optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, üretilen asfalt beton karışımlarında agrega olarak kireçtaşı kullanılmış ve agregaların fiziksel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo1. Agregaların fiziksel özellikleri

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Deney		Değer	Standart
İnce Agreg, g/cm ³	Zahiri Özgöl Ağırlık	2.744	ASTM C128
	Hacim Özgöl Ağırlık	2.578	
	YKSD Özgöl Ağırlık	2.639	
Kaba Agreg, g/cm ³	Zahiri Özgöl Ağırlık	2.768	ASTM C127
	Hacim Özgöl Ağırlık	2.707	
	YKSD Özgöl Ağırlık	2.729	
Filler, g/cm ³	Hacim Özgöl Ağırlık	2.725	ASTM C128
Gevşek birim hacim ağırlığı, g/cm ³	-	1.689	ASTM C30
Sıkı birim hacim ağırlığı, g/cm ³	-	1.897	ASTM C29
Donma çözünme dayanımı, %	-	7.08	ASTM C 88
Yassılık indeksi, %	-	11.35	ASTM D 4791
Los angeles aşınma kaybı, %	-	25.87	ASTM C31

İzmit TÜPRAŞ rafinerisinden temin edilen B 50/70 penetrasyon dereceli bitüm bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Deneysel olarak belirlenen bitümün özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 50-70 penetrasyonlu bitümün özellikleri

Deney	Değer	Standart
Bitüm Kaynak	İzmit, Tüpraş	-
Özgöl Ağırlık, g/cm ³	1.038	ASTM D70-09e1
Penetrasyon, 25°C)	50 (50/70)	ASTM D5
Viskozite, 135 °C (cP)	430.23	ASTM D4402-06
Viskozite, 165 °C (cP)	120.95	ASTM D4402-06
Isıtma Kaybı, %	0.43	ASTM D6-95
Parlama Noktası, °C	314	ASTM D92-05a
Yumuşama Noktası, °C	46	ASTM D36/D36M-09
Düktilite (5 cm/dk, 25°C)	>100 cm	ASTM D113-07

BSK numunelerinin performans özelliklerinin belirlenmesi için Marsall tasarımı uygulanmaktadır. Hazırlanan agreg, numunelerinin uygun koşullar altında bitüm ile karıştırılması ve sıkıştırılması işlemi sonrasında elde edilen asfalt betonu numuneleri üzerinden birtakım değerler elde edilir. Deneysel tasarım yöntemlerinden MKT ve BBT tekniklerinde bağımlı değişken olarak tanımlanmak üzere bu değerlerden PÖA, boşluk oranı, VFA ve Marshall stabilitesi parametreleri seçilmiştir. Farklı koşullar altında hazırlanan Marshall numuneleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Marshall tasarımı yöntemi ile elde edilen asfalt betonu numuneleri

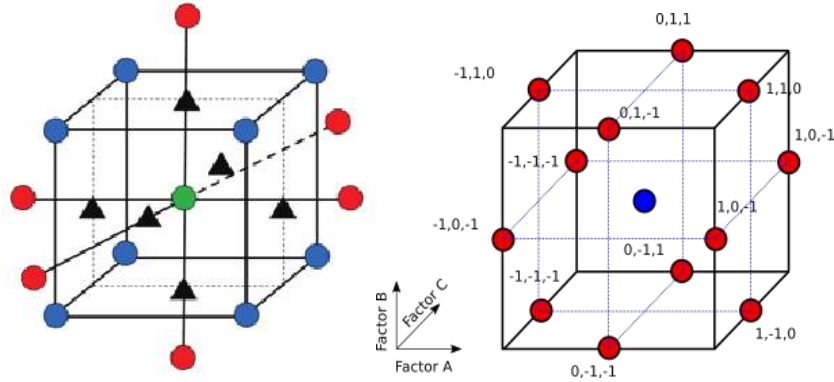
Deneyler MKT ve BBT olarak iki farklı teknikle analiz edilmiştir. Her iki tasarımdaki kodlanmış bağımsız değişkenler Tablo 3'te verilmektedir. Tasarım matrisleri her iki teknik için oluşturulmuştur ve sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Tasarım, aşağıda verilen Denk (1)'de olduğu gibi model üretmek için polinomal regresyon denklem ile ifade edilmiştir (Montgomery, 2009; Khuri ve Mukhopadhyay, 2010).

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i \neq j=1}^n \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (1)$$

Tablo 3. YYY tasarım tekniklerinde kullanılan bağımsız değişkenlerin kodlanmış değerleri

Sembol	Bağımsız değişkenler	Düşük Eksenel	Düşük	Merkez	Yüksek	Yüksek Eksenel
		$-a$	-1	0	1	$+a$
MKT						
X_1	Sıcaklık, °C	100	120	140	160	180
X_2	Atık Lastik, %	5	10	15	20	25
X_3	Cam Elyaf, %	1	2	3	4	5
X_4	Bitüm Oranı, %	3	4	5	6	7
BBT						
X_1	Sıcaklık, °C	-	120	140	160	-
X_2	Atık Lastik, %	-	10	15	20	-
X_3	Cam Elyaf, %	-	2	3	4	-
X_4	Bitüm Oranı, %	-	4	5	6	-

Bağımsız değişkenler arasındaki anlamlı farklılıkları belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Düzeltilmiş model, istatistiksel olarak anlamlı modelleri ($p < 0.05$) içermektedir. MKT yaklaşımı, 3^k faktöriyel tasarımına alternatif olarak kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Merkez noktalar (0), Faktöriyel noktaların (± 1) yanı sıra diğer deney stratejilerinden farklı olarak $\pm \alpha$ (alfa) olarak ifade edilen eksenel noktalarda bulunmaktadır. Bu tasarım türünde bağımsız değişkenlerin çoğunlukla 5 farklı seviyesi bulunmaktadır. BBT yaklaşımı ise MKT gibi tercih edilen YYY tasarımlarındandır. Bağımsız değişkenlerin 3 farklı seviyesinin olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılır. Her iki YYY tasarımında da kabul edilen noktaların çözüm uzayında gösterilen küp modelleri Şekil 2'de verilmiştir. Üç faktörlü MKT modelinde toplam 15 nokta bulunmakta iken BBT gösteriminde 13 nokta bulunmaktadır (Myers, 1971; Croarkin ve Tobias, 2015).



Şekil 2. Üç faktörlü MKT ve BBT çözüm uzay gösterimi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

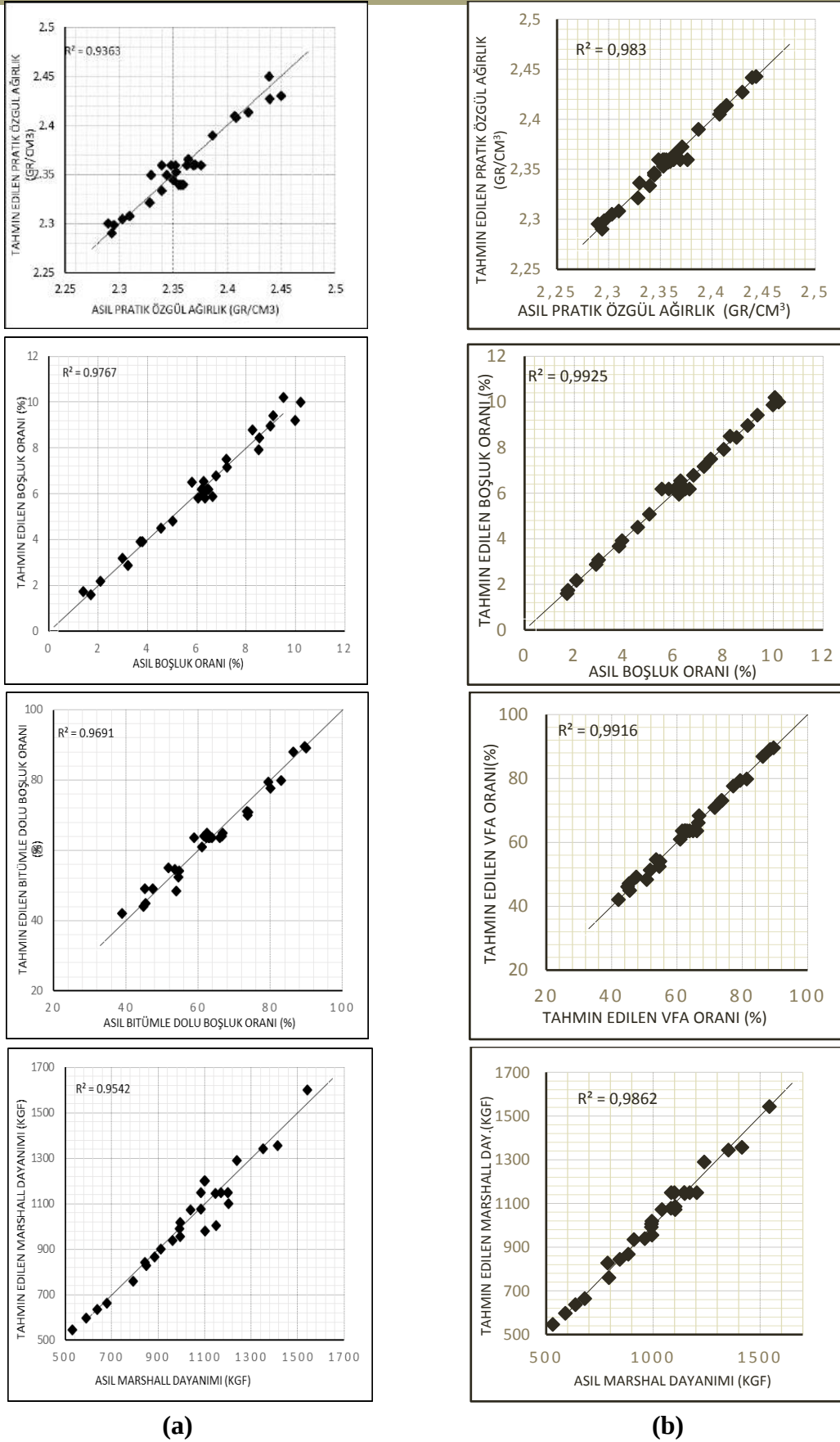
MKT ve BBT tasarımı deney stratejileri gereğince, tanımlanan bağımsız değişkenlerin seviyeleri içerisinde farklı kombinasyonlarda koşullar elde edilmiştir. Marshall tasarımı göz önünde bulundurularak oluşturulan tasarım matrislerinde asfalt numuneleri; MKT için 30, BBT için 27 numune olacak şekilde üretilmiştir. Gerçekleştirilen laboratuvar deneyleri sonucunda PÖA, boşluk oranı, VFA ve Marshall stabilitesi değerleri tasarımda cevap değerleri olarak tanımlanmıştır ve her bir cevap değişkeni ayrı ayrı modellenerek değerlendirilmiştir.

Her iki YYY yaklaşımı kullanılarak oluşturulan modellerin istatistiksel anlamlılığı ve deneysel hataların bulunması ANOVA analizleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda model uyumlulukları kontrol edilerek F-testine ait p değerleri, model uyumsuzluğu değerleri ve R^2 değerleri belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki etkileşimler %95 güven aralığında belirlenmiştir. YYY ile oluşturulan modellerde doğrusal, karesel, kübik ve faktörler arası etkileşimler her bir yanıt değişkeni için belirlenmiştir. Örnek verilecek olursa MKT tasarımı için VFA yanıt değişkeni için belirlenen matematiksel model denklemi Denk (2)'de görülmektedir.

$$\begin{aligned} VFA = & 63.58 + 4.6 * A - 4.75 * B + 11.87 * D - 1.12 * AB + 1.5 * AD - 2.12 * BD \\ & + 1.65 * A^2 + 0.56 * D^2 - 1.1 * BCD + 1.74 * A^2D - 2.58 * AB^2 - 2.91 \\ & * A^2B^2 \end{aligned} \quad (2)$$

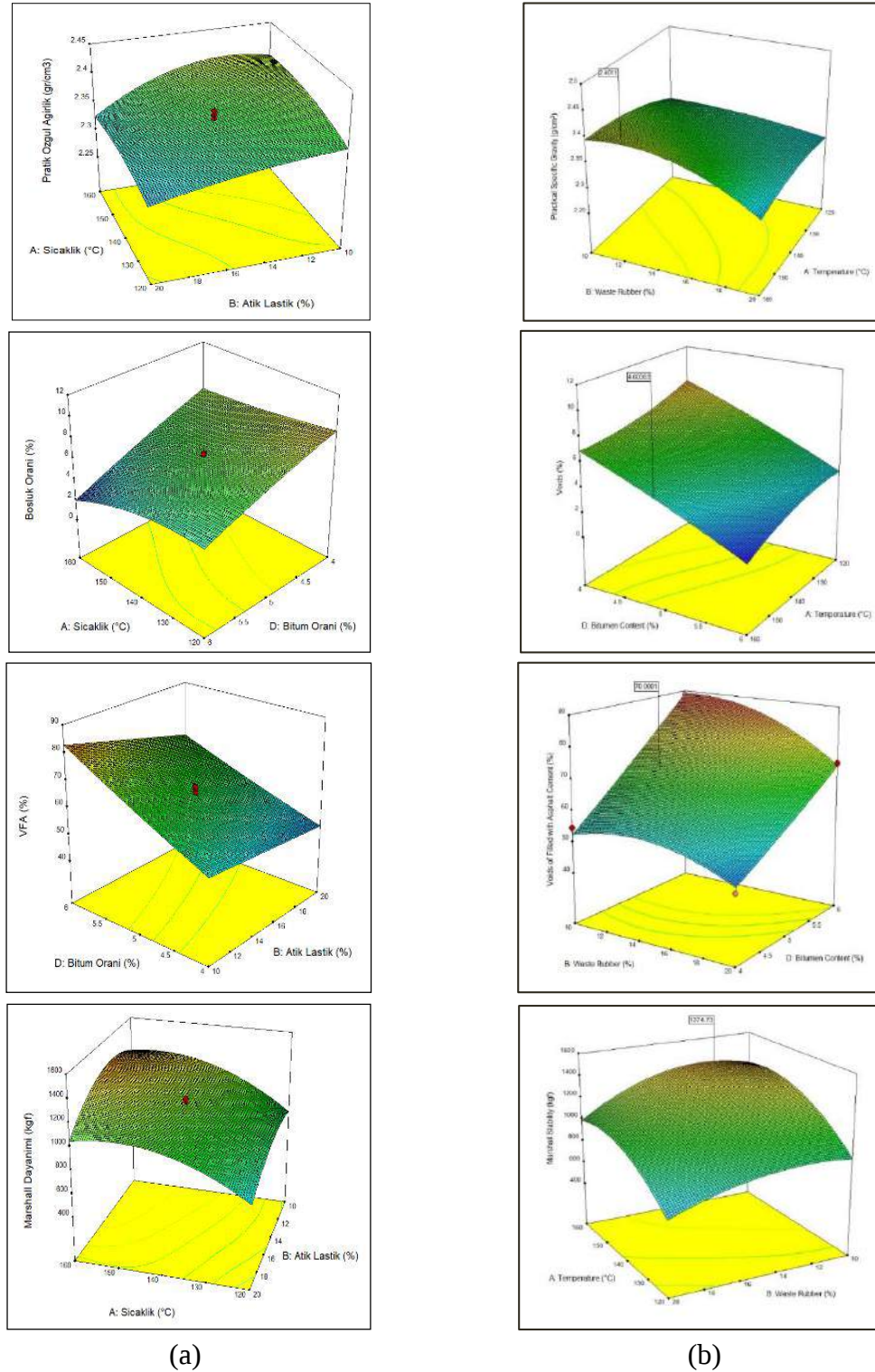
Varyans analizleri sonucunda matematiksel modellerden elde edilen değerler ile gerçek değerler karşılaştırılmıştır. Bağımlı değişkenlerin tahmin değerleri ile gerçek değerleri arasında %90 üzerinde oranlarda gerçeği temsil eden anlamlı değerler bulunmuştur. Deneysel ve tahmini değerlerin karşılaştırıldığı grafikler Şekil 3'te verilmiştir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019



Şekil 3. Yanıt değişkenlerinin deneysel-tahmini değerlerinin karşılaştırılması [a-MKT b-BBT]

Şekil 3'te görülen MKT ve BBT tasarım modellerinden elde edilen sonuçlar, deney sonuçlarına çok yakındır. Ayrıca, her iki tasarım tekniğinde anlamlı etki yaratan ikili etkileşimler üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri ile temsil edilmiştir.



Şekil 4. Yanıt değişkenlerine ait üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri [a-BBT b-MKT]

YYY teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen deneysel tasarımların son aşamasında optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Arzu edilen düzeylerde belirlenen tasarım kriterlerine göre tanımlanan dört yanıt değişkeninin en iyi sonuçları Tablo 4'te sıralanmıştır.

Tablo 4. Box-Behnken tasarım matrisi

No	Sıcaklık (°C)	Atık Lastik (%)	Cam Elyaf (%)	Bitüm Oranı (%)	PÖA g/cm ³	Boşluk Oranı (%)	V _f (%)	Marshall Stabilitesi kgf	Çekicilik (Desirability)
Box-Behnken Tasarımı									
1	160	11.88	3.850	4.852	2.401	4.582	70.00	1392.55	0.895
2	160	11.92	3.860	4.875	2.401	4.585	70.00	1392.855	0.895
3	160	11.93	3.860	4.875	2.401	4.59	70.18	1383.68	0.895
4	160	11.93	3.860	4.88	2.401	4.59	70.12	1388.585	0.895
5	160	11.95	3.855	4.88	2.401	4.440	70.16	1382.54	0.895
Merkezi Kompozit Tasarım									
1	160	12.18	4.000	4.917	2.401	4.603	70.00	1374.43	0.862
2	160	12.24	4.000	4.917	2.401	4.606	70.00	1374.98	0.862
3	160	12.13	4.000	4.918	2.401	4.602	70.18	1373.86	0.862
4	160	12.40	4.000	4.916	2.401	4.612	70.12	1376.27	0.862
5	160	12.26	4.000	4.927	2.401	4.580	70.16	1374.67	0.862

Eşzamanlı olarak değerlendirilen yanıt değişkenlerini optimize ederken, Karayolları Teknik Şartnamesinde belirtilen tasarım kriterlerinin uygulanmasına dikkat edilir. Optimizasyon çözümlerini vermeden önce, yanıt değişkenleri için belirlenen hedefler uygun çözümler sağlayacak şekilde programa tanımlanır. Bu hedefler; PÖA ve MS için maksimum değer, boşluk oranı için % 3-5 değer aralığı, VFA için % 65-75 değer aralığıdır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, deneysel tasarım yazılımları kullanılarak eş zamanlı çok değişkenli optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. AL ve CE katkılarının asfalt betonu performans özellikleri MKT ve BBT yaklaşımları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yanıt değişkenleri üzerinde oluşturulan modellerin istatistiksel anlamlılıkları varyans analizleri ile test edilmiş ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileşimleri matematiksel modellerle ifade edilmiştir. Genel olarak her iki tasarımdanda elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Bitüm oranının tüm seviyelerinde AL miktarının artması PÖA değerini önce bir miktar arttırıp sonra azaltmıştır.
- Sıcaklık artışı PÖA değerini arttırmaktadır.
- Bitüm oranının tüm seviyelerinde AL miktarının artışı boşluk oranı değerlerinde önce azalışa sonra artışa sebep olmuştur.
- CE oranının tüm seviyelerinde AL oranının artırılması Marshal dayanımı değerlerinde önce artışa sonra azalışa sebep olmuştur.

BSK'lara ilave edilen atık ve katkı malzemelerinin asfalt betonu performansı üzerindeki etkilerinin deneysel tasarım yöntemleri kullanılarak optimizasyon çalışmalarda kullanılabileceği gösterilmiştir. Her iki tasarımında kullanılarak uzun ve zaman alıcı laboratuvar süreçleri gerektirmeden daha az deney numunesi ile sonuçlar elde edilebilmektedir. Ayrıca, bu yöntemler etkili süreç değişkenlerinin istatistiksel modellenmesinde ve optimizasyonunda etkili olmuş ve neredeyse aynı optimum ortam koşullarının verilmesini sağlamışlardır. BBT, MKT'ye göre daha az laboratuvar çalışması gerektirdiğinden daha ekonomik bir tasarımıdır. Ancak, daha az sayıda deneylerin gerçekleştirilmesi optimizasyon hesaplamalarında bu bölgelere ait tahminlerin doğruluğunu azaltmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Croarkin, C., Tobias, P., 2015, Engineering Statistics e-Handbook *Erişim Adresi: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>*, Erişim Tarihi: 05.10.2015.
- İsfalt, A. Ş., 2002, Asfalt El Kitabı, *İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul*.
- KGM, 2013, *Karayolları Teknik Şartnamesi, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 2013*.
- Khuri, A. I., Mukhopadhyay, S., 2010, Response surface methodology, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2, 128-149.
- Montgomery, D. C., 2009, Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, New York, *Design and analysis of experiments. 7th ed. John Wiley & Sons, New York., -*.
- Montgomery, D. C., 2012, Design and Analysis of Experiments, *John Wiley and Sons*, 656 p.
- Montgomery, D. C. 2017. *Design and analysis of experiments* (John wiley & sons).
- Myers, R. H., 1971, Response surface methodology.
- Yayla, N. 2011. *Karayolu mühendisliği* (Birsen Yayınevi).

ELEKTRİK ARK FIRIN CURUFU VE OLİVİN MALZEMESİNİN KİLLİ
ZEMİNLER ÜZERİNDE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ELECTRIC ARC FURNACE SLAG AND
OLIVINE MATERIAL ON CLAYED SOILS

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI
İskenderun Teknik Üniversitesi

Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ
İskenderun Teknik Üniversitesi

ÖZET

Zemin, yaşanan farklı iklim şartları nedeni ile deforme olmaktadır. Yıllık sıcaklık farkının fazla olduğu bölgelerde bu yıkıcı etki daha iyi gözlenmektedir. Yıllık sıcaklık farkı ile aşınan zemin taneleri zeminin tane yapısını ve şeklini bozmaktadır. Bu etkinin yaşandığı bölgede milt, silt ve kil miktarını da arttırmaktadır. Bölgede yaşanan mevsimsel yağışlar, zemin ve ya kaya içerisindeki gözeneklere dolarak kristalleşir. Sıcaklığın artması ile çözünen su kristalleri içsel bir gerilim oluştururken killi bölgelerdeki zeminlerde kabarmalar oluşturur. Kayaç ve beton yapılarda ise çatlamalara neden olabilmektedir. Zemin yapısındaki kilin türüne ve miktarına göre daha büyük etkiler de gözlenebilmektedir. Bu gibi durumlar zemin üzerindeki yapıların daha iyi korunabilmesi için zemin iyileştirme çalışmalarını zorunlu kılmaktadır. Zemin çalışmaları başta inşaat olmak üzere tüm yapısal ve mühendislik çalışmalarında önemli bir konudur. Bu çalışmamızda elektrik ark fırın (EAF) curufu ve olivin minerali İskenderun bölgesindeki killi zemin malzemesi üzerinde etkileri araştırılmak istenmiştir. Bu çalışma kapsamında killi zemin malzemesi üzerine EAF curufu ve olivin minerali ayrı ayrı belirlenen oranda (%0, %3, %6, %9, %12, %15, %20, %25, %50, %75, %100) karıştırılmıştır. Oluşan bu yeni zemin karışım oranları üzerinde üzerinde likit limit (Casagrande) deneyi yapılarak mevcut zemin iyileştirmesi gözlenmiştir. Sonuç olarak killi zeminlerin şişme (plastikleşme) özelliğinin iyileştirilmesinde % 9 ile % 20 oranlarında olivin mineral ve EAF curufu karışımli numunelerin her birinin, killi zeminlerin plastikleşme özelliğinin iyileşmesinde olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Killi zeminlerin likit limit değerlerini iyileştirmek için % 20 oranına kadar olivin minerali ve EAF curufunun kullanılabileceği test edilmiştir. Likit limit değerleri sırası ile % 46 ve % 49 olarak elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Olivin, EAF curufu, zemin davranışı, likit limit, killi zeminler

ABSTRACT

The floor deforms due to the different climatic conditions experienced. This destructive effect is better observed in regions where annual temperature difference is high. Soil grains eroded with annual temperature difference disrupt the grain structure and shape of the soil. It increases the amount of milt, silt and clay in the region where this effect is experienced. Seasonal precipitation in the region crystallizes by filling into pores in the ground or rock. As the temperature increases, the dissolved water crystals create an internal tension and swell the soils in the clay areas. It can cause cracking in rock and concrete structures. Larger effects may also be observed depending on the type and amount of clay in the soil structure. Such situations necessitate soil improvement works in order to better protect the structures on the ground. Soil works are an important issue in all structural and engineering works, especially in construction. In this study, we aimed to investigate the effects of electric arc furnace (EAF) slag and olivine mineral on clayey soil material in İskenderun region. In this study, EAF slag and olivine minerals on clayey soil material were determined separately (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 20%, 25%, 50%, 75%, 100%). mixed. The existing soil improvement was observed by conducting the liquid limit (Casagrande) test on these new soil mixing ratios. As a result, it was seen that each of the samples with olivine mineral and EAF slag mixture at the rate of 9% to 20% in improving the plasticization property of clay soils gave positive results in improving the plasticization of clay soils. It has been tested that up to 20% olivine mineral and EAF slag can be used to improve the liquid limit values of clayey soils. Liquid limit values were obtained as 46% and 49%, respectively.

Keywords: Olivine, EAF slag, soil behavior, liquid limit, clayey soils

1. GİRİŞ

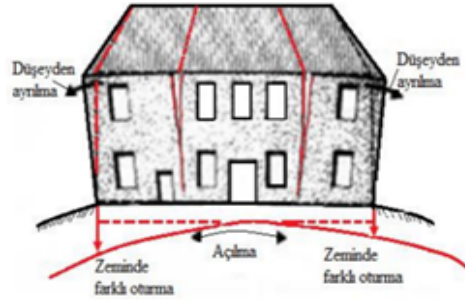
Zemin hareketliliği, üzerinde bulunan yapılara zarar veren ana faktörlerden biridir. Zeminlerin şişme özelliği göstermesi, temel yapı elemanları üzerinde kırılma, çatlama veya yapısal bozukluklara neden olmaktadır. Zeminler, çeşitli mineralojik, dokusal, kimyasal bileşim ve konsildasyon özelliklerini göstererek şişme basınç değeri birkaç kg/cm^2 'den birkaç ton/m^2 ye kadar değişim değerleri gösterebilirler (Kumar vd. 2006; Yıldırım ve Prezzi, 2011). Eğer bu şişme basıncı, kil üzerine etkiyen inşaat yükünü aşar ise, zeminde oluşacak kabarma önemli temel sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, üzerine inşaat yapılacak zeminin şişme karakteristikleri, arazi ve laboratuvar deneyleri ile açıkça ortaya konulması ve uygun temel tasarımı yapılması, gerekli ve yeterli önlemlerin alınması zemin duyarlılığı açısından son derece önemli bir rol oynar. O ve Karacan, 1998; Erdoğan vd, 2003). Zeminlerin kabarma sorunları genellikle yarı kurak iklimsel özellik gösteren montmorillonit grubu kil mineralleri veya smektit grubu kil mineralleri içeren zeminlerde görülmektedir (Akkaya, 2011; Yılmaz, 2017). Zemin hareketliliği mühendislik yapıları için önemli bir husus olup gerekli önlemler alınmadığı takdirde mühendislik özellikleri sağlıklı dahi olsa tek katlı yapılara veya birkaç katlı binalar olmak üzere, sulama kanalları, yer altı drenaj boru hatlarına, asfalt kaplamalarına, hava limanlarına, istinat ve bahçe duvarlarına vb. hafif yapılara hasar vererek ciddi maddi kayıplara

yol açabilmektedir (Ölmez, 2008; Akbulut vd, 2011). Şekil 1’de genel olarak şişen zeminlerin yapılara vermiş olduğu deformasyonlar gösterilmiştir (Aydın ve Uygur, 2000).



Şekil 1. Zemin gerilmesi/şişmesi’nden kaynaklanan bina oturmasına bir örnek (Aydın ve Uygur, 2000)

Şekil 1’deki zeminin deformasyon durumu, şekil 2’de gösterilmiştir. Zemin kod hattı düzlemsel formundan çıkarak alt zemin kodunda bozulmalar yaşanmış ve bu düzensizlik üst yapının esnemesine neden olarak yapıda gözle görülür bir deformasyon oluşturmuştur. (Demir, 2010).



Şekil 2. Zemin şekil bozukluğunun temsili bir çizimi (Döndüren, Şişik ve Demiröz, 2017)

Yaptığımız araştırmalarda zemin iyileştirme konusunda çimento, cüruf, baca külü vb. pek çok malzeme kullanılmaktadır. Bu çalışma; EAF curufu, kil ve olivin grubu mineral esas alınarak yapılmıştır. İskenderun bölgesinden getirilen killi zemin numunesi içerisine harmanlanmış EAF curufu olivin minerali belirlenen oranlarda (%0, %3, %6, %9, %12, %15, %20, %25, %50, %75, %100) karıştırılarak bir zemin deneyi olan likit limit deneyi yapılmıştır. Bu çalışmada amaç oluşturulan yeni karışımlar içerisinde en uygun likit limit değerine ulaşmaktır. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan 11 farklı karışım oranı için en az 4 tekrar yapılarak 44 deney yapılmış ve bulunan değerlerin ortalaması alınarak sonuçlara ulaşılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Geoteknik açıdan elverişsiz olarak kabul edilen zeminler, mühendislik uygulamalarında kullanılmak üzere iyileştirilmesine zemin stabilizasyonu denir. Pek çok ince taneli zeminlerin stabilizasyonu için kimyasal reaksiyon gerekmektedir. Bu kimyasal reaksiyon için ise kireç ve çimento kullanılmaktadır. Hatay’ın İskenderun ilçesinden alınan numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapmak için olivin malzemesi ile killi zemin malzemesi belirlenen

oranlarda karıştırılmış ve bu malzemeler üzerinde likit limit deneylerine başlanmıştır. Killi zemin malzemesi bölgede önceden belirlene yerlerden 1.5m-2.0m (metre) derinliklerden 5 farklı bölgeden alınarak harmanlanmıştır. Olivin malzemesi bölgede bulunan bir işletmeden temin edilmiştir.

2.1. Killi zeminler ve oluşumu

Killer hem tane boyutu hem de mineralojik yapısından dolayı çok karmaşık yapıya sahip bir malzemedir. Bu karakteristik yapılarından dolayı farklı ortamlarda farklı özellikler gösterirler.

Zeminler; kayaçların çeşitli çevre koşulları nedeniyle ya da kimyasal nedenlerden dolayı (kimyasal ayrışma, çatlaklardaki suyun donması, buzullar, bakteriler, bitki kökleri yağmur ve yeraltı suları, deniz dalgalarının etkisi, akarsu sürüklemesi vb. gibi durumlar) taşınarak veya yerinde oluşurlar (Uzuner, 2001; Çimen vd, 2010). Zeminler hem taşıyıcı hemde yapı malzemesi olarak kullanıldıklarından zemin özelliklerinin bilinmesi gerekir (Ünverdi, 2006). Bunun için zeminler benzer özelliklerine göre de sınıflandırılırlar bunlar genel olarak tane fraksiyonlarına göre iki gruba ayrılırlar

1. Kohezyonsuz zeminler (iri taneli zeminler): Zemin muhtevası olarak genellikle çakıl ve kumdan oluşurlar.
2. Kohezyonlu zeminler (ince taneli zeminler): Zemin Muhtevası olarak silt ve kilten oluşurlar.

Diğer tüm zemin türleri gibi killerin oluşumunda da ortam önemli rol oynamaktadır. Örnek vermek gerekirse aynı minerallerin deniz ve ya gölde çökmesiyle oluşan iki kil mineralinin mühendislik özellikleri de farklı olmaktadır (Uzuner, 2001).



Şekil 3.İskenderun bölgesi killi zemin numunesi.

2.2. Olivin minerali

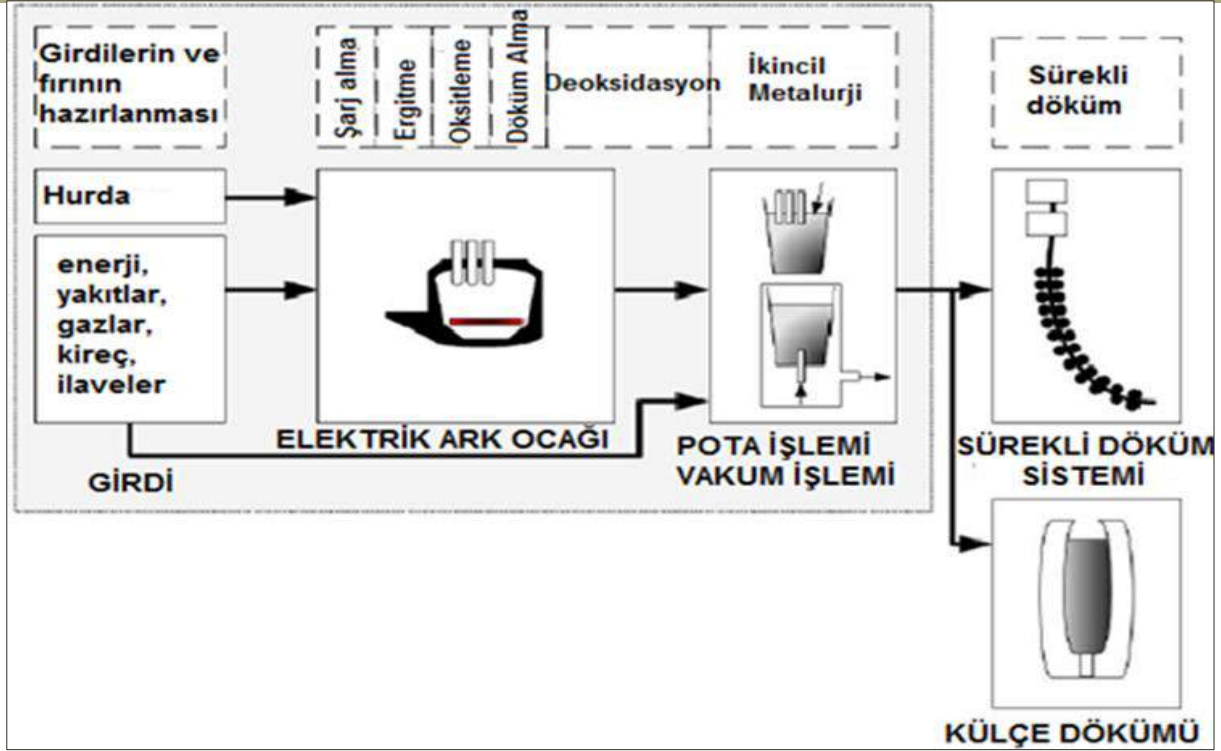
Olivin muhtevası yüksek olan kayaç türlerinde biri de dünittir. Sanayi ve endüstride dünit türü kayaçların Mg'ca zengin olan Forsterit cinsi kayaçlar kullanılmaktadır. Dünit türü kayaçlar % 95–99 oranları arasında olivin geriye kalan % 1–5 oranlarında ise piroksen, serpantin, klorit ve spinel minerallerinden oluşmaktadır. Özellikle Avrupa'nın ve Japonya'nın çelik üretiminde, döküm türü malzeme yapımında, aşındırıcı mineral türü olarak, refrakter malzeme olarak sektörün pek çok kolunda yer almaktadır. Üretim endüstrisinde büyük miktarlarda ve

boyutlarda kullanımından dolayı stratejik bir özelliğe de sahiptir. Olivin minerali genellikle entegre demir ve çelik sanayinde cüruf düzenleyicisi ve sinterleşme derecesini büyük ölçüde düşüren hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu gibi özelliklerinden dolayı olivin minerali demir ve çelik üretiminde yüksek fırınlarda, sinter fırınlarında ve pelet üretim tesislerinde kullanılmaktadır. Özellikle kok kömürü kullanım miktarında düşme sağladığından dolayı (yaklaşık % 20 kadar kok enerji tasarrufu) üretim artışına kullanımı tercih edilmektedir. Olivin mineralinin başka bir kullanım alanı ise refrakter sanayidir. Forsterit tuğla yapımında, ateşe dayanıklı olivin bağlı püskürtme ve dövme harçlarının yapımı, yapı kimyasallarının üretimi ve çeşitli refrakter malzeme imalinde önemli miktarda olivin minerali kullanılmaktadır.

Sağlık ve çevre konusunda; dünyada pekçok gelişmiş ülkeler yasal düzenlemeler ile, serbest silis içeren mineral veya benzer hammaddelerin kullanımını yasal düzenlemler ile kontrol altına almıştır. Bu sebeple düküm sanayi ve aşındırıcı özelliğinden dolayı bina, köprü ve buna benzer mühendislik yapılarının yüzey temizliğinin yapılmasında kuvars kumunun yerine olivin minerali kullanılmaya başlanmıştır. Yoğunluğunun fazla olması sebebi ile petrol platformlarının dengede tutulması için yapılan kolonların çimentosunda ayrıca tren yolu temelinde duraylılık sağlamak amacıyla da balast taşı yerine kullanımı önemli miktarda artmıştır. Günümüzde ısı ve ses yalıtım malzemesi gibi ürünlerin üretiminde de olivin minerali yer almaya başlamıştır. Ülkemizde ise dünit minerali Guleman-Kef, Adana-Karsantı (Kızılyüksek), Bursa-Orhaneli, Muğla-Fethiye, Köyceğiz, Beyşehir bölgesinde mostralar vermektedir. Ülkemizde olivin minerali Konya-Beyşehir, Muğla-Köyceğiz ve Orhaneli-Bursa yörelerinde işletilmektedir (<http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/olivin>, 2019).

2.3. Elektrik ark fırın (EAF) cürufu

Elektrik ark fırın (EAF) sistemi ile çalışan tesislerde, çelik hurdası grafit elektrotlar aracılığı ile ergitilerek, sıvı çelik elde edilir. Rafinasyon işleminden sonra sıvı çelik potadan alınarak sürekli döküm makinasına aktarılan sıvı çelik katılaştırma işlemine tabi tutulmakta, istenen ebat ve şekillerde yarı ürün haline getirilmektedir. Konvertör içinde oksijen üflenmesi sonucu çelik kompozisyonunda istenmeyen elementlerin oksitlenerek giderilmesi sağlanır. Meydana gelen oksitler fluks malzemelerle birleşerek, ergimiş haldeki cürufu oluştururlar ve yoğunluk farkından dolayı konvertör içindeki sıvı çeliğin üstünde yer alırlar. Cüruf potasından sahaya dökülen sıvı haldeki cüruf, üzerine kontrollü olarak verilen soğutma suyu ile karşılaştığında katılaşır ve kristalleşip gri ve az gözenekli bir malzeme halini alır. EAF cürufları koyu gri renkte tane şekli köşeli ve yüzeyi pürüzlü bir görünüme sahiptir.)



Şekil 4.EAF üretim proses akım şeması (http://kisi.deu.edu.tr//abayram/Demir_Celik.pdf)

Dünya Çelik Derneğinin (worldsteel) açıklamış olduğu verilere göre, 2018 yıl önceki yıllara da, dünya ham çelik üretimi % 4.5 oranında artış ile 1.79 milyar ton seviyesine yükselmiştir. Sektörde büyük çelik üreticisi olan Çin hükümetinin ham çelik üretimi % 6.6 oranında artış ile 928.3 milyon ton seviyelerine yükselirken, ikinci sırayı alan Japonya ham çelik üretimi ile % 0.3 oranında azalış ile 104.3 milyon ton ile sınırlı kalmıştır (<http://www.matil.org/tr/haberler/celik-sektoru/2018>). Türkiye 37,5 milyon ton/ yıl çelik üretimi ile dünyada 8. ve Avrupa'da 2. sıradadır.

2.4. EAF curufun kimyasal ve fiziksel özellikleri

EAF curufu ana bileşenler kalsiyum oksit (CaO), silisyum dioksit (SiO_2), alüminyum oksitler (Al_2O_3), magnezyum oksitler (MgO) ve demir (Fe) bileşenleridir. Demir, demir oksit ve diğer demir taşıyan mineraller şeklinde % 15 ile 40 oranında EAF curufu içerisinde bulunmaktadır. Bununla birlikte düşük miktarda kullanılan hurda cinsine bağlı olarak; titanyum, krom ve mangana da rastlanmaktadır. EAF cürufalarının kimyasal içerikleri, çelik üretim işlemlerinde hurda demir ve benzer atıklar kullanıldığından dolayı farklı kimyasal analiz değerleri ortaya çıkabilmektedir.

Tablo 1. Elektrik ark fırın curufun tipik kimyasal analizi (%)

FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	K ₂ O	TiO ₂	Na ₂ O
15.02	13.04	16.04	32.55	11.673	7.58	2.45	0.03	0.03	0.18

EAF curufu esas itibarıyla silis, kalsiyum alümina silis ve bazik esaslı bileşikler içeren ve elektrik ark fırınlarda hurdanın işlenmesi sırasında ergimiş halde elde edilen bir yan üründür (Erdoğan ve Kurbetçi, 2003). EAF curfunun kimyasal bileşimi esas olarak $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 'den oluşmaktadır. Ancak curufun kimyasal bileşimi kadar kristal yapısı da önemlidir.

3. BULGULAR

Bir zeminin (toprağın) akma sınırı, toprağın pratikte bir sıvı akışkan gibi davrandığı ancak sıfır kesme mukavemetine sahip olduğu andaki su içeriğidir. Casagrande'nin likit limit cihazında ortalama 25 darbeyle killi zemin yarığının kapanması ile belirlenir. Testte tam olarak 25 darbe yapmak zor olduğundan, 3 ila 4 test yapılır ve her test için gereken darbe sayısı (N) belirlenir. Daha sonra log N ile su içeriği (w) arasına bir yarı-log grafiği çizilir. Sıvı sınırı, komplodan elde edildiği gibi $N = 25$ 'e karşılık gelen su içeriğidir (Polidori ve Gori, 2005).

Çalışma kapsamında İskenderun bölgesinden alınan killi zemin numunesi içerisine Olivin mazlemesi belirlenen oranlarda hazırlan ve toplam 11 numune 4 tekrar yapmak amacıyla toplam 44 numune üzerinde likit limit çalışması yapılmıştır. Deney numuneleri ile ilgili isimlendirmeler çizelge 1'de gösterilmiştir.

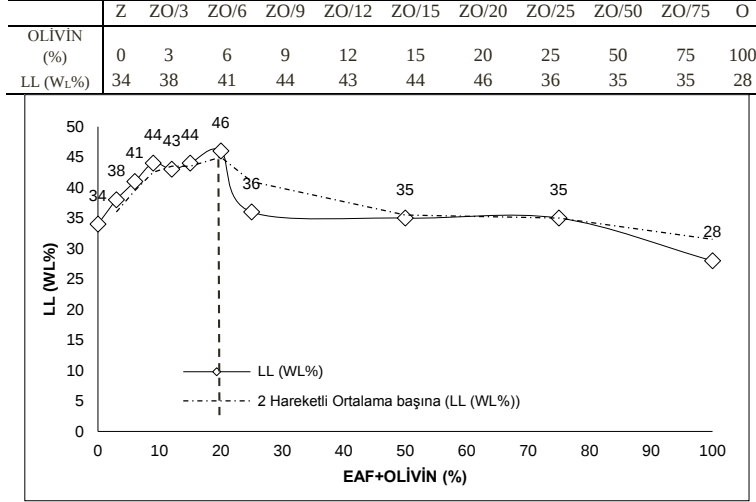
Çizelge 1. Deney numunelerine ait rotasyonlar.

Deney Numunesi	Notasyon
Zemin Numunesi	Z
EAF cürufu ve Olivin Minerali	O
Zemin Numunesi, EAF cürufu ve Olivin minerali	ZO
Zemin ve %3 EAF-Olivin	ZO/3
Zemin ve %6 EAF-Olivin	ZO/6
Zemin ve %9 EAF-Olivin	ZO/9
Zemin ve %12 EAF-Olivin	ZO/12
Zemin ve %15 EAF-Olivin	ZO/15
Zemin ve %20 EAF-Olivin	ZO/20
Zemin ve %25 EAF-Olivin	ZO/25
Zemin ve %50 EAF-Olivin	ZO/50
Zemin ve %75 EAF-Olivin	ZO/75

4. SONUÇ

Yapılan deneyler sonucunda EAF cürufu ile olivin mineralinin karışımı ile elde edilen malzemenin İskenderun bölgesinden alınan killi zemin numunesi ile yapılan karımda likit limit değerlerinde olumlu bir etki yaptığı gözlenmiştir. Çizelge 2'de olivin malzemesi ile killi zemin numunesinin karışım oranlarına göre (%0, %3, %6, %9, %12, %15, %20, %25, %50, %75, %100) likit limit (WL%) değerlerini göstermektedir. Şekil 5'de ise çizelge 2'den elde edilen sonuçlara göre grafik gösterimi yapılmıştır.

Çizelge 2. Killi Zemin EAF curufu ve olivin karışımlarının likit limit değerleri



Şekil 5. Killi zemin numunesi EAF cürufu ve olivin mineralinin likit limit değerlerinin grafik gösterimi

Yapılan 11 adet karışım ile 4 tekrar yapılmış numuneler ile ilgi sonuçlar şekil 5’de gösterildiği gibidir. Grafik değerleri %0 EAF ve olivin değeri ile başlayıp %100 EAF curuf ve olivin değerine kadar göstermektedir. Olivin malzeme grafik incelendiğinde %0-10 EAF curuf ve olivin karışımı killi zemin numunelerinde doğrusal bir artış gözlenmiş ancak %10-%15 EAF curuf ve olivin karışımı killi zemin numunesinde bir azalma görülse de %15-20’e kadar olana EAF curuf ve olivin karışımı killi zemin numunesinde iyileşme gözlenmiştir. Bu durum değerlendirildiğinde ve %10-15 EAF curuf ve olivin karışımı zemin numunelerindeki azalış göz ardı edildiğinde genel olarak killi zemin numunesi içerisine EAF curuf ve olivin karıştırıldığında %20’e kadar bir iyileşme gözlenmiştir. Killi zeminler için EAF ve olivin karışımı malzemenin olumlu etkisi olup olmadığı kanaatine ulaşmak için kıvam limitleri ve zemin deneyleri devam etmekte fayda görülmektedir.

KAYNAKLAR

Yılmaz, I.; Karacan E. Zeminlerin şişme özellikleri, Jeoloji Mühendisliği dergisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Mayıs 1998.

Demir, S., Kılıç, M., Şişen Zeminlerin Tanımlanması ve Zemin İyileştirme Yöntemleri, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 60240 Tokat, sf. 95-104, 2010.

Uzuner, A. B Temel zemin Mekaniği, Teknik yayın evi, 412, Trabzon, 2001.

<http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/olivin>, 10.09.2019

Yılmaz, F., Zemin Stabilizasyonunda Puzolanik Katkı İnceliğinin Dayanıma Etkisi, Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering, AKU J. Sci. Eng. 17 (2017) 035601 (1048-1054), 2017.

Polidori, E., Gori U., Classificazione dei terreni argillosi, Giornale di Geologia Applicata 2, 249–254, 2005.

<http://www.matil.org.tr/haberler/celik-sektoru/dunya-ham-celik-uretimi-ocaktemmuz-doneminde-5-artti-1230.html>, 15.09.2019

Yıldırım, I. Z., Prezzi, Monica., “Chemical, Mineralogical, and Morphological Properties of Steel Slag”, *Advances in Civil Engineering*, Volume 2011,

Erdoğan, Ş., Kurbetçi, Ş., Betonun Performansına Sağladıkları Etkinlik Açısından Kimyasal ve Mineral Katkı Maddeleri, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 426 (4): 115-120, 2003.

Akbulut, S., Gürses, A., Arasan, S., Korucu, M., E., Kurt, Z., N., 2011. Kil Tanelerin (Nanokil) Kristal Yapılarının Poliorganiklerle Desteklenerek Killerin Hidrolik İletkenlik ve Mukavemet Özelliklerinin İyileştirilmesi, Tübitak Projesi.

http://kisi.deu.edu.tr//abayram/Demir_Celik.pdf, 18.08.2019

Akkaya, R., 2011. Doğal kuvars mineralinin termoluminesans özellikleri ve kinetik parametrelerinin belirlenmesi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman.

Çiğdem, Ö., Keskin, S., N., Şimşek, S., Kalay, E., 2010. Yüksek Plastisiteli Bir Kilin Mühendislik Özelliklerine Pomza ve Mermer Tozunun Etkisi, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onüçüncü Ulusal Kongresi*, İstanbul, s. 855-862.

Ölmez, M., S., Ergun, M., 2008. Kil - Kum Karışımlarının Kayma Dayanımı Özellikleri, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onikinci Ulusal Kongresi*, Konya, s. 303-312.

Ünverdi, A., 2006. İnce Çakıl İçeriğinin Yüksek Plastisiteli Kil Zeminlerin Kayma Dayanımına Etkisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Kumar, A., Walia, B. S. ve Mohan, J. (2006), “Compressive Strength of Fiber Reinforced Highly Compressible Clay”, *Construction and Building Materials*, Vol.20, 1063-1068.

Aydın E., Uygur E. Zemin (2000), “Etüdünün Önemi ve Zemin-Yapı Etkileşimi Üzerine Bir Ön Araştırma”, *Doğu Akdeniz Üniv, İnşaat Müh. Böl., KKTC*.

Döndüren, M.S., Şişik, Ö. ve Demiröz, A., (2017), “Tarihi Yapılarda Görülen Hasar Türleri, Selçuk Üniversitesi”, *Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, Konya, Sayı: 13, 2017, ss. 45-58.

FLAKS MALZEMELERİNİN DEMİR ÜRETİM PERFORMANSINA ETKİLERİ
THE EFFECTS OF FLUX MATERIALS ON IRON PRODUCTION PERFORMANCE

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI
İskenderun Teknik Üniversitesi

Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ
İskenderun Teknik Üniversitesi

ÖZET

Entegre demir çelik fabrikalarında; kireçtaşı, dunit, dolomit, olivin v.s.gibi hammaddeler flaks yapıcı olarak demir üretiminde kullanılmaktadır. Bu malzemeler; sinter tesislerinde aglomera ve baziklik ayarlanmasında, yüksek fırınlarda ve çelikhanede curuf yapıcı ve akışkanlığı sağlamak amacı ile prosese ilave edilmektedir. Flaks malzemelerin demir üretiminde kullanılması; çelik kompozisyonunu, üretim prosesini ve metalurjik özelliklerini direkt etkilemektedir. Demir çelik sektöründe; kaliteli bir flaks malzemesinin belirli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması istenir. Yüksek Fırın ve çelikhanede artan flaks içeren malzemelerin kullanımı bu malzemelerin metalurjik özelliklerinin tespit edilmesini ve çelik üretimine etkilerinin araştırılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada flaks malzemelerinin, sıvı ham demir bünyesindeki manyetit içeriğini ve üretilen sinterin özelliklerini büyük ölçüde etkilediği ortaya konmuştur. Flaks malzemelerden gelen alkali (K_2O+Na_2O), MgO , Ni , Zn v.s. gibi empüritelerin demir üretim mineralojisi ve özelliklerine etkileri sistematik olarak incelenmiştir. Yüksek fırında; alkali ve nikel girdilerinin dengede tutulması için, sinterlik harman içerisinde dolomit ve dunit kullanım tercihleri araştırılmıştır. Sinterlik harman içerisinde dolomit kullanıldığı dönemde üretilen sinter analizleri bakıldığında, K_2O % 0,22 olarak gerçekleşirken, sinterlik harman içerisinde dunit kullanımı ile birlikte sinter analizlerinde K_2O oranının % 40,91 oranında düşüş ile % 0,13 olduğu görülmüştür. Dunit kullanılarak yapılan testlerde, yüksek SiO_2 içeriğinden dolayı dolomit kullanılması ile sinter analizinde azalan % Fe içeriğinde 1,50 artış elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar sinterin fiziksel ve metalurjik özellikleri açısından MgO kullanım oranının %1,8-2,0 arasında olması olumlu sonuçlar vermiştir. Ayrıca bu çalışma ile flaks yapıcıların demir üretim çalışma parametrelerine, performans testlerine, kompozisyonuna ve empürite değerlerine etkileri detaylı olarak araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Demir üretim, sinter, yüksek fırın, çelikhane, flaks malzeme, alkali

ABSTRACT

Integrated iron and steel plants; raw materials such as limestone, dunite, dolomite, olivine etc. are used as flux forming iron. These materials; agglomerate and basicity adjustment in sinter plants, blast furnaces and steelmaking in order to provide slag builder and fluidity is added to the process. Use of flux materials in iron production; steel composition, production process and metallurgical properties. In the iron and steel industry, a high quality flux material is desirable to have certain physical and chemical properties. The use of increased

flux-containing materials in blast furnace and melt shop required determination of metallurgical properties of these materials and their effects on steel production. In this study, it has been shown that flux materials greatly affect the content of liquid raw iron magnetite and the properties of the produced sinter. Alkali ($K_2O + Na_2O$), MgO , Ni , Zn , etc .; The effects of such impurities on the mineralogy and properties of iron production were examined systematically. Dolomite and dunite usage preferences in sintered blends were investigated in order to balance alkali and nickel inputs in blast furnace. When sinter analyzes produced during dolomite were used in the sintered blend, K_2O was found to be 0.22%, while dunite usage in sintered blends showed that the ratio of K_2O decreased by 40,91% and reached 0.13%. In the tests carried out using dunit, due to the high SiO_2 content, dolomite was used to increase the Fe content in the sinter analysis by 1.50%. Studies conducted in terms of physical and metallurgical properties of sintering MgO use ratio between 1.8-2.0% has yielded positive results. In addition, the effects of flux builders on iron production operating parameters, performance tests, composition and impurity values will be explained in detail.

Keywords: Iron production, sintered, blast furnace, steelmaking, flaks material, alkali

1. GİRİŞ

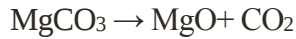
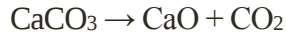
Entegre demir çelik fabrikalarında kireç (CaO), kireçtaşı ($CaCO_3$), dolomit $CaMg(CO_3)_2$, dunit, magnezit ($MgCO_3$), olivin $(Mg,Fe)_2SiO_4$ v.s.gibi hammaddeler flaks yapıcı olarak demir üretiminde kullanılmaktadır. Bu malzemeler; demir cevheri ile çalışan entegre ve hurda kullanan elektrik ark fırın (EAF) demir çelik tesislerinde aglomera ve baziklik ayarlanmasında, sinter tesislerinde, yüksek fırınlarda ve çelikhanede curuf yapıcı, akışkanlığı sağlamak, Fe dışı empüriteleri uzaklaştırmak amacı ile metalurjik prosese önemli miktarlarda ilave edilmektedir. Flaks malzemelerin demir üretiminde kullanılması; çelik kompozisyonunu, üretim prosesini ve metalurjik özelliklerini direk etkilemektedir (Kasai vd, 2000).

Ortalama bir geçirgenlik, uygun boşluk ve ısı transferini sağlayabilmek için sinter harmanını oluşturan cevher boyutunun 8 mm ve kok kömürü ve flaks yapıcılarının 3 mm altında olması istenir. Sinter kimyasal ve fiziksel özelliklerinin ve kalitesinin düzgün olması açısından kireçtaşı ve kok şarjı yapılmadan önce düzgün olarak karıştırılmalıdır. İhtiyaç duyulan flaks malzeme miktarı ortamın kimyasal kompozisyonuna (özellik ile CaO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2) işletmenin çalıştığı baziklik değerine göre değişir (Umadevi vd, 2009). Flaks yapıcıların sinterleme sırasında kalsinasyonu, yüksek fırındaki kalsinasyonuna göre daha ucuza mal olur ve yüksek fırının çalışma şartlarının, fiziksel özelliklerinin ve kimyasal bileşimlerinin büyük bir şekilde iyileştiği, kalsinasyonu ve indirgenebilirliği iyileştirdiği görülmüştür.

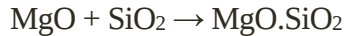
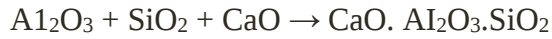
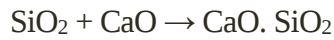
Demir cevherinde bulunan empüriteler ve kokdan gelen safsızlıklar, 1500-2000 °C gibi yüksek ergime sıcaklıklarına sahiptir. Bu gang mineralleri yüksek fırının proses sıcaklıklarında ergitelemediklerinden dolayı, flaks olarak isimlendirilen curuf yapıcı malzemeler ilave edilmektedir. Flaks malzemeler empürite sıcaklıklarını 1200-1400 °C ye kadar düşürerek düşük viskoziteli curuf oluşturur (Umadevi, 2009). Demir cevherlerinin bünyesinde bulunan ve curufa geçmesi istenen empüriteler refrakter özelliktedir, reaksiyona girmesi zordur ve ergime sıcaklıkları yüksektir. Demir çelik sektöründe flaks yapıcılarının kullanılmasının birinci amacı gang minerallerini daha kolay ergir hale getirmektir, ikinci amacı ise empüritelerin demir'den ayrılmasını sağlayacak bileşikler oluşturup, demirin serbest hale geçmesini sağlamaktır.

Demir üretim prosesinde yüksek sıcaklıklarda en aktif asidik özellikteki bileşenler silis ve fosfor, en bazik bileşenler ise kalsiyum, magnezyum ve sodyum bileşikleridir. Flaks malzemelerin en önemli görevlerinden biri, istenmeyen yabancı maddeler ile kimyasal reaksiyona girerek kolay ergiyen curuf yapmaktır. Bu neden ile bazik yapıli gang mineralleri gidermek için asidik flaks, asidik yapıli gang mineralleri ortamdan uzaklaştırmak için bazik flaks tercih edilir. Bu uygulama ile, flaks malzemelerin oluşturduğu curufun ergime sıcaklıkları düşer. Flaks malzemelerin bu özelliğinden dolayı; silis, fosfor gibi empüriteleri curufa atabilmek için demir üretiminde kireçtaşı, dolomit, dunit gibi flaks yapıcı malzemeler kullanılmaktadır (Umadevi, 2010; González, 2017). Flaks malzemeler yüksek fırına parça halinde şarj edilebildiği gibi cevherin sinterlenmesi sırasında öğütölerek sinter harmanına ilave edilebilir. Bu şekilde flaks malzemeler yüksek fırına verilmeden önce cevherdeki bazı yabancı maddeler ile birleşir, ön aglomera avantajı sağlar ve yüksek fırına hacim olarak daha az kireçtaşı şarj edilmiş olur. Sinter harmanında kullanılacak kireçtaşı 3 mm altı, yüksek fırında kullanılacak ise 5-30 cm aralığında olması istenir.

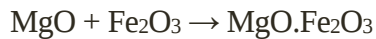
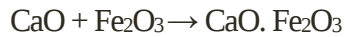
Sinterleme işleminde kokun yanmasıyla oluşan ısının etkisiyle demir cevherlerinde, demir mineralleriyle birlikte bulunabilen ve/veya ilaveler şeklinde sinter harmanına giren SiO₂, CaCO₃, MgCO₃, FeS₂, FeS ve Al₂O₃ gibi demir dışı safsızlıklar sinterleme prosesinde kimyasal faz değişikliğine uğrayarak ürün sinterde yerini alırlar. Bunlara ait reaksiyonlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Demir cevheri ile karışan flaks malzemeler aşağıdaki şekilde kalsine olurlar.



CO₂ gazı fırının yukarı kısmına doğru giderken CaO ve MgO fırının alt kısımlarında curuf yapıcı olarak görev yapar. Sinter harmanında bulunabilen SiO₂, Al₂O₃, gibi oksitler kendi başlarına kimyasal değişikliğe uğramazlar (Umadevi, 2010, Anlı, 1994). Bunlar ancak sistemde bulunan diğer maddeler ile ve aynı zamanda birbirleriyle aşağıdaki şekilde reaksiyona girebilirler;

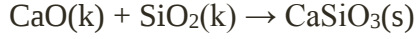


Şeklinde bileşikler oluşturarak sistemdeki curuf oluşumunu sağlarlar. Bunların demir mineralleri ile de,



Şeklinde ferrit tipi cürufklar oluşturmaları söz konusudur. Yukanda belirtilen reaksiyonlar sonucu oluşan fazlar, ürün sinter yapısında yer alarak sinter özelliklerine etki ederler. Yüksek fırında kullanılacak kireçtaşının olabildiğine az silika içermesine dikkat edilir. Çelik üretimi esnasında ise kireçtaşı kalsine edilerek yani CaO (Aktif CaO : min %85) halinde fırına ilave edilir ki bu maddeye yanmış kireç adı verilir (Anlı, 1994). Alumina da (Al₂O₃) flaks malzemesi olarak nadiren kullanılır. Şartlara bağlı olarak asidik veya bazik karakterli davranabilir. Örneğin yüksek silisli curuflarda alüminyum silikat, yüksek CaO bulunan ortamlarda kalsiyum alüminat bileşiği oluşturur (Liu, 2015).

Flaks malzemeler yüksek fırın ve çelikhane proseslerinde; sıvı ham demir içerisindeki Si ve P gibi istenmeyen gang mineralleri ile birleşerek yüksek fırın ve BOF (Basicity Oxygen Furnace) curufu meydana getirir. Kireçtaşının parçalanmasıyla oluşan CaO ise cevherdeki başta silika olmak üzere asidik empüritelerle reaksiyona girerek curufu oluşturur.



Yukanda belirtilen reaksiyonlar sonucu oluşan fazlar, sıvı hammadde içerisinde yer alarak sinter mekanik ve mineralojik özelliklerine etki ederler. Flaks malzemeleri kullanılmadan önce öğütülür ve kurutulurlar. Tane boyutlarının küçük olması, tanelerin yüzey alanının artmasına neden olduğundan daha kolay reaksiyona girmesini sağlar ve etkileşimini artırır. Bu nedenle tane boyutu bu tür reaksiyonlarda önemlidir.

Yardımcı hammadde olarak; kireç (CaO), kireçtaşı (CaCO₃), dolomit CaMg(CO₃)₂, dunit, magnezit (MgCO₃) gibi flux malzemeler, uygun curuf kompozisyonunun elde edilmesi için normal olarak yüksek fırın şarj malzemesinin içine katılırlar. Bu işlem; kireç veya manyezit gibi davranan malzemeler halinde direk olarak yüksek fırın içine dahil edilirler ya da kısmen ve/veya tamamen sinter harmanı içerisine katılırlar (Zhang, 2013). Sinter harmanı içerisine katılması ile sinter harmanının kurutulması ve ısıtılarak ön curuflaştırma işlemine tabi tutulur. Curuf oluşumu sırasında ekzotermik reaksiyonlar meydana gelir ve sinterleşme sırasında dışarıya ısı verilir. Bu ısı bir ön aşama olan sinterleşme sırasında ortaya çıktığından, yüksek fırında değerlendirilemeyeceğinden yüksek fırın için bir ısı kaybı olarak kabul edilir.

Demir cevherlerinin sinterlenerek yüksek fırına beslenmesinin en büyük avantajı, yüksek fırında kullanılacak flaks malzemelerinin sinterin bünyesine katılmasıdır (Skillen, 1993). Sinter harmanına flux malzemelerin katılmasının fırın çalışması üzerinde çok belirgin avantajları vardır. Bazı sinter üretimine iki yol ile ulaşılabilir (Eisenhüttenleute, 1995). Birinci yolda, düşük tenörlü ve silisli cevherler, arzu edilen kireç/silis ağırlık oranında kireç ile harmanlanır. İkinci metotta, kireçtaşı veya dolomit ya yüksek tenörlü veya düşük tenörlü silisli cevherlere ilave edilebilir. Bu şekilde aşağıdaki üç üretim çeşidi ortaya çıkar:

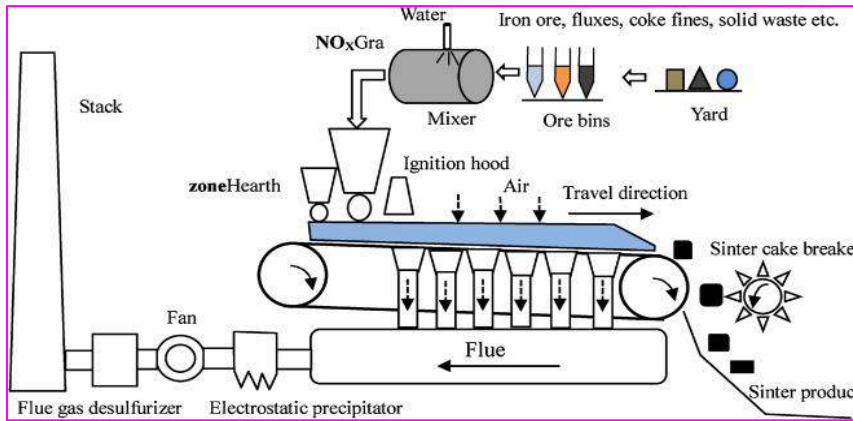
1. Asit (silisli) sinter üretimi için flux malzemeler yüksek fırında ilave edilir.
2. Yüksek fırın curufu ile eşit bazitede sinter üretmek için yeterli miktarda flaks malzemesi sinter harmanına eklenir. Bu durumda yüksek fırında kullanılan parça cevher, pelet, ve kok için gerekli olan kireçtaşı fırına ilave edilir.
3. Demir üretim prosesinde yeterli miktarda flux malzemesi sinter harmanına ilave edileceğinden, yüksek fırına daha fazla flaks ilave yapılmasına ihtiyaç kalmayacaktır.

Sinterlik cevher tozlarının tamamı cevherin doğal tozu olarak temin edildiği durumda boyut küçültme masrafları olmayacak veya düşük tenörlü uçucu maddeli cevherler kullanıldığı zaman bazı sinter üretimi çok ekonomik olmaktadır. Yüksek tenörlü cevherler ise uygun ebatlarda kırılır, tozları elenerek ayrılır ve bu tozlar yeterli flux malzemeler ile birlikte sinterlenir (Higuchi, 2007). Bu metod oldukça ekonomiktir. Fırın şarj metodlarından bir diğeri de flux malzeme içermeyen peletlerin uygun oranlarda bazı sinter ile birlikte kullanılmasıdır. Bu uygulamada parça cevher pelet ve bazı sinterin birlikte, yüksek kaliteli sinter ile kullanılması daha uygun olacaktır. Bazı sinterlerin kimyasal özellikleri sıvı ham demir üretiminde çok önemli olmaktadır. Bazite deyişi burada (CaO+MgO)/(SiO₂+Al₂O₃) ağırlık oranı ile ifade edilir. Şayet sinterdeki flaks miktarı, bu sinterden üretilen demire karşılık olan uygun miktardaki curufu üretmek için yeterli ise, bu sinter self flux sinter diye

isimlendirilir. Eğer sinter harmanına aşırı miktarda flux ilave edilir ise, parçe cevherler ve flaks olmayan peletler de herhangi bir kireçtaşı ihtiyacı hissedilmeden yüksek fırına şarj edilebilir. Bu şekildeki sinter malzemesine süper flaks sinter denir. Günümüzde asit sinter üretimi hızla azalmaktadır. Çoğu modern işletmeler self flux veya süper flux sinter üretmektedir (Yadav, 2002).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada farklı cins flaks malzemelerinin içerisindeki Ni, toplam alkali (K_2O+Na_2O), SiO_2 gibi safsızlıklarından dolayı demir çelik üretiminde kullanımının kimyasal ve fiziksel kaliteye etkileri araştırılmıştır. Bu kullanım sırasında flaks yapıcı malzemelerin içerisindeki Ni, toplam alkali (K_2O+Na_2O) içeriklerine göre sinter ve yüksek fırın prosesine etkileri araştırılmış ve sonuçları paylaşılmıştır. Endüstriyel bazda sinter üretim akım şeması şekil 1.'de verilmiştir. Tablo 1'de gösterildiği gibi farklı cins ve oranlarda flaks hammadde içeriğine sahip olan sinter harmanları ile sinter testleri yapılmıştır. Harman malzemesi Tablo 1'de gösterilen kimyasal kompozisyona sahiptir. Sinter makinasında meydana gelen yapı bölgeleri tutuşturma ocağı, ızgaralar üstündeki sinter yatağı, kalsine olmuş bölge, plastik ve pişen sinterin üzerinde taşındığı sonsuz konveyör biçiminde hareketli bir sistemden oluşur.



Şekil 1. Tipik sinter üretim akım şeması.

Hareketli ızgara üzerine yatak malzemesi silosundan 15-25 mm boyutunda olan geri dönen sinter tozu öncelik ile ızgara üzerinde 4-6 cm. yükseklikte olacak şekilde şarj edilir. Sinterlemede gazların akışı istikametinden üstten alta doğru devam eder. Üstte teşekkül eden sinter emilen soğuk hava tesiriyle soğumaktadır. Sinter ısıs yanma bölgelerinde 1200-1400 °C aralıklarında olup diğer bölgelerde azalmaktadır.

Çalışmada kullanılan demir cevheri, dolomit ve dunit kimyasal kompozisyonu sırası ile Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Sinter Harmanı kimyasal kompozisyonu

Hammadde	%Fe	%K ₂ O	%Na ₂ O	%CaO	%MgO	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Ni	%Cr
Demir Cevheri	62.35	0.012	0.016	0.08	0.07	3.02	2.85	0.002	0.003
Dunit		0.020	0.040	1.440	37.600	41.580	1.170	0.420	0.170
Dolomit		0.068	0.044	31.200	20.690	1.050	0.081	0.002	0.002
Kireçtaşı		0.067	0.009	52.76	0.520	1.515	0.467	0.003	
Kok Tozu		0.085	0.0078	1.010	0.658	12.756	8.256	0.011	0.010

Tablo 2: Sinterlik Hammadde karışım oranları (%).

%MgO	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
Demir Cevheri	64.9	65.3	66.8	67.2	66.4
Kireçtaşı	23.9	22.1	20.8	19.6	18.7
Dunit	3.9	4.6	6.0	7.4	8.5
Kok tozu	7.4	8.0	6.4	5.8	6.4

Literatürler incelendiğinde sinter harmanında dunit veya olivin kullanımının sinter mukavemeti ve verimliliği açısından yararlı olduğu bilinmektedir. Ancak dunit flaks malzemesi; yüksek nikel, krom ve silis içeriği nedeniyle nikelli yerli cevherlerin kullanımını kısıtlamaktadır. Bu neden ile dunit ve dolomit kullanım tercihleri araştırılmıştır ve teorik sinter harman hesabı yapılmıştır.

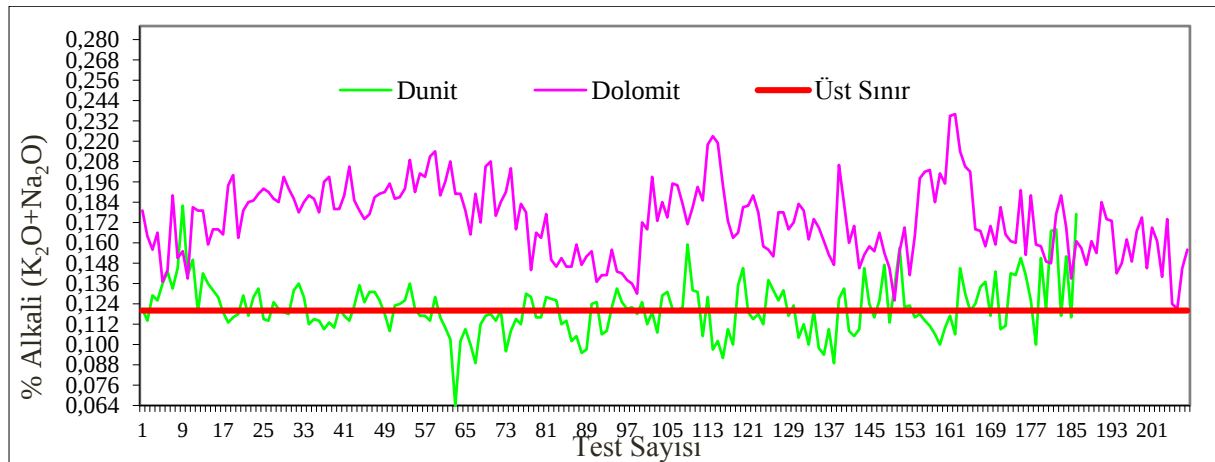
3. BULGULAR VE ARAŞTIRMA

3.1 Flaks malzemelerin demir üretim prosesinin fiziksel yapısı ve metalurjisine etkileri

Bu çalışmada; sinter malzeme bünyesindeki MgO değerinin yüksek fırınların istediği orana ayarlanması dolomit veya dunit ilave edilerek sağlanmaktadır. Sinter harmanında dolomitin kullanımında yüksek alkali (K_2O+Na_2O) içermesinden dolayı sinter sinter bünyesindeki alkali oranının arttığı, dunit kullanımı yapılan testlerde ise sinter bünyesindeki Ni oranının artma gösterdiği görülmüştür. Bu flaks malzemelerin avantaj ve dezavantaj durumlarına göre kullanılabilirlikleri aşağıdaki grafikler ve yorumlar yaparak anlatılmaktadır.

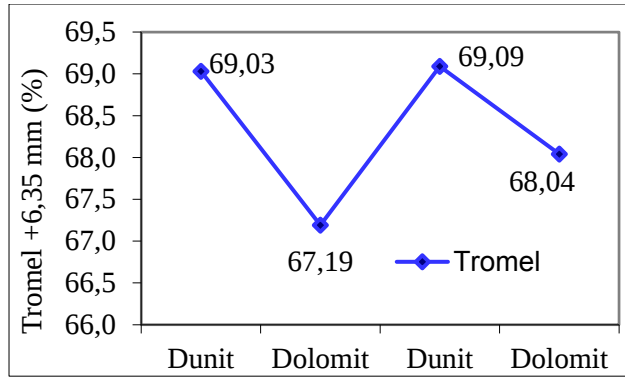
Dunit flaks malzemesi kimyasal analizleri incelendiğinde %Ni değerinin 0,42, %SiO₂ değerinin % 41,58 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca yapılan analizlerde % 0,17 oranında Cr içerdiği tespit edilmiştir. Sinter harmanında dunit kullanımı neticesinde sinter analizinde % Ni, % SiO₂ ve % Cr değerlerinde artış olmaktadır. Son yıllarda demir çelik sektöründeki slab (yassı mamul) üretiminde meydana gelen artış nedeniyle dunit içerisindeki zararlı empürite olan Nikel ve Krom değerlerinin yüksek olması sinter harmanında kullanılan nikelli yerli cevher miktarının kullanım oranının azaltılmasını gerektirmiş ve ithal cevher kullanımı artmıştır. Dunit, yüksek SiO₂ içeriği nedeni ile, sinter harmanının %SiO₂ değerini yükseltmekte, bu neden ile aynı bazlık değerleri için daha yüksek oranlarda kireçtaşı kullanımına neden olmakta ve bu uygulama % Fe tenör düşüşüne sebep olmaktadır.

Alkali ((K_2O+Na_2O)) içerikli empüriteler demir üretim prosesinde sıvı ham demir içerisine; kok, sinter, cevher, pelet ve flaks gibi sarj malzemeleri ile birlikte girerler. Baca tozu ve flaks malzemelerin uygun bileşik oluşturması ile curufla birlikte fırından uzaklaşırlar.

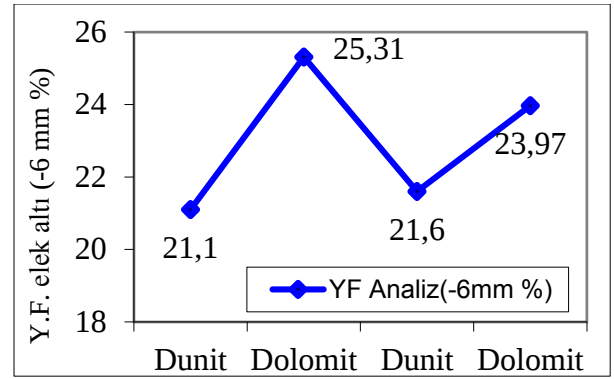


Şekil 2. Dolomit ve dunit kullanımında sinter bünyesindeki alkali (K_2O+Na_2O) % değişimi

Şekil 2. incelendiğinde; dolomit kullanılan testlerde, K_2O+Na_2O % değerinin demir üretim sürecinde kabul edilebilir üst sınırın üzerinde bir trend izlediği görülmektedir. (% 0,125 ile % 0,245 arasında değişmektedir). Demir üretiminde alkali miktarı artışı ile yüksek fırında erime miktarı fazla olmakta, yatak geçirgenliği olumsuz yönde etkilenmekte ve ızgara üzerinde tıkanmalara sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak sinterleşme tamamlanamadığından üretilen sinterin fiziksel özellikleri kötüleşir. Yüksek fırınlarda skafold oluşması riskinin yanında, sinter mukavemetinin kötüleşmesi nedeniyle yüksek fırında kaymalar ve kanallanmalara neden olur. Elektrostatik çöktürme prosesinde (ESP) sisteminde alkali kloritler yüksek toz dirençinden dolayı filtre içindeki elektrotlara yapışarak üzerinde toz tutmayı engelleyen bir tabaka oluşturur ve toz toplama sisteminin çalışma verimini düşürmektedir. RDI (Reduction degradation index) değerini düşürdüğü görülmektedir. Yüksek fırın prosesinde alkali girişi yüksek olması durumunda sinterde bazitede (CaO/SiO_2) çalışma değerinin düşürülmesi gerekecek ve bu çalışma kuşulu sinterin sıcak mukavemetini RDI (Reduction degradation index) olumsuz yönde etkileyecektir.

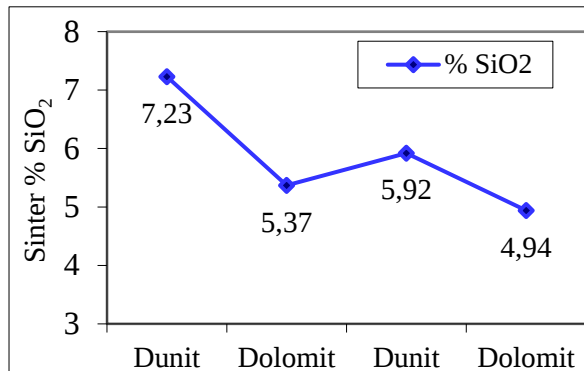


Şekil 3. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı tromel +6,35mm değişimi

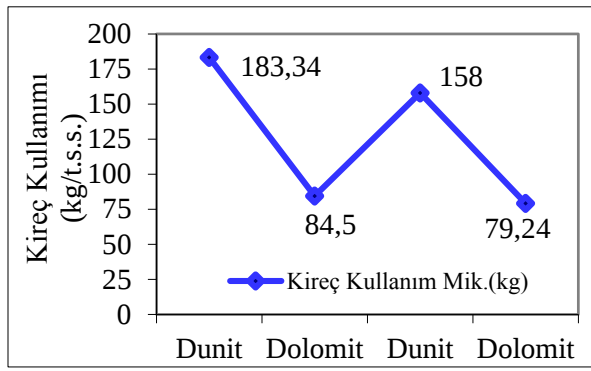


Şekil 4. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı % Y.Fırın (-6 mm) değişimi

Şekil 3. incelendiğinde dunit kullanımına bağlı olarak tromel (+6,35 mm) değerinin üst sınırı zorlayacak şekilde değişken bir trend izlediği görülmektedir. Şekil 4. incelendiğinde dolomit kullanılan testlerde yüksek fırından geri dönen sinter tozu (-6 mm) önemli miktarda artış göstermiştir. Bunun sebebi; alkalilerin demirli sarj malzemeleri ile reaksiyona girerek ufalanmaya, bunun sonucunda da fırın haznesimde kaymalı çalışmaya neden olurlar ve gaz geçirgenliğini azaltırlar.

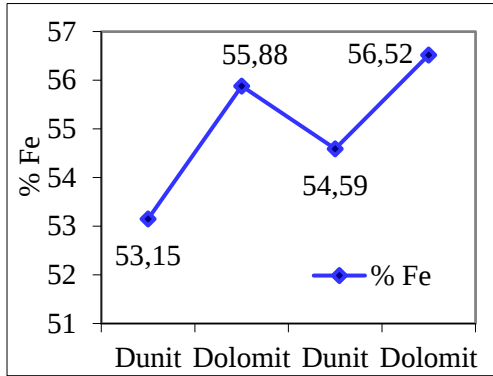


Şekil 5. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı sinterde % SiO_2 değişimi

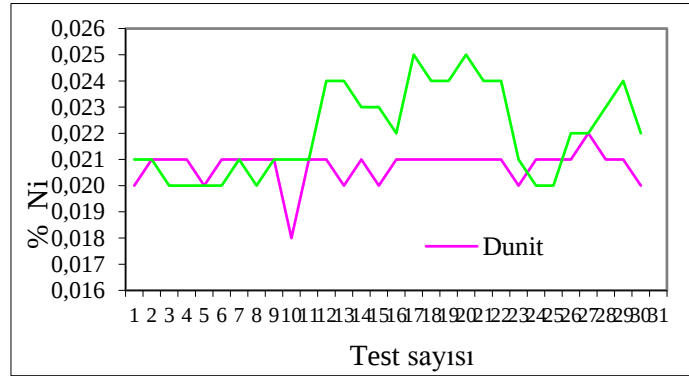


Şekil 6. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı % kireç değişimi

Şekil 5. incelendiğinde flaks malzemesi olarak dolomit kullanılan çalışmalarda % SiO₂ oranının düştüğü, dunit kullanılan çalışmalarda ise bu değerin arttığı görülmektedir. Üretilen sinter malzemesindeki SiO₂'nin aglomerasyon ve sinterleşme için gerekli MgO içeriğinin sağlanması için kullanılan dunitden geldiği tespit edilmiştir. Şekil 6. incelendiğinde dolomit kullanımına geçiş ile birlikte kireç kullanımı azalmıştır. Bunun sebebi dolomit flaks malzemesi kullanımında sıvı ham demir içerisine flakslardan giren SiO₂ oranı az olmasından dolayı aynı baziklik (CaO/SiO₂) çalışma şartlarını yakalamada daha az kireç kullanılmıştır. Sinter harmanında kullanılan cevherlerdeki CaO ve SiO₂ miktarları küçük baziklik (CaO/SiO₂) oranını etkileyecektir. Buda sinter yapımında kullanılacak flux yapıcı malzemelerin kullanım miktarlarını etkileyip buna bağlı olarakta ürün sinterin Fe tenörü etkilenecektir. Yaptığımız çalışmada; demirli malzeme içindeki SiO₂ fazlalığı metalurjik proses sırasında fazla miktarda cüruf oluşumuna sebep olmaktadır. Bu silisi nötralize etmek için ilave edilen kireç taşı, sıvı ham demir verimliliğini düşürmekte, yüksek fırında cüruf miktarını ve yakıt tüketimini artırmaktadır. Yüksek fırında cüruf hacminin artması ile şarj malzemesi olarak sinter kullanımı azalacak ve maliyeti daha yüksek olan pelet, parça cevher kullanım oranları artacaktır.



Şekil 7. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı sinter içerisinde % Fe değişimi



Şekil 8. Dolomit ve dunit kullanımına bağlı sinter içerisinde % Ni değişimi

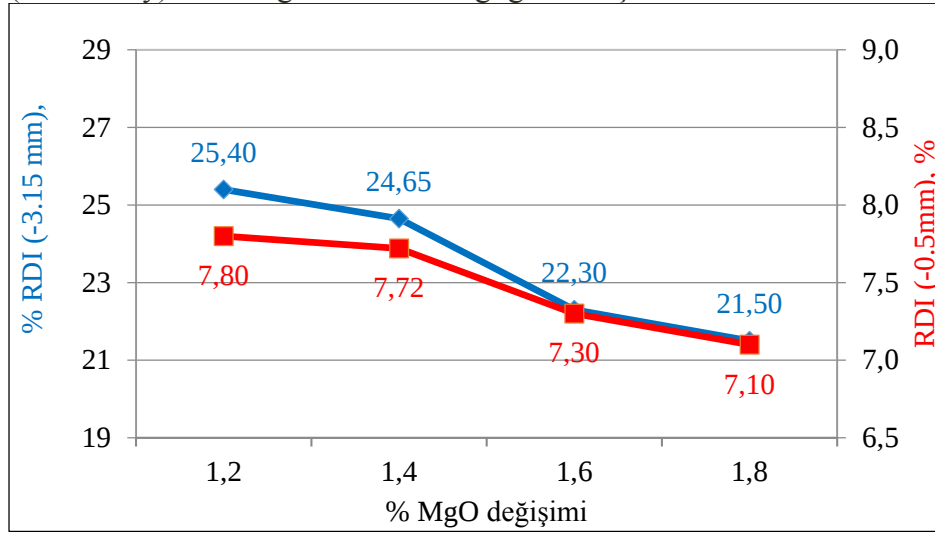
Şekil 7. incelendiğinde sinter harmanında dolomit denemesinin yapıldığı test çalışmalarında üretilen sinter kimyasal kompozisyonunda % Fe değerinde artış olduğu görülmektedir. Bu Fe tenöründe artışın nedeni flaks malzemelerde dolomit içerisinde dunita göre daha az SiO₂ içermesi, buna bağlı olarak yüksek fırın demir üretim sürecinde baziklik (CaO/SiO₂) ayarlaması için daha az kireç (veya kireçtaşı) kullanımıdır. Buda aynı zamanda yüksek fırında yakıt kullanımını azaltıp, indirgenme süresini azaltarak demir üretim efektif kapasite artışına neden olacaktır. Sinter ürünündeki Fe artışı aynı zaman da işletmeler için aynı Fe oranında çalışmada sinter harmanında daha fazla yerli cevher kullanımına olanak sağlayacağı, yurt dışı cevher ithalatında önemli maliyet avantajı sağlayacaktır. Dunit kullanım testlerinde, yüksek SiO₂ içeriğinden dolayı dolomit kullanılması ile sinter analizinde azalan % Fe içeriğinde 1,50 artış meydana gelmiştir.

Şekil 8'de yapılan testlerde sinter harmanında dolomit kullanımı ile Ni oranının düştüğü ve daha sonra ise % Ni oranının artışa geçtiği görülmektedir. Bunun nedeni, dolomite geçiş ile birlikte sinterlik harman içerisinde Ni içeriği yüksek demir cevheri kullanımının artmasıdır. Yapılan testlerde sinter üretiminde, aynı oranda % Ni değeri için nikelli yerli cevher miktarı artırılarak ithal cevher kullanımı % 6 oranında azaltılabileceği saptanmıştır. Bu durum sinter üretiminde kullanılan, yurtdışı cevher miktarını azaltacak ve döviz tasarrufu sağlayacaktır. Nikel (Ni), üretilen sacın mekanik özelliklerini olumsuz etkilediğinden, slab üretiminde nikel

içermeyen hammadde olup, çelik içerisinde bulunma oranı nihai kullanım sürecinde önem arz etmektedir.

3.2. MgO içeriğinin demir üretim kalite ve mekanik özelliklerine etkileri

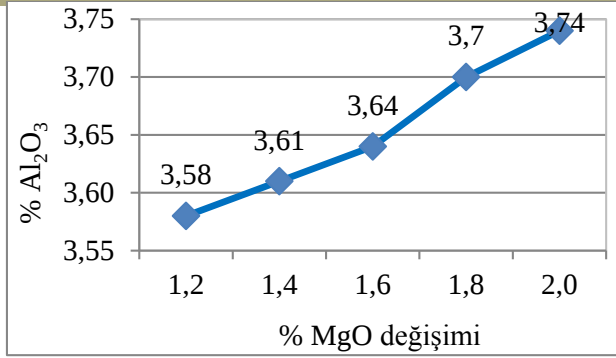
Bu çalışmada dolomit ve dunit gibi flaks malzemelerden gelen MgO'nun demir üretim kalite ve mekanik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Yaptığımız çalışmada görüldüğü gibi; sinterdeki MgO yüzdesindeki artış manyetit değerini yükseltmekte ve dolayısı ile manyetit faza bağlı olarak FeO içeriğinde artmasına neden olmuştur. Yüksek miktardaki manyetit içeriği sinterin RDI'sını iyileştirmektedir. Bununla birlikte tumbler index, verimlilik ve indirgenme (reducibility) artan MgO % ile azaldığı görülmüştür.



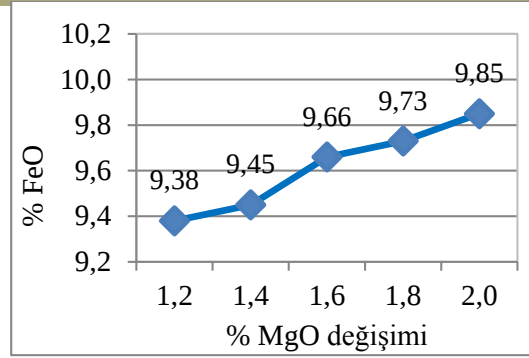
Şekil 9. Sinter üretiminde MgO'nun RDI (-3,15 mm ve -0,5 mm) üzerine etkisi.

Şekil 9'a bakıldığında %MgO artışı ile RDI değerlerinin iyileştiği görülmektedir. MgO artışı ile sinterde MgO artışı, magnetit oluşumunun artmasına ($\text{FeO} \cdot \text{MgO}$). Fe_2O_3 neden olmuştur. Yüksek miktardaki manyetit içeriği redüksiyon sırasında çatlakların azalmasını sağlayarak, sinter'in RDI'sını iyileştirmiştir ve sinterde soğuma aşamasında ikincil hematitlerin oluşumunu (yani hematitlerin tekrar oksitlenmesini) önlemektedir. İkincil hematitlerin oluşmaması ile indirgenme sırasında oluşan çatlaklar azalmakta, bunun etkisi ile sinterin RDI'yı iyileşmektedir.

Demir üretim prosesinde, MgO'nun FeO ve Alumina (Al_2O_3) içeriğine etkisi ile ilgili bilgiler şekil 10 ve 11'de görülmektedir. Demir içerikli malzemelerde MgO oranı arttıkça alumina (Al_2O_3) değeride artmaktadır (Şekil 10).

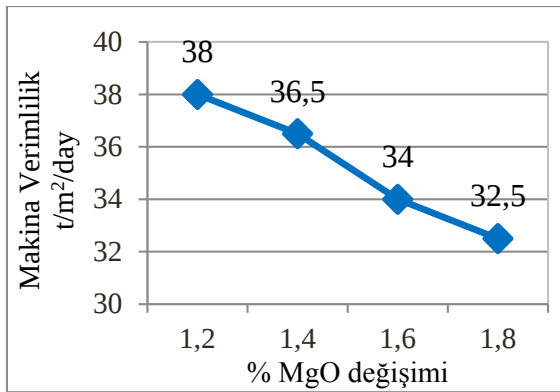


Şekil 10. Sinter üretiminde MgO'nun Al₂O₃ üzerine etkisi

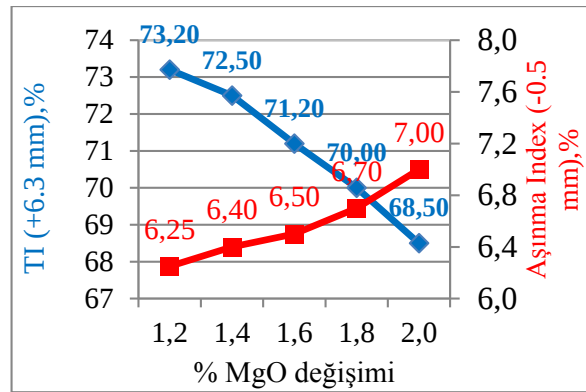


Şekil 11. Sinter üretiminde MgO'nun FeO üzerine etkisi

Sinterde alüminanın artışı sinter sertliği ve RDI üzerinde olumsuz etkisi olup, skip sinterin yüksek fırının üst bölgelerinde dağılmasına ve geri dönen sinter tozunun artmasına neden olmaktadır. Yüksek Al₂O₃ içeriğine sahip sinter malzemesinin düşük RDI değerine sahip olmasının nedeni toplam birincil hematit miktarının azalması, mineralojik yapısındaki ikincil hematit miktarının artması ve toplam ferit matriksinin içerik olarak yükselmesidir. Sinter malzemesindeki Al₂O₃ artışının sıvı ve gaz geçirgenliği üzerinde olumsuz etkisi vardır. Alümina sinterleme prosesinde birincil erimde viskoziteyi artırır ve düzensiz birbirine bağlı gözenekli makro yapılar oluşturarak, sinterin fiziksel yapısını zayıflatır, yakıt tüketimini artırır ve sinter makina verimliliğini düşürür. Endüstriyel uygulamalar göstermiştir ki, sinterde her %1 alümina artışı kok tüketimini 5-10 kg/ton sinterde artırmıştır (sinterleşme sıcaklığını yaklaşık 30°C artırmak için). Sinterde FeO % 8'in üzerine çıktığında sinter tromel değerini düşürmekte, cevherden gelen SiO₂ ile birleşerek (Zn ile) fayalit (2FeOSiO₂) yapısını oluşturmaktadır. Bu fayalit yapısının yüksek fırında indirgenmesi çok zordur, indirgenme süresini ve kok sarfiyatını artırmıştır. Yapılan test çalışmalarında sinter harman karışımında artan MgO ile birlikte FeO içeriği artmaktadır ve FeO içeriğinin manyetit ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir.



Şekil 12. Sinter üretiminde MgO'nun makina verimliliğine etkisi



Şekil 13. Sinter üretiminde MgO'nun Tumbler Index (TI) üzerine etkisi

MgO'nun sinter makina verimliliğine etkisi şekil 12 de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, sinter bünyesindeki MgO seviyesindeki artış ile sinter makina verimliliği düşmektedir. Tumbler indeksi (TI+6,35 mm) ve aşınma indeksi (AI-0,5 mm) nin MgO dan etkilendikleri görülmüştür (Şekil 13). Sinterin MgO oranı arttıkça tozlaşma miktarı artmakta, bu neden ile soğuk mukavemeti TI değeri azalma göstererek kötüleşmiş ve aşınma indeksi ise artan MgO yüzdesi ile olumsuz yönde artarak kötüleşmiştir. Sinterde MgO artışı, sinterde soğuma

aşamasında sinterde çatlakların artmasına, içsel ve dışsal kaynaklı geri dönüş toz miktarının artmasına, nakina veriminin düşmesine neden olmuştur.

Sinter bünyesindeki MgO artışı, manyetit oluşumunun artmasına (FeO.MgO).Fe₂O₃ neden olmaktadır. Sinter içerisindeki yüksek oranda manyetit ve wustite miktarının oksidasyon derecesinin düşürülmesi ile sinter indirgenebilirliği (RI-reducibility) azalmaktadır. Buda yüksek fırın prosesinde işlem süresini uzatıp daha fazla kok kullanımına, fırının efektif üretim kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır.

3.3 Demir üretiminde kireçtaşı kalitesi

Konverterde curuf yapıcı olarak kullanılan kirecin daha üflemenin başında curuf oluşmasını sağlaması için reaktif ve kaliteli kireç olması gereklidir. Kireç kalitesi çelikhanede refrakter ömürlerini belirleyen en önemli etkenlerden biridir. Kireç boyutu 20 – 40 mm arasında olmalıdır. 40 mm den büyük parça miktarı % 10 dan fazla olmalıdır, tozsuz ve kuru olmalıdır. Kirecin reaktivitesi (reaksiyona girme hızı), konverterlerde kullanılacak kirecin curuf oluşum hızını belirlemesi bakımından önemlidir. Kirecin reaktivitesi; kireç taşının kalitesine, kalsinasyon durumuna, görünür yoğunluğuna ve havadan bünyesine aldığı nem durumuna göre değişim gösterir (Güçlü, 1987).

Kalsinasyon sırasında kireç taşının bozulmasıyla ağırlığının % 40 dan fazlası CO₂ olarak kaybolur. Bu sırada yapısında meydana gelen çok küçük değişikliklerinden dolayı üretilen kireç gözenekli bir hal almaktadır. Bu durumdaki bir kirecin görünür yoğunluğu 1,5 – 1,6 gr/cm³ tür. Bu düşük yoğunluklu kirecin yüzey alanı bir hayli büyük, sünger gibi yapıya sahiptir. Böyle bir kireç çok reaktifdir. Her an reaksiyona girebilir. Yumuşak yanmış kireç yüksek reaktif, sert yanmış kireç ise en düşük reaktivite gösteren kireçtir (Umadevi, 2019). Kızdırma kaybı, kireç kalitesini belirleyen önemli bir faktördür (Yüce vd, 2002). Kızdırma kaybı en fazla %5 olmalıdır. Daha yüksek miktarda olması konverterde hurda kullanım oranını düşürüp, fırında köpürme ve taşlamalara neden olur. Kireç taşının parçalanmasında en büyük etken sıcaklıktır. Tam parçalanma sıcaklığının başlangıcında 900 °C dir. Yakma zonunda sıcaklık 900 – 1000 °C civarında sabit tutulursa veya ısının tedrici olarak artırılması iyi ayarlanmazsa kireçtaşı taneleri üzerinde sadece yüzeysel bir parçalanma meydana gelir (Liu vd, 2015).

4. SONUÇLAR

Demir üretiminde flaks malzemelerinin; homojen bir boyut dağılımına sahip olması gerekir. Eğer tane boyutlarında çok farklılık varsa bu homojenlik sağlanamaz, fırın içinde kimi yerde çok kimi yerde az boşluk olur. Böylece yüksek fırın içindeki yükte kanallar oluşur. Sıcak gaz kendine en az direnci gösteren yeri seçer ve gazın çoğu bu bölgeden geçer. Diğer bölgeler gazla temas etmediği için yeterli kalsinasyon olmaz. Parça boyutlarındaki aşırı farkla beraber parçaların düzensiz şekilde olmaları da aynı problemleri yaratmaktadır. Flaks malzemelerinde SiO₂ ve Al₂O₃ müade edilen miktardan fazla ise yüksek fırın içindeki erimeler neticesinde yeni bileşimler meydana gelir. Isının yükselmesiyle fırın duvarlarına yapışarak askı oluşumuna neden olur. Fırın reaksiyon zonu küçüleceğinden yeterli kalsinasyon olması engellenir. Demir Çelik sektöründe sinter, yüksek fırın ve çelikhane proseslerinde kullanılan flakslı malzemeler ile yaptığımız çalışmalarda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Sinter harmanında flaks malzemesi olarak dunit kullanımı neticesinde sinter analizinde %Ni, %SiO₂ ve %Cr değerlerinde artış olmaktadır. Zararlı empürite olan nikel ve krom değerlerinin yüksek olması sinter harmanında kullanılan nikelli yerli cevherin daha az kullanılmasını gerektirmektedir.
- Dunit ile yapılan demir üretimlerinde ürün sinterde SiO₂ değerinin yükseldiği, bu malzemenin yüksek fırına şarj edilmesi sırasında fayalit (2FeOSiO₂) yapısının oluşumunu artırdığı ve bu yapıdan dolayı, yüksek fırında indirgenme sürecinin uzadığı, bazikliği ayarlamamak için daha fazla kireçtaşı kullanıldığı, Fe tenörünün düştüğü ve kok sarfiyatının arttığı görülmektedir. Dunitin yüksek SiO₂ içeriğinden dolayı sinter analizinde azalan %Fe içeriğinde dolomit kullanımı ile yaklaşık % 1,50 tenör artışı meydana gelmiştir. Bazikliği ayarlamada CaO oranı daha fazla olan yanmış kireç kullanılarak bu Fe tenör artışı yükseltilebilir.
- Sinterde MgO artışı ile sinter verimliliği ve TI değeri kötüleşmiştir, RDI değeri iyileşmiştir.
- Yapılan çalışmalar sinterin fiziksel ve metalurjik özellikleri açısından MgO kullanım oranının %1,8-2,0 arasında olması olumlu sonuçlar vermiştir. Demir üretim prosesinde; verimlilik, daha fazla tenörü düşük ve Ni gibi empürite problemi olan yerli cevher kullanımına imkan vermesi açısından flaks malzemesi olarak dolomit kullanımının tercih edilmesi daha avantajlı görülmektedir.
- Flaks malzeme kullanımının büyük çoğunlukla sinterleme işlemi sırasında tamamlanması ön işlemden geçmiş homojen bir kompozisyona sahip olunmasından dolayı, bir sonraki aşama olan yüksek fırın üretiminde kapasite kullanımını, mekine verimliliğini ve fırın proses çalışma şartlarını olumlu yönde etkilemiştir.
- Dunitin kızdırma kaybı dolomite göre oldukça düşüktür. Dunit kullanımıyla birlikte sinterleşme derecesi düşmekte, böylece enerji kaynağı olarak kullanılan kok tüketimi azalmaktadır ve sinterin mukavemeti artmaktadır.

KAYNAKLAR

- Kasai, E., Sakano, Y., Kawaguchi, T., & Nakamura, T. (2000). Influence of properties of fluxing materials on the flow of melt formed in the sintering process. *ISIJ international*, 40(9), 857-862.
- Umadevi, T., Nelson, K., Mahapatra, P. C., Prabhu, M., & Ranjan, M. (2009). Influence of magnesia on iron ore sinter properties and productivity. *Ironmaking & Steelmaking*, 36(7), 515-520.
- Umadevi, T., Roy, A. K., Mahapatra, P. C., Prabhu, M., & Ranjan, M. (2009). Influence of magnesia on iron ore sinter properties and productivity—use of dolomite and dunite. *steel research international*, 80(11), 800-807.
- Umadevi, T., Bandopadhyay, U. K., Mahapatra, P. C., Prabhu, M., & Ranjan, M. (2010). Influence of limestone particle size on iron ore sinter properties and productivity. *steel research international*, 81(6), 419-425.
- Fernández-González, D., Ruiz-Bustinza, I., Mochón, J., González-Gasca, C., & Verdeja, L. F. (2017). Iron ore sintering: Quality indices. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 38(4), 254-264.

- Mochón, J., Cores, A., Ruiz-Bustinzai, A., Í. Ñ. I. G. O., Verdeja, L. F., Robla, J. I., & Garcia-Carcedo, F. (2014). Iron ore sintering Part 2. Quality indices and productivity. *Dyna*, 81(183), 168-177.
- Zhang, G., Wu, S., Chen, S., Zhu, J., Fan, J., & Su, B. (2013). Optimization of dolomite usage in iron ore sintering process. *ISIJ international*, 53(9), 1515-1522.
- Higuchi, K., Tanaka, T., & Sato, T. (2007). Reaction behavior of dolomite accompanied with formation of magnetite solid solution in iron ore sintering process. *ISIJ international*, 47(5), 669-678.
- Güçlü, K. (1987). *Kireçtaşı ve Dolomit İlavelerinin Sinter Özelliklerine Etkileri* (Doctoral dissertation).
- Liu, Y. L., Wang, J. S., Zhang, H. J., Liu, J. Z., She, X. F., & Xue, Q. G. (2015). Reduction behaviour of ferrous burden under simulated oxygen blast furnace conditions. *Ironmaking & Steelmaking*, 42(5), 358-365.
- Eisenhüttenleute, V. D., & Allibert, M. (1995). *Slag atlas*. Verlag Stahleisen.
- Anlı, Ş. 1994; "Erdemirde Kullanılan Kireçtaşları ve Kirecin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi", Kalite Metalürji Başmüdürlüğü, Ar-Ge Müdürlüğü, Ar-Ge Müdürlüğü Raporu, Ek-2, 3 ve 4.
- Yadav, U. S., Pandey, B. D., Das, B. K., & Jena, D. N. (2002). Influence of magnesia on sintering characteristics of iron ore. *Ironmaking & steelmaking*, 29(2), 91-95.
- Yüce, A. E., Gürkan, V., Erdoğan, M., Tarkan, H. M., Girgin, Ş., Kangal, M. O., & Oktay, F. Y. Demir Çelik Kullanım Amaçlı Kireçtaşları İçin Yeni Bir Tanımlama Önerisi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 41(4), 21-35.
- Skillen, A. D., & Griffiths, J. B. (Eds.). (1993). "Limestone and Dolomit", *Raw Materials for the Glass and Ceramics Industries: Industrial Minerals Consumer Survey'93*. Metal Bulletin.

ELEKTİRİK ARK FIRIN (EAF) CURUFU İLE KİLLİ
ZEMİNLERİN İYİLEŞTİRİLMESİ
IMPROVEMENT OF CLAYEY GROUND WITH ELECTRIC ARC
FURNACE (EAF) SLAG

Dr. Öğr. Ömer Saltuk BÖLÜKBAŞI
İskenderun Teknik Üniversitesi
Yük. Müh. Kemal Tahir ÖNGÜ
İskenderun Teknik Üniversitesi

ÖZET

Her yüzyıl yani problemleri getirirken beraberinde çözümlerini de getirmektedir. Günümüzün problemlerinden biri ise, atıkların kontrolüdür. Ülkemizde ve dünyada atıkların kontrolü yasalarla da (Katı Atık Kontrol Sistemi) desteklenmektedir. Bu katı atıkların yaşamın başka bir problemi için çözümü olabilir mi? sorusuna iklimin zemin ve mühendislik yapılarına verdiği zararlar elektrik ark fırın (EAF) curufu kullanılarak iyileştirme yapılmak istenmiştir. İklimin mühendislik yapıları üzerinde hava ve sıvı ortamında karşılaştığı donma ve çözünme çevrimi ile zarar gördüğü düşünülmektedir. Ülkemizde, demir çelik üretimi sırasında demir çelik tesislerinde yaklaşık 3,5 milyon ton/yıl EAF curufu oluşmaktadır. EAF curuflarının yeniden kullanılması için, yoğun çalışmalar harcanmakta ve bu konu çevre açısından da önemlidir. Çalışmamızda EAF curuflarının, killi zeminlerin mukavemet yapılarına, su miktarı ve taşıma gücüne etkileri incelenmiştir. Karayolu, demiryolu, sulama kanalı gibi mühendislik yapılarındaki etkilerin, iklimsel koşullardan kaynaklı tahribatın azaltılması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında Ark Ocaklı Demir Çelik fabrikasından alınan EAF curufu, killi zemin numunelerine %0, %3, %5, %6, %9, %15, %20 ve %100 oranlarında ilave edilerek CBR (Zeminlerde California Taşıma Oranı Tayini Deneyi) ve hava ve sıvı ortamda etkisini anlamak için iklimlendirme deneyleri yapılarak, EAF curufunun zeminlerin taşıma gücüne etkisi araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: EAF curufu, demir çelik, donma-çözülme, kil, CBR.

ABSTRACT

Every century, that is, it brings solutions to problems. One of the problems of today is the control of waste. The control of waste in our country and in the world is supported by laws (Solid Waste Control System). Can these solid wastes be the solution to another problem of life? The aim of the study is to improve the damages caused by climate and soil and engineering structures by using electric arc furnace (EAF) slag. It is thought that climate is damaged by freezing and thawing cycle encountered in air and liquid environment on engineering structures. In our country, approximately 3.5 million tons of EAF slag is produced during the production of iron and steel at the iron and steel plants. For the reuse of EAF slag, intensive efforts are being made and this is also important for the environment. In this study, the effects of EAF slags on strength structures, water content and bearing capacity of clayey soils were investigated. It is aimed to reduce the impacts of engineering structures such as roads, railways, irrigation canals and damage caused by climatic conditions. In this study, EAF slag taken from Ark Ocaklı Iron and Steel Plant was added to clay soil samples at

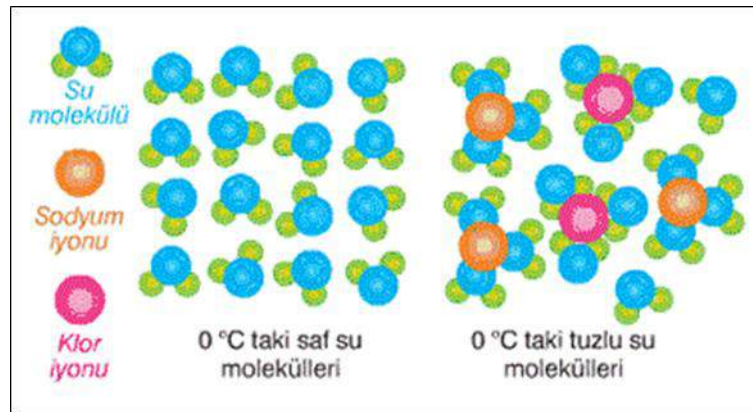
0%, 3%, 5%, 6%, 9%, 15%, 20% and 100% levels. and the effects of EAF slag on the bearing capacity of soils were investigated by performing air conditioning experiments to understand the effect of air and liquid in the environment.

Keywords: EAF slag, iron steel, freeze-thaw, clay, CBR

1. GİRİŞ

Ülkemizde, demir çelik üretimi sırasında demir çelik tesislerinde yaklaşık 4,3 milyon ton/yıl EAF cürufu oluşmaktadır. EAF cüruflarının ekonomiye katma değer kazandırması için, yoğun çalışmalar harcanmakta ve bu konu çevre açısından da önemlidir. Çalışmamızda EAF cüruflarının, killi zeminlerin mukavemet yapılarına, su miktarı ve taşıma gücüne etkileri incelenmiştir. Karayolu, demiryolu, sulama kanalı gibi mühendislik yapıları üzerindeki etkilerini, iklimsel koşullardan aldığı zararların azaltılması amaçlanmıştır (Yıldız, 2013; Grim, 1959).

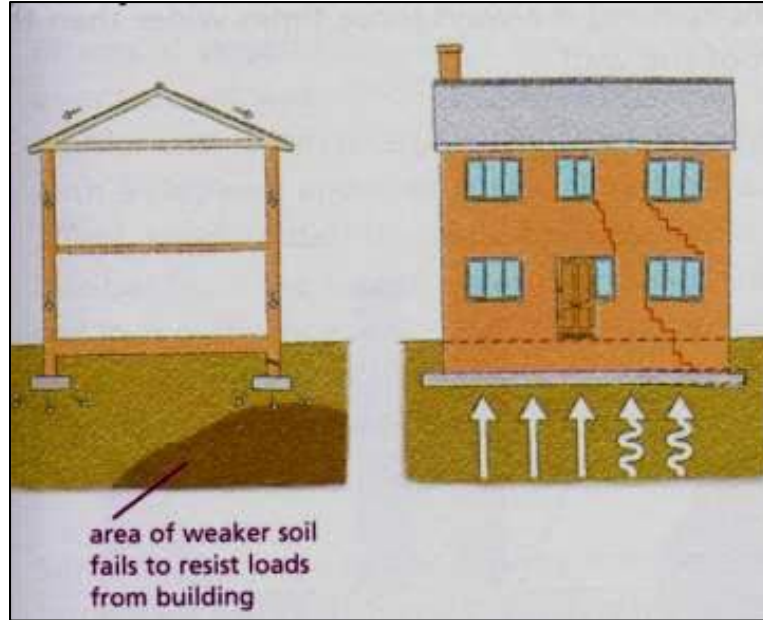
Değişen iklim şartları nedeniyle dünyamızda mühendislik yapıları ve zemin malzemeleri su ve tuz kristalleşmesine maruz kalacağı pek çok ortam bulunmaktadır (Ouhadi, 2006). Yaşanılan iklim koşullarına bağlı olarak yıllık sıcaklık farkından dolayı kristalleşme şekli ve hızı da farklılık gösterecektir (Demir, 2010; Onar, 2010). Örneğin liman dolgularında kullanılan zemin malzemelerinin tuzlu su ile teması, denizlerden gelen nem ve rüzgâr ile taşınan tuzların zemin malzemesi ile olan etkileşimi, bölgenin kış mevsiminde buzlanmaya karşı yoğun tuz kullanımı, özellikle kıyı kesimlerde buzlanmaya karşı deniz suyunun doğrudan kullanımı gibi faktörler yapıları da olumsuz etkilemektedir (O'Neil, Poormoayed, 1980)



Şekil 1. Su ve tuz molekülleri arasındaki ilişki (<http://bukalemunn.weebly.com/konu-anlat305m305.html>)

Bu bölgelerdeki zeminler donma ve çözünme çevrimi ile yapısal olarak değişime uğradıkları için zeminlerde hem mekanik hem de fiziksel özellikler açısından olumsuz değişimler meydana gelebilmektedir (Öntürk, 2011; Yılmaz, 2014). Bu mekanik aşındırmaların önemli nedeni ise su ve tuzun taşıma etkisidir (Thomas vd, 2000). Suyun ve tuzlu suyun kristalleşmesi Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu duruma göre tuzlu suyun yapmış olduğu tahribatın, su ortamında ve hava ortamında yapacağı aşındırma etkisinden daha fazla olabileceği kanaatine varılabilir (Ünver, 2015; Önem, 2000).

Kristalleşme evresinde ki (donma ısısında) sıvı maddeler, düzenli bir hale geçen su tanecikleri sodyum ve klor iyonlarının tane sınırları aralarına girmesiyle düzensiz hale gelir ve bu olay karşısında suyun kristalleşmesi için daha büyük bir enerji açığa çıkmasını gerektirir. Yani suyun donması gecikir (Ünver, 2015).



Şekil 2. Zemin oturmasının şematik gösterilmesi. (<https://www.slideshare.net/SeyfettinBozkurt/zemin-mhendisliine-giri>)

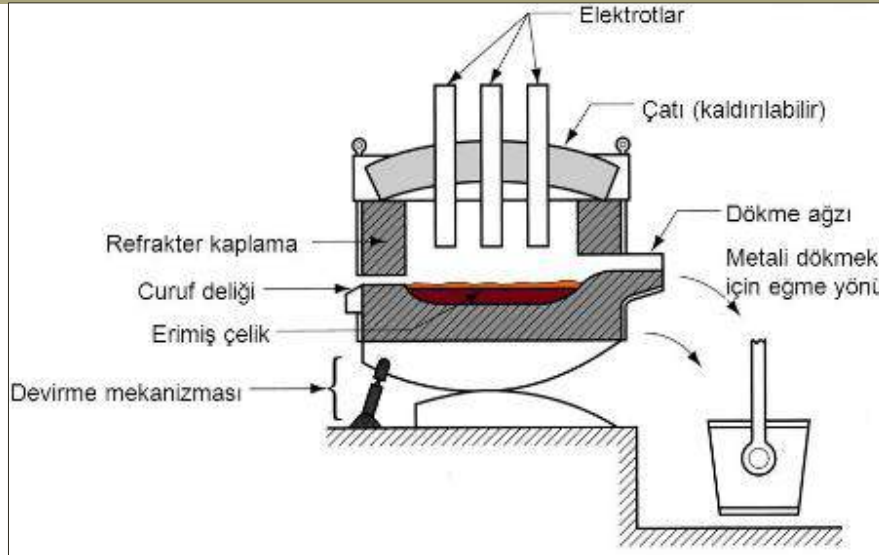
Bina Köprü tünel gibi bütün mühendislik yapıları zemin ya da kaya üzerine yapılmaktadır. Zemin yapısı veya kayaç malzemeler çevreden gelen yer altı suları, yağmur suları veya deniz suları ve patlayan drenaj ve su boruları nedeniyle zemin de bölgesel veya bölgesel alanın tamamında deformasyonlara neden olmaktadır. Şekil 2’de bu durumu anlatan bir resim gösterilmektedir (Mitchell, 1993).

2. MATERYAL VE METOT

İklimsel koşulların etkisini daha iyi anlayabilmek için biz bu çalışma kapsamında ark ocaklı demir çelik fabrikasından alınan EAF curufu, killi zemin numunelerine %0, %3, %5, %6, %9, %15, %20 ve %100 karışım oranlarında ilave edilerek, CBR (zeminlerde california taşıma oranı tayini deneyi) ve hava ve sıvı ortamda etkisini anlamak için iklimlendirme deneyleri yapılarak, EAF curufunun zeminlerin taşıma gücüne etkisi araştırılmıştır.

2.1.Elektrik Ark Fırın (EAF) Cürufu

Çelikhane’de demir çelik üretim prosesinde konvertör içerisine oksijen üflenmesiyle çelik konsantrasyonunda istenmeyen elementlerin oksitlenerek giderilmesi amaçlanır. Meydana gelen oksitler fluks malzemeler ile birleşerek, ergimiş haldeki cürufu oluşturmakta ve yoğunluk farkı ile konvertör içindeki sıvı ham çelik altta curuf malzemesi üstünde yer almaktadır (Şekil 3). Cüruf potalar vasıtasıyla sahaya dökülür. Sıvı haldeki cüruf, üzerine kontrollü olarak verilen soğutma suyu ile karşılaştığında katılaşmakta ve kristalleşip gri renkli ve az gözenekli yapıya sahip bir malzeme halini almaktadır.



Şekil 3 Çelik üretimi elektrik ark fırını örneği (Gavas vd, 2015)

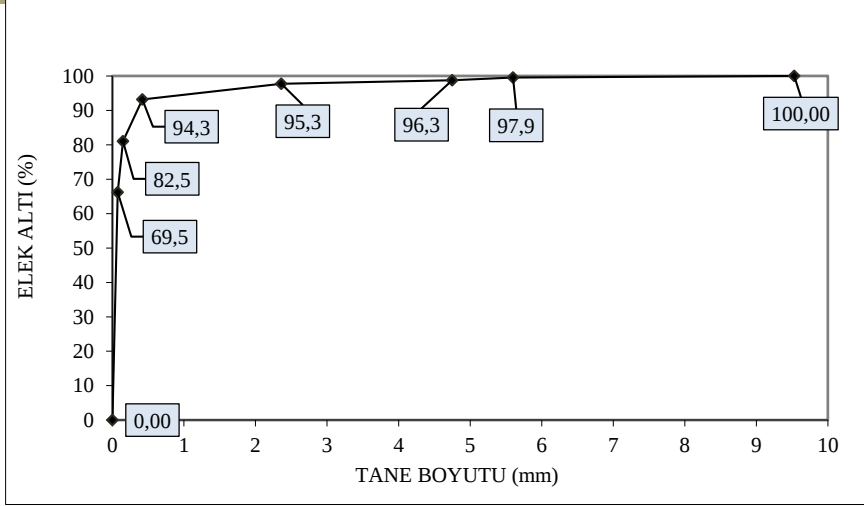
2.2. İskenderun kil numunesi

Killer doğada çok bulunan bir malzeme olmasına rağmen doğada saf olarak bulmak pek mümkün değildir ve boyut küçültülmesi için ayrıca zenginleştirme işlemleri gerekmektedir. Killer yapısal olarak içeriğinde fazlaca silis, mika, demir oksit mineralleri bulundurur ve başlıca 4 ana gruba ayrılırlar (Batman, 2015). Bunlar İllit, kaolinit, montmorillonit ve diğer kil gruplarıdır. Bileşiminde bulunan yabancı maddelerden dolayı sarımtırak, kırmızımtırak ve esmer gibi renklerde bulunurlar. Ayrıca killer bünyelerine su emme özelliği ile plastisite, kohezyon, renk ve rötre özelliği gösterirler.



Şekil 4. Killi Zemin örneği (<https://bilimpro.com/2018/05/15/cornell-universitesi-arastirmasi-yasamin-baslangici-topraktan-olabilir/>)

Kil, hidratlı alüminyum ve magnezyum silikatlardan oluşan doğal bir ikincil mineraldir. Tane ebadı 2 μ (mikron) veya daha küçük boyutta bulunabilirler. Benzer abatlardaki başka minerallerden farklı olarak su ile temasında çamur oluşturur (Şekil 4). Mühendislik yapılarını oluşturan malzemelerde veya zemini oluşturan kütle içerisinde bulunduğu miktara bağlı olarak kil içermesi, oluşturduğu yapının ya da zemin kütlelerinin mühendislik özelliklerini olumsuz şekilde etkileyebilmektedir (Zorluer, 2003). Mühendislik yapılarını oluşturan ya da zemini oluşturan kütlelerinin içerisinde kil miktarı arttıkça bağlı bulunulan kilin özelliğine göre zemin ya da mühendislik yapılarının davranışı değişmektedir (Demir, 2010).



Şekil 5. Killi zemin numunesi tane boyut dağılımı.

Tane çapı dağılım grafiğine baktığımızda 0.00-0.42 mm tane boyutundaki zemin numunesi taneleri yüzde (%) 94,3 oranında bulunmaktadır (Şekil 5). Geriye kalan 0.42-5.6 mm arasındaki tanelerin % 10.56 oranında olduğu gözlenmektedir. Bu durum zemin malzemesinin granülometrik yapısının iyi olmadığını göstermektedir. Zemin malzememiz yüksek killi topraktır. Bu killi zemin numunesini EAF cürufu karıştırılarak optimum değerde bir zemin numunesi oluşturmak istemekteyiz.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Hazırlanan numuneler iklimlendirme cihazına şekildeki cihaza yerleştirilmiş ve cihaz donma-çözünme işlem adımlarını gerçekleştirmesi için deney şartlarında olması istenen sıcaklık şartları, bekleme süresi, nemlilik şartları ve çevrim sayısı gibi şartlar cihaz üzerine ayarlanmıştır.

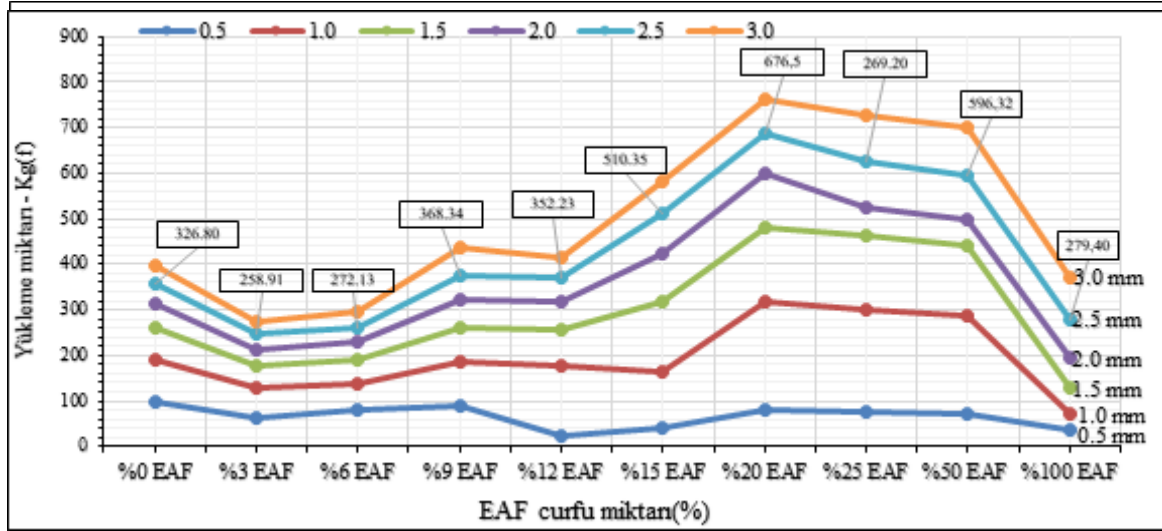


Şekil 6. İklimlendirme cihazı.

Cihaz iklim koşullarını oluşturmak amacı ile oda sıcaklığı olan 22 °C'den -17 °C'ye aşamalı olarak indirilip tekrar oda sıcaklığına getirilerek bir sıcaklık çevrimi oluşturulmuştur. Bu şekilde malzemeler bu sıcaklık çevriminde stres altında kalarak deformasyona uğrayacağı düşünülmüştür.

3.1. Donma çözünme öncesi

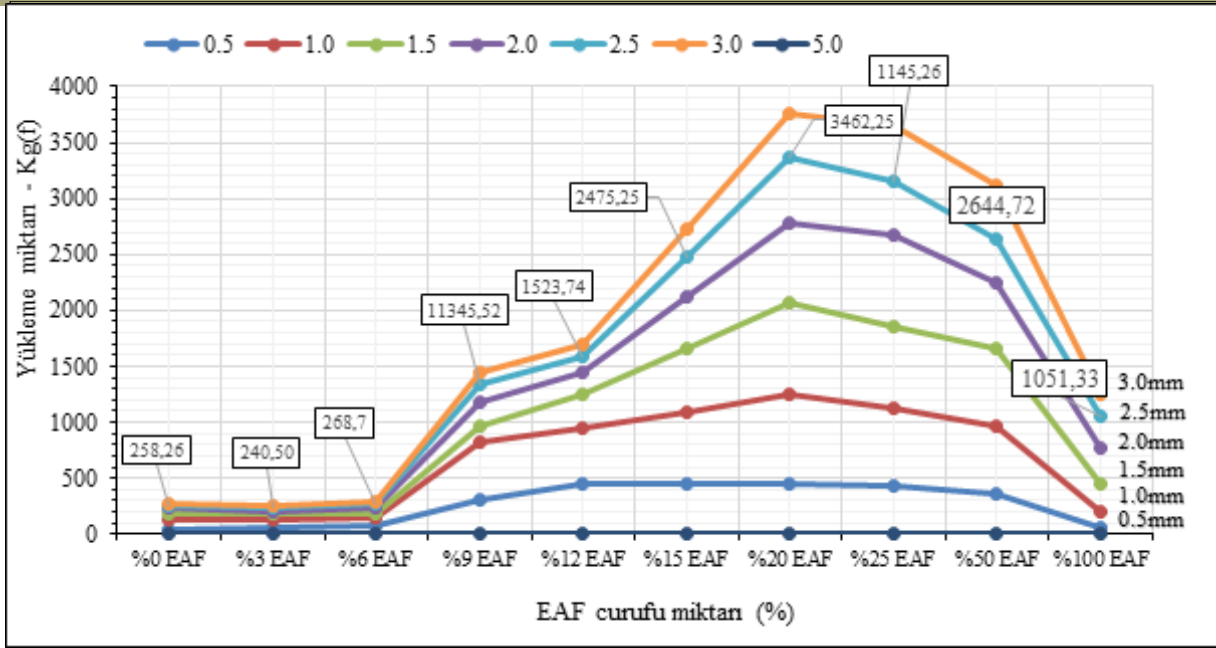
Şekil 7 grafik değerleri, donma-çözünme öncesi yük-penetrasyon miktarı verileri kullanılarak elde edilmiştir. Bu grafiğe baktığımızda killi zemin numunesine %9, %12, %15 ve %20 oranlarında EAF curufu eklenildiğinde yük penetrasyon artışı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 7. EAF curuf karışımı killi zemin numunesi yük-penetrasyon grafiği

3.2. Donma çözünme sonrası

Donama-çözünme yöntemi kullanılarak yeniden killi zemin numunesine %0, %3, %6, %9, %12, %15 ve %20 oranlarında EAF cürufu eklenerek CBR kalıpları hazırlandı. Bu kalıplar suya doymun hale gelmesi için 3 gün (72 saat) suda bekletilmiştir. Suda beklerken kabarma miktarını tespit etmek için 0.001 mm duyarlılıkta bir manometre sabitlenmiş ve şekildeki gibi su kürüne tabi tutulduktan sonra CBR kalıbı numuneleri, bünyesinde fazla bulunan suyun süzülmesi için bekletildi. Suyu süzülen numune donama-çözünme işlemi gerçekleştirilmek üzere iklimlendirme cihazına konuldu. +22°C ve -17.5°C sıcaklık değerleri arasında 10 gün boyunca donma-çözünme işlemine tabi tutulmuştur. Deney aşamasında kabarma miktarlarını belirlemek üzere manometreler konulmuştur.



Şekil 8. EAF curuf karışımı killi zemin numunesi yük-penetrasyon grafiği

Yukarıdaki grafiğe bakıldığında 2.5 mm penetrasyon miktarı değeri için %6, %9, %12, %15, %20, %25, %50 ve %100 BOF curufu eklenmiş zemin numunesinde artışlar gözlenmiştir. Bu değerler arasında CBR deneyi yük-penetrasyon değerleri arasında en iyi karışım oranı %9, %12, %15 ve %20 oranlarında olduğu gözlenmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada killi zeminlerin değişken iklim koşullarında üzerinde taşıdıkları inşaat yapılarının ve inşaat malzemelerine (tünel, yol, satıh kaplamaları vs.) olumsuz etkilerinin (kırılma, kabarma vs.) iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada killi zemin malzemelerine %0, %3, %6, %9, %12, %15, %20, %25, %50 ve %100 karışım oranlarında EAF curufu eklenildiğinde en iyi etkinin %15 ve %20 karışım oranlarında elde edildiği ve %25’den fazla karıştırıldığında yük-penetrasyon değerlerinde bir azalma olduğu gözlenmiştir.

5. Kaynaklar

Yıldız, Ö., (2013), “Killi Zeminlerde Şişme Basıncının Basit İndeks Parametreleriyle Tayini”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Demir, S., Kılıç M., (2010) “Sisen Zeminlerin Tanımlanması ve Zemin İyileştirme Yöntemleri”, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 60240 Tokat.

Thomas, P.J., J.C. Baker, L.W. Zelazny, 2000. An Expensive Soil Index For Predicting Shrink-Swell Potential. Soil Sci. Soc. Am. J., 64:268-274.

Gavas, M., Aydın A., Yaşar, M., Altunpak, 2015, Üretim yöntemleri ve İmalat Teknolojileri, Talaşsız İmalat-Talaşlı İmalat-Kaynak.

Ünver E., 2015, “Problemli Kil Zeminlerin Uçucu Kül İle İyileştirilmesi” Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi, Eskişehir.

Mitchell ,J.K., Fundamentals of Soil Behavior, 2nd edn. Wiley, New York, 1993.

Batman, A., 2015, “Öğütülmüş Kuvars Kumunun kilin Mukavemet Özelliklerine Etkisinin Araştırılması”, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi, Erzurum.

Grim, R. E., 1959. Physiochemical Properties of Soils, Clay Minerals, J.Aoil Mech. Found. Div., ASCE, vol. 85,no.SM2 Suppressants: Avoiding Another Times Beach: An Expert Panel Summary, Las Vegas, NV, May 30–31, 2002. 79 pp.

Ouhadi, V.R., Goodarzi, A.R., 2006, Assessment of the stability of a dispersive soil treated by alum, Engineering Geology, V.85, p.91-101.

Onar A.F., 2010, Turgutlu (Manisa) yöresinde tuğla ve kiremit yapımında kullanılan killerin mühendislik ve bazı teknolojik özelliklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 75s.

Öntürk, K., 2011, Zemin iyileştirmesinde polisaj, kireç ve uçucu külün kullanımı, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 160s.

Önem, S., 2000, Sanayi Hammaddeler Ders Kitabı, Ankara

O'Neil M. W, Poormoayed, N., 1980, Methodology for foundations on expansive, clays., Journal of Geotechnical Engineering, Division,, American Society of Civil Engineers, Vol. 106, No. GT12, p. 1345-1367.

Zorluer İ., 2003, Toprak dolgu barajlar yönünden dispersif killer ve tanımlama, yöntemlerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 183s.

Yılmaz, M.K., 2014, Improvement of Expansive Soils By Using Cement Kiln Dust, Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 99s.

DÖKÜM İŞLERİNDE İŞ KAZALARI İSTATİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ
INVESTIGATION OF WORK ACCIDENTS STATISTICS IN CASTING SECTOR

Dilara DEMİR

Mersin Büyükşehir Belediyesi

Doc. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Çalışma dünyasında insana verilen değer sayesinde, tesislerde iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları da ciddiyet kazanmış, riskleri ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yönetmelik ve mevzuatlarla uygulama yolu gösterilmekte, proaktif yaklaşımlarla da gelişme sağlanmaktadır. Ülkemizde temeli çok eski yıllara dayanan dökümcülük sektörü, günümüzde de varlığını sürdürmekte olan ve çok tehlikeli sınıfa giren bir sanayi türüdür. Dolayısı ile iş sağlığı ve güvenliği açısından birçok riskle karşılaşmaktadır. Meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları, ciddi yaralanma, sakatlanma veya ölüm ile iş verimliliğinin düşmesi, direk ve indirekt maliyet artışlarını da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı; 2008-2017 yılları arasında dökümcülük sektöründe (ana metal sanayi) kayıt altına alınmış iş kazaları ve kaybedilen iş gücünün analizi sayesinde, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının yeterliliğini incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Döküm işleri, Döküm işlerinde iş kazaları, İş kazaları, İş kazaları istatistikleri

ABSTRACT

Thanks to the value given to people in the world of work, occupational health and safety studies have gained prominence and efforts have been made to eliminate the risks associated with work. Implementation of regulations and proactive approaches are also being improved. The foundry sector, which is one of the oldest in Turkey and continues until today, is in a dangerous class; as a result, many risks are encountered in terms of occupational health and safety. The resulting work accidents and occupational diseases, serious injuries, disabilities or deaths and the decrease of work efficiency bring about direct and indirect cost increases. The aim of this study is to examine the adequacy of occupational health and safety studies through the analysis of work accidents and lost labor force recorded in the foundry sector (basic metal industry) between 2008 - 2017.

Key Words: Casting, Work accidents in casting sector, Occupational accidents, Occupational accidents statistics.

1. GİRİŞ

Ülkelerin kalkınmasında önemli rolü olan döküm sektörü, özel teşebbüs yatırımları ile Türkiye’de de gelişen bir noktaya ulaşmıştır. Ağır ve büyük makine donanımı kullandırmayı gerektiren ve kaza riski yüksek olan bu sektör, dünyada ve ülkemizde de iş kazaları açısından ciddi bir sorun haline gelmiştir.

Döküm; yüksek sıcaklıkta sıvılaştırılmış metal veya alaşımların kalıplara dökülerek katılaştırılması işidir. En çok kullanılan metaller; demir, çelik, pirinç, magnezyum, kalay, bakır ve bronzdur. Döküm işlerinde; kum kalıba, hassas, seramik kalıba, alçı kalıba, metal kalıba, basınçlı, kabuk kalıba, sürekli ve savurma döküm gibi çeşitli yöntemler gözlenebilir. Birçok aşama gerektiren bu yöntemde tehlikeyle karşılaşma ve kazaların ölümle sonuçlanması olasılığı yüksektir. [1] Bu tehlikeler, dökümde kullanılan metalin cinsine, döküm aşamalarına ve boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Yüksek ısı, gürültü, toz, radyasyon gibi ortama yönelik faktörler çalışanlarda; yaralanmalar, ısıtma kaybı, mesleki solunum rahatsızlıkları, yanma, termal konfor rahatsızlıkları, ısı stresi, göz ve cilt tahrişi gibi sorunlara neden olabilmektedir. [2]

Bu sektörde sıklıkla karşılaşılan iş kazaları;

- Makine ve donanımın sebep olduğu kazalar
- Çarpma, çarpışma
- Düşme
- Kayma
- Yanma
- Yangın
- Bir veya birden fazla cismin sıkıştırması, ezmesi, batması ve kesmesi
- Ergonomik risklerden kaynaklanan kazalar
- Kişisel faktörlerden kaynaklı kazalar
- Kimyasal faktörlerden (formaldehit v.b.) kaynaklı kazalar
- Elektrik akımına kapılma [3]

olarak sıralanabilir.

Sonuç olarak; ülkemiz, işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili bilinçlenme ve bilinçlendirme hususunda gelişmeler göstermektedir. İş kazalarının devlete, işverenlere, çalışanlara ve yakınlarına yaşattığı travmalar onarılması güç olumsuzlukları da beraberinde getirmekte olduğu kanıksanmıştır.

2019 yılında yapılan bu çalışmada ülkemizde, döküm (ana metal sanayi) sektöründe kayıt altına alınan iş kazaları ve neden olduğu iş gücü kayıpları incelenecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; 2008 ile 2017 yılları arasında, SGK’nın Ana Metal Sanayi’ne ait iş kazaları, geçici ve sürekli iş görmezlik süreleri kayıtları kullanılacaktır.

Analizde veri amaçlı kullanılacak tablolar aşağıda verilmiştir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

2.1.2008 verileri

Tablo 1: Ana Metal Sanayi’nde 2008 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [4]

FAALİYET ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	14	4.015	4.029	0	52	52	1	18	19

Tablo 1’de, 2008 yılında, 14 kadın, 4.015 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan; 52 erkeğin daimi iş görmezliğe sahip olduğu, 1 kadın ve 18 erkeğin de öldüğü görülmektedir. Tablo 2’de de bu iş kazalarından kaynaklı toplam 84.763 gün ayakta tedavilerde, 2.089 gün yatarak tedavilerde geçen süre verilmiştir.

Tablo 2: Ana Metal Sanayi’nde 2008 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [5]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	254	84.509	84.763	0	2.089	2.089

2.2.2009 verileri

Tablo 3: Ana Metal Sanayi’nde 2009 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [6]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	33	4.786	4.819	0	39	39	0	2	2

2009 yılı verilerine bakıldığında, 33 kadının ve 4.786 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 39 erkeğin daimi iş görmezliğe uğradığı ve 2 erkeğin de bu sebeple öldüğü Tablo 3’te belirtilmiştir. Toplam 4.819 adet iş kazası sonucu, 2.797 gün ayakta tedavilerde, 1.010 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 4]

Tablo 4: Ana Metal Sanayi’nde 2009 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [7]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	0	2.797	2.797	0	1.010	1.010

2.3.2010 verileri

Tablo 5: Ana Metal Sanayi’nde 2010 Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [8]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	30	4.591	4.621	3	37	40	1	23	24

Tablo 5’te 2010 yılında 30 kadının, 4.591 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 3 kadının ve 37 erkeğin daimi iş görmezliğe uğradığı, 1 kadın ve 23 erkeğinde öldüğü görülmektedir. Toplam 4.621 iş kazası sonucu, 89.298 ayakta tedavilerde, 1.843 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir. [Tablo 6]

Tablo 6: Ana Metal Sanayi’nde 2010 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [9]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	1.101	88.197	89.298	17	1.826	1.843

2.4.2011 verileri

Tablo 7: Ana Metal Sanayi’nde 2011 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [10]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	48	5.224	5.272	1	55	56	1	17	18

2011 yılında, 48 kadın ve 5.224 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 1 kadının ve 55 erkeğin daimi iş görmezliğe uğradığı ve 1 kadın ile 17 erkeğin öldüğü Tablo 7’de gösterilmiştir. Toplam 5.272 adet iş kazası sonucu, 106.789 gün ayakta tedavilerde, 2.169 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir. [Tablo 8]

Tablo 8: Ana Metal Sanayi’nde 2011 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [11]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	711	106.078	106.789	0	2.169	2.169

2.5.2012 verileri

Tablo 9: Ana Metal Sanayi’nde 2012 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [12]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	54	4.884	4.938	0	71	71	0	10	10

2012 verilerinde, 54 kadın ve 4.884 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 71 erkek işçinin daimi iş görmezliğe uğradığı ve 10 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir [Tablo 9]. Toplam 4.938 adet iş kazası sonucu, 89.761 gün ayakta tedavilerde, 2.067 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 10]

Tablo 10: Ana Metal Sanayi’nde 2012 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [13]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	717	89.044	89.761	6	2.061	2.067

2.6.2013 verileri

Tablo 11: Ana Metal Sanayi’nde 2013 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [14]

İŞ ALANI (NACE SİNİFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	158	11.903	12.061	0	9	9	0	34	34

2013 yılı kayıtlarına göre, 158 kadın ve 11.903 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 9 erkek işçinin daimi iş görmezliğe uğradığı ve 34 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir [Tablo 11]. Toplam 12.061 adet iş kazası sonucu, 150.318 gün ayakta tedavilerde, 2.339 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 12]

Bir önceki yılın verilerine göre iş kazalarında ve tedavilerde geçen gün sayılarında artış, daimi iş görmezlik sayısında azalma olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 12: Ana Metal Sanayi’nde 2013 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [15]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	1.520	148.798	150.318	11	2.328	2.339

2.7.2014 verileri

Tablo 13: Ana Metal Sanayi’nde 2014 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [16]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	190	12.167	12.357	0	8	8	1	13	14

2014 yılı verilerine göre, 190 kadın ve 12.167 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan 8 erkek işçinin daimi iş görmezliğe uğradığı, 1 kadın ve 13 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir [Tablo 13]. Toplam 12.357 adet iş kazası sonucu, 136.204 gün ayakta tedavilerde, 3.580 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 14]

Bir önceki yıla göre iş kazası sayısı artmış, tedavilerde geçen süreler azalmıştır.

Tablo 14: Ana Metal Sanayi’nde 2014 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [17]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	1.221	134.983	136.204	20	3.580	3.600

2.8.2015 verileri

Tablo 15: Ana Metal Sanayi’nde 2015 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [18]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	199	12.330	12.529	0	0	0	0	21	21

2015 yılında, 199 kadın ve 12.330 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, daimi iş görmezlik olmadığı, 21 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir [Tablo 15]. Toplam 12.529 adet iş kazası sonucu, 172.289 gün ayakta tedavilerde, 5.031 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 16]

Bir önceki yıla göre, iş kazası sayısı ve tedavilerde geçen süreler artmıştır. Tedavilerde geçen sürenin artışının iş kazası artış oranından daha fazla olması, yaralanmaların ağır olduğunu göstermektedir.

Tablo 16: Ana Metal Sanayi’nde 2015 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [19]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	1.890	170.399	172.289	94	4.937	5.031

2.9.2016 verileri

Tablo 17: Ana Metal Sanayi’nde 2016 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [20]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	210	12.871	13.081	0	6	6	0	30	30

2016 kayıtlarına göre, 210 kadın ve 12.871 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, 6 erkek işçinin daimi iş görmezliğe uğradığı, 30 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir [Tablo 17]. Toplam 13.081 adet iş kazası sonucu, 184.150 gün ayakta tedavilerde, 4.339 gün de yatarak tedavilerde geçmiştir.[Tablo 18]

Bir önceki yıla göre iş kazası sayısı artmıştır.

Tablo 18: Ana Metal Sanayi’nde 2016 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [21]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	2.445	181.705	184.150	106	4.233	4.339

2.10. 2017 verileri

Tablo 19: Ana Metal Sanayi’nde 2017 Yılında Kaydedilen İş Kazaları, Daimi İş Görmezlik ve Ölümle Sonuçlanan Kazaların Cinsiyete Göre Dağılımı [22]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI SAYISI			İŞ KAZALARINDA DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLÜMLÜ İŞ KAZASI SAYISI		
	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.	KADIN	ERKEK	TOP.
ANA METAL SANAYİ	340	15.330	15.670	0	4	4	0	29	29

Tablo 19’da, 2017 yılında, 340 kadın 15.330 erkek işçinin iş kazası geçirdiği, bunlardan; 4 erkek işçinin daimi iş görmezliğe sahip olduğu, 29 erkek işçinin de öldüğü görülmektedir. Tablo 20’de de bu iş kazalarından kaynaklı toplam 222.076 gün ayakta tedavilerde, 5.070 gün de yatarak tedavilerde geçen süre verilmiştir.

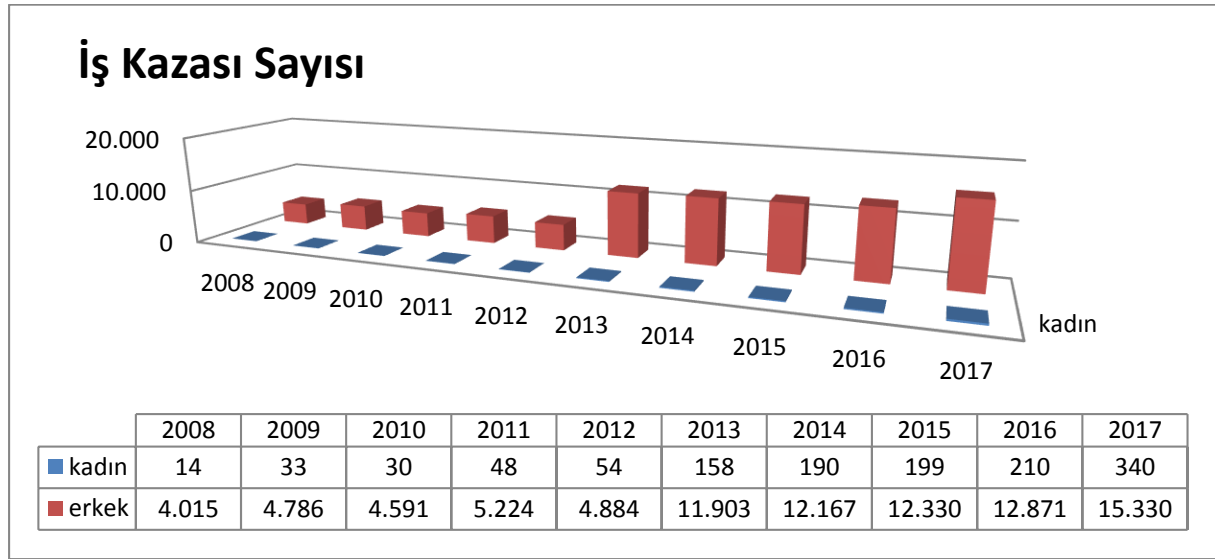
Tablo 20: Ana Metal Sanayi’nde 2017 Yılında Kaydedilen İş Kazalarında, Ayakta Tedavilerde Geçen Süreler ile Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı [23]

İŞ ALANI (NACE SINIFLAMASINA GÖRE)	İŞ KAZASI					
	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
	KADIN	ERKEK	TOPLAM	KADIN	ERKEK	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	2.644	219.432	222.076	51	5.019	5.070

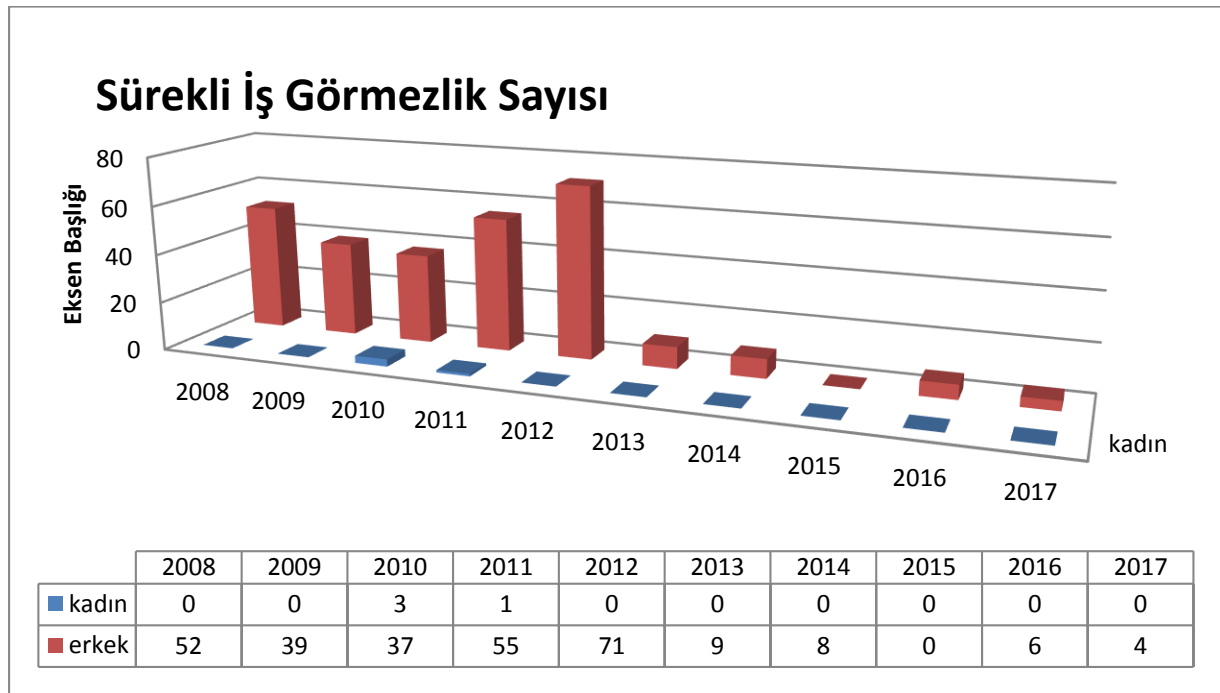
İncelenen veriler arasında, en fazla iş kazası ve en fazla tedavilerde geçen sürelerin 2017 yılına ait olduğu görülmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İş kazalarını yıllara ve cinsiyet dağılımına göre incelediğimizde; erkek çalışanların kadın çalışanlardan kat kat daha fazla olduğunu Şekil 2’de gösterilmiştir. Her iki cinste de iş kazalarının giderek arttığı, 2008’den 2017’ye kadar erkeklerde yaklaşık %280, kadınlarda da %2328 arttığı görülmektedir.

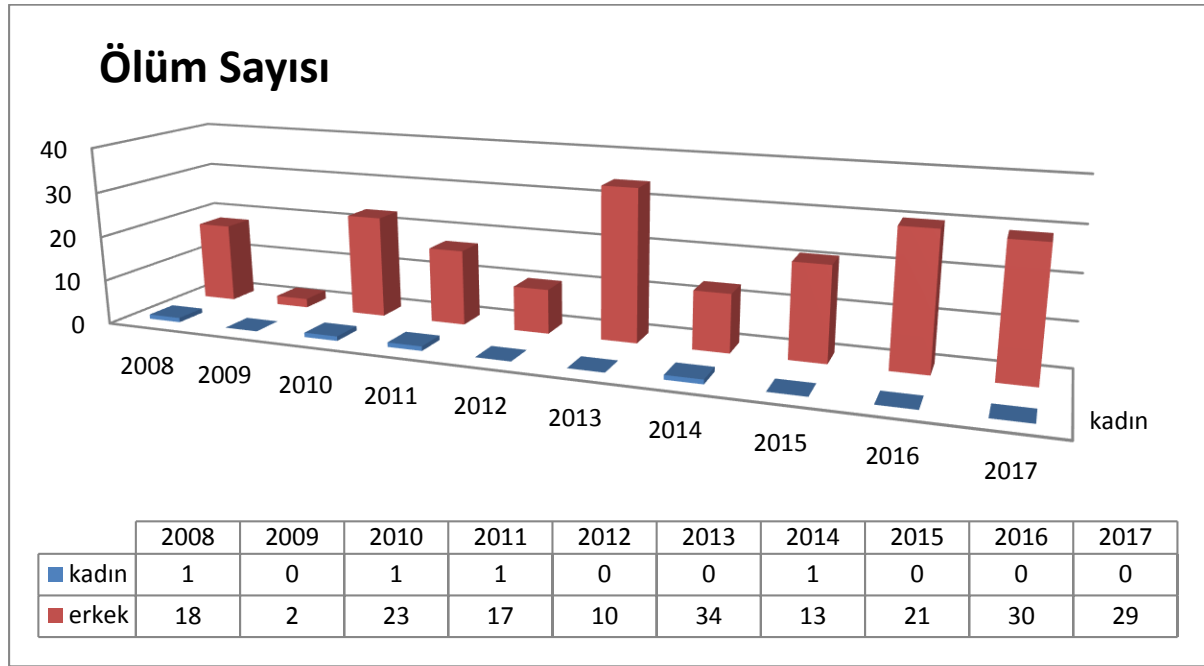


Şekil 1: Ana Metal Sanayi’nde Yıllara Göre İş Kazası Sayıları ve Cinsiyete Göre Dağılımı



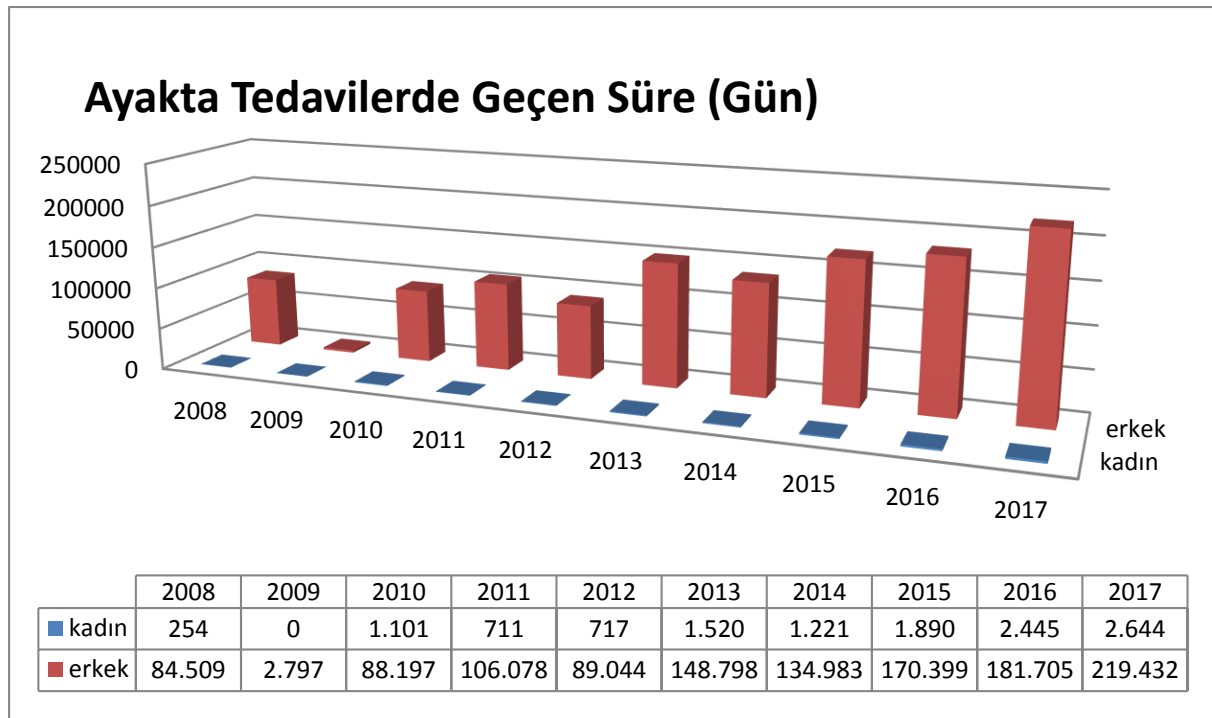
Şekil 2: Ana Metal Sanayi’nde Yıllara Göre İş Kazalarından Kaynaklı DAİMİ İş Görmezlik Sayısının Cinsiyete Göre Dağılımı

İş kazaları nedeniyle daimi (sürekli) iş görmezlik, kadınlarda yok denecek kadar az olup, erkeklerde de 2008’den 2017’ye kadar %1200 oranında azalmıştır (Şekil 2).



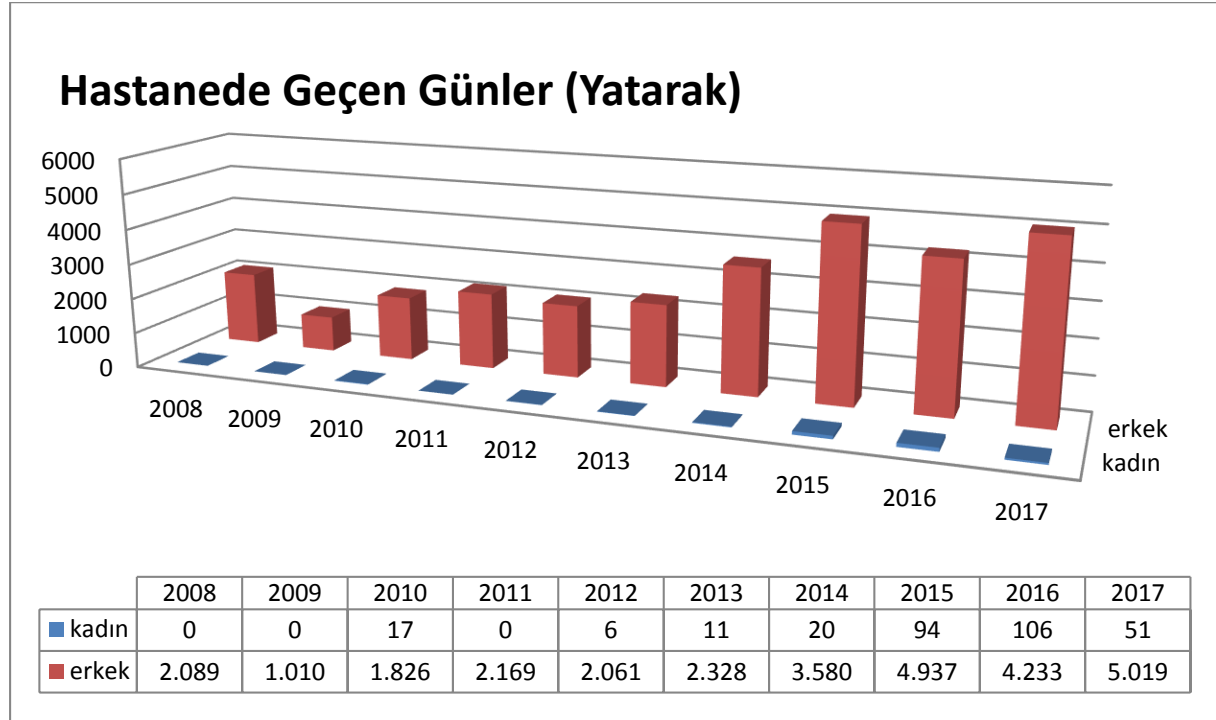
Şekil 3: Ana Metal Sanayi’nde Yıllara Göre İş Kazalarından Kaynaklı Ölümlerin Cinsiyete Göre Dağılımı

Ana Metal Sanayi sektöründe, iş kazalarından kaynaklı kadın çalışanların ölüm oranının sadece 2008-2010-2014 yıllarında 1’er adet olduğu, erkek çalışanlarda da yıllar arasında artan azalan bir durum seyrettiği, en az 2009 yılında, en fazla 2013 yılında kayıplar yaşandığı görülmektedir.



Şekil 4: Ana Metal Sanayi Sektöründe Yaşanan İş Kazalarında Ayakta Tedavilerde Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı

İş kazalarından dolayı iş gücü kayıpları yaşanmaktadır. Şekil 4 incelendiğinde, kayıp günlerin toplamının bir sene için yüzyıllar aldığı görülmektedir. Kadınlarda da erkeklerde de bu kayıp oranı yıllar geçtikçe artmıştır.



Şekil 5: Ana Metal Sanayi Sektöründe Yaşanan İş Kazalarında Hastanede Yatarak Geçen Sürelerin Cinsiyete Göre Dağılımı

İş kazaları nedeniyle hastanede geçen sürelerde yıllar içinde artış gözlenmektedir. Kadınlarda en fazla 2016 yılında, erkeklerde en fazla 2017 yılında yatarak tedavi gerçekleştiği Şekil 5'te görülmektedir.

Şekil 4 ve 5'i birlikte inceleyecek olursak; en fazla 2017 yılında kayıp olduğu görülmektedir.

Tablo 19'dan toplam iş kazası geçiren işçi sayısının 15.670 kişi olduğunu tekrar hatırlayıp, ayakta ve yatarak tedavilerde geçen toplam gün sayısı ile oranlarsak; 1 insanın, 2017 yılında, yaklaşık 14 yıla eşdeğer çalışma gücü kaybına neden olduğu görülmektedir.

Sadece, 2008 ile 2017 yılları arasında toplam; 1.268.002 gün yani 3.474 yıla eş değer bir iş gücü kaybı olmuştur.

4. TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ana Metal Sanayi, ülkemizde kapasitesi her yıl artan ve binlerce çalışana istihdam alanı yaratan bir sektördür. Sektör mavi yaka çalışan ağırlıklı olması sebebiyle, kadın çalışan istihdamı erkeklere göre daha az olmakta, bu nedenle kadın çalışanlarda iş kazaları oranları da az görülmektedir.

İş kazaları ve yol açtığı, daimi iş görmezlik, geçici iş görmezlik, ayakta ve hastanede yatarak geçen tedaviler ve ölüm oranlarından da anlayacağımız üzere yapılan iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları azaltıcı yönde etki etmemektedir.

Kazalardan korunmak ve risklerin oluşturduğu tehlikeleri yok etmek için, öncelikle kaynaktan önlem alınmalı ve/veya ikame durumuna gidilmelidir. Bunların sağlanamadığı koşullarda, kullanılan tüm makineler koruyucu ekipman ile donatılmalı ve çalışanlar, yapılan işe uygun, tam teşekküllü kişisel

koruyucu donanım kullanmalıdır. Periyodik kontroller ve interaktif eğitimlerle de sürdürülebilirlik sağlanmalıdır.

Şekillerdeki sonuçlardan, tesislerdeki sağlık ve güvenlik kurallarına uyumu arttırmak gerektiği, otoriter denetimlerin sıklaşması, iç denetimlerde yöntem geliştirme ve teknolojik imkânlardan daha fazla yararlanma gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bunun için;

- Tesiste yaşanan ramak kala olayları iyi gözlemleyip istatistik tutmak,
- Kök neden analizini atlamamak,
- Sık sık tehlike ve risk gözlemi yapmak ve bunlar hakkında çalışanları bilgilendirmek,
- İş izin sistemi oturtmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak,
- Saha denetimlerini rutin dışında da yapmak,
- Çalışanların interaktif katılımını sağlamak,
- Yönetimin interaktif katılımını sağlamak,
- Güvenlik kültürünün oturduğundan emin olmak,
- Makine ve ekipmanların periyodik kontrollerini takip etmek ve arızalı ekipmanı sahadan uzaklaştırmak,
- Kurum içinde İSG alanındaki davranış değişikliklerini izlemek ve nedenlerini araştırmak,
- Çalışılan alanların temiz ve düzenli tutulmasını sağlamak,
- Ses, ışık, sıcaklık gibi doğrudan etkileyen fiziksel faktörleri çalışana uygun şartlarda kullanmak ve kullandırmak,
- Rutinler dışında da tatbikat yapmak, tüm çalışanların ve yönetimin de katılımını sağlamak,
- Çalışanlara uygun kişisel koruyucu donanım tedarik etmek ve etkin kullanılmasını sağlamak,
- İletişim becerilerini geliştirmek,

gibi adımlar, zaten yapılan rutinlerle beraber (eğitim, periyodik kontrol, tatbikat, risk analizi vb.) özellikle üzerinde durulması gereken, iş kazalarının azalmasını sağlayacak, iş gücü kayıplarını da engelleyecek adımlardır.

KAYNAKLAR

- [1] Dökümcülük İş Kolunda İş Sağlığı ve Güvenliği/www.isguvenligi.net
- [2] 5. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi/İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Döküm Sektörünün İncelenmesi Bildirisi
- [3] Demir Çelik Sektöründe İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları- Kasım 2017/www.calismamevzuati.com
- [4] SGK İstatistik Yılları Tablo 16/1-2008
- [5] SGK İstatistik Yılları Tablo 17/1-2008
- [6] SGK İstatistik Yılları Tablo 16/1-2009
- [7] SGK İstatistik Yılları Tablo 17/1-2009
- [8] SGK İstatistik Yılları Tablo 1.3.1-2010
- [9] SGK İstatistik Yılları Tablo 1.3.2-2010
- [10] SGK İstatistik Yılları Tablo 1.3.1-2011
- [11] SGK İstatistik Yılları Tablo 1.3.2-2011
- [12] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1-2012
- [13] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.2-2012
- [14] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1/3.10/3.18-2013
- [15] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.4-2013
- [16] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1/3.10/3.18-2014
- [17] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.4-2014
- [18] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1/3.10/3.18-2015
- [19] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.4-2015
- [20] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1/3.10/3.18-2016
- [21] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.4-2016
- [22] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1.1/3.1.2/3.1.33-2017
- [23] SGK İstatistik Yılları Tablo 3.1.3-2017

**DÖKÜM İŞLERİNDE MESLEK HASTALIKLARININ YILLARA GÖRE
DAĞILIMININ İNCELENMESİ**
INVESTIGATION OF DISTRIBUTION OF OCCUPATIONAL DISEASES BY YEARS

Dilara DEMİR

Mersin Büyükşehir Belediyesi

Doc. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Teknoloji çağında ilerleyen Dünyadaki tüm sektörlerde çalışanlar çeşitli hastalıklara yakalanmaktadır. İnsan sağlığına olumsuz etkisi bulunan birçok etmen vardır. Bu nedenle; çalışanlar iş kazasına uğramakta ve meslek hastalığına yakalanmaktadır. Üretim, araştırma-geliştirme, hizmet, inşaat ve benzeri sektörlerde insanlar adeta bir makine gibi görülmektedir. Sosyal ve ekonomik sınıflandırma içinde kendine statü alanı yaratarak yaşam şekli oluşturmaya çalışmaktadır. Bu nedenle, işçi sağlığı ve güvenliği, tüm dünyada, fizyolojik ve psikolojik konularda önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan hakları, öneri, eleştiri ve denetim sistematığının gelişmediği, demokratik ve sosyal devlet kavramlarını yaşatmayan ülkelerde güvenlik ve sağlık kültürü ne yazık ki geri planda yer almakta, sömürü altında olan yerlerde söz konusu bile olamamaktadır.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinde temeli; çalışma yaşamında insanların sağlığına zarar verebilecek etkenlerin önceden yapılan araştırmalarla belirlenerek, yeterli ve gereken önlemlerin alınması, çalışanların her açıdan rahat ve güvenli bir çalışma ortamı yaratması, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik halinin sağlanmasına dayanmaktadır. Kısacası; insanların refahı içinde yaşaması için, fiziksel ve ruhsal sağlığı ile güvenliğinden ödün veren bir çalışma yaşamı anlayışı kabul edilemez.

Bu çalışmada; döküm işlerinde çalışanların kaç tanesinin meslek hastalığına yakalandığı, sektördeki iş gücü kaybını (gün olarak) ve yıllara göre değişimlerinin istatistiki verileri incelenecek, bu sayede işçi sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan çalışmaların ve yayınlanan yönetmeliklerin verimliliği ortaya çıkartılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Döküm işleri, Döküm sanayi, Ana metal sanayi, Meslek hastalığı, Ağır sanayi

ABSTRACT

In this age of advanced technology, workers in all sectors all over the world face a plethora of diseases. There are many factors that impact human health negatively. Consequently, employees suffer from work-related accidents and occupational diseases. People in production, research and development, service, construction and similar sectors are almost seen as machines. Social and economic classifications are creating new lifestyles and status.

In Turkey, like the rest of the world, work accidents and occupational diseases continue to take lives or inhibit passivity. In countries where human rights, dissent, criticism and control systems are not developed, and the concepts of democratic and social state do not exist, the security and health culture is unfortunately in the background and not even in the agenda.

The main objective in occupational health and safety is to determine the factors that can harm the health of people in the work place by examining the literature, taking necessary precautions, creating a comfortable and safe working environment in all respects, providing full physical, psychological and social well-being. In short, for the welfare of workers, a work life that compromises the physical and mental health and safety of workers cannot be adopted.

In this study, the occupational diseases, the loss of labour force (in days) and the dynamics in the statistics (in year) of the workers in the casting sector were studied, in order to improve regulations and efficiency on occupational health and safety.

Key Words: Casting, Casting industry, Main material industry, Occupational diseases, Heavy industry.

1. GİRİŞ

Çalışılan alanların ve proses yöntemlerinin ilkel ve elverişsiz yöntemleri, çalışanların sağlıklı yaşama ve çalışma hakkını tehdit etmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde koşulların işçi sağlığı ve güvenliği alanına yönelik de ilerletilmesi, bilimsel araştırmalarla risklerin doğru tespit edilmesi ve güvenlik kültürünün yerleştirilmesi ile iş kazalarının ve meslek hastalıklarının ortadan kaldırılması sağlanabilir.

Meslek hastalığı; çalışanın yaptığı işin niteliğinden veya iş yapış şeklinden maruz kaldığı, geçici veya daimi hastalık, fiziksel veya ruhsal özrürlük halleridir.[1] Sosyal Sigortalar Kanunu Sağlık İşlemleri Tüzüğü'ne ekli listede belirtilen meslek hastalıkları:

- A. Kimyasal maddelerle olan meslek hastalıkları,
- B. Mesleki cilt hastalıkları,
- C. Pnömonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları,
- D. Mesleki bulaşıcı hastalıklar,
- E. Fizik etkenlerle olan meslek hastalıkları

Olmak üzere 5 grupta toplanmıştır. [2]

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Ülkemizde Meslek Hastalıkları Hastaneleri, SSK tarafından, önce İstanbul’da, sonra Ankara’da ve daha sonra da Zonguldak’ta kurulmuştur. 2008 Ağustos ayına kadar yalnızca hastanelere mesleki hastalık tanısı koyma yetkisi verilmiş, daha sonra üniversite hastaneleri de dahil edilmiştir. [3]

Bütün meslek hastalıkları gerekli ve yeterli önlemler alındığında korunabilir hastalıklardır. İşverenlerin olduğu gibi çalışanların da yükümlülükleri vardır.

Dökümhaneler; ana metal sanayi faaliyetlerinin ağır bir kolu olarak kabul edilir. Büyük malzeme ve makinelerin bir yerden başka bir yere taşınması, sıcaklığı 1700-1800°C’yi bulan erimiş metaller sayesinde ortaya çıkan toz, duman, kokular, proseslerde kullanılan toksik ve aşındırıcı maddeler, hijyen, gürültü gibi fiziksel, kimyasal ve ergonomik etkenler işçinin sağlığı ve güvenliği açısından en mühim riskleri oluşturmaktadır. Üretimin devamlılığı açısından vardiyalı sistemlerle çalışmak yaygın görülmektedir. Çok tehlikeli iş sınıfına giren bu sektörde, iş kazaları kadar meslek hastalıklarına da sık rastlanılır.

Ana Metal Sanayi sektöründe karşılaşılan başlıca meslek hastalıkları; [4]

- Gürültüye bağlı işitme kayıpları
- Titreşime bağlı meslek hastalıkları
- Isı stresine bağlı rahatsızlıklar
- Radyasyon etkileri (katarakt, spermatogenez bozuklukları, lösemi, lenfoma vb.)
- Metallere bağlı meslek hastalıkları (kurşun, civa, kadmiyum, bakır ve bileşikleri, krom ve bileşikleri, kurşun ve bileşikleri vb.)
- Çözücüler-solventler (Benzen ve benzen türevleri)
- Gazlar (Karbonmonoksit, siyanür, hidrojen sülfür, azot oksitleri, kükürt dioksit, amonyak vb.)
- Asit ve alkaliler
- Akciğer hastalıkları
- Deri hastalıkları
- Mesleki kanserler (akciğer, deri, prostat vb.)
- Mesleki enfeksiyon hastalıkları (Siliko-tüberküloz vb.)
- Mesleki kas iskelet sistemi hastalıkları

Dünyada ve ülkemizdeki bazı büyük döküm tesislerinde işçi sağlığı ve güvenliği konusunda iyi örgütlenme örneklerine rastlayabilir, hiyerarşideki her çalışana güvenlik kültürünün sıklıkla aşılandığını ve tesisler içerisinde riskleri yok etmeye yönelik ciddi tedbirler alındığını gözlemleyebiliriz. Ancak orta ve küçük ölçekli işletmelerde, uygulaması daha kolay olmasına rağmen, sağlık ve güvenlik tedbirleri sık görülememektedir.

2019 yılında yapılan bu çalışmada, ülkemizde, döküm işlerinde çalışanların meslek hastalıkları sayısının yıllara göre değişimi incelenecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; 2008 ile 2017 yılları arasında, SGK'nın meslek hastalıklarına yönelik yayınladığı resmi kayıtlar kullanılacak olup, ana metal sanayi sektöründe rastlanan meslek hastalıkları sayısı ve toplam iş gücü kaybı incelenecektir.

Analizde kullanılacak veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 1: 2008-2017 Yılları Arasında Meslek Hastalığına Yakalanan Kişi, Daimi İş Görmezlik ve Ölen Kişi Sayısı

İŞ ALANI	YIL	MESLEK HASTALIĞINA YAKALANAN KİŞİ SAYISI			DAİMİ İŞ GÖRMEZLİK SAYISI			ÖLEN KİŞİ SAYISI		
		ERK EK	KAD IN	TOPL AM	ERK EK	KAD IN	TOPL AM	ERK EK	KAD IN	TOPL AM
ANA METAL SANAYİ	2008	8	8	8	4	0	4	0	0	0
	2009	25	0	25	2	0	2	0	0	0
	2010	26	0	26	3	0	3	0	0	0
	2011	18	0	18	8	0	8	0	0	0
	2012	6	0	6	13	0	13	0	0	0
	2013	4	0	4	0	0	0	0	0	0
	2014	6	0	6	0	0	0	0	0	0
	2015	29	0	29	0	0	0	0	0	0
	2016	16	0	16	0	0	0	0	0	0
	2017	49	0	49	0	0	0	0	0	0

SGK verilerine göre, ana metal sanayi sektöründe, meslek hastalığı tanısı konan kişi sayısı, en fazla 2015, en az 2013 yılındadır. Meslek hastalığı yüzünden daimi iş görmezlik sayısı en fazla 2012 yılında olup 2013 yılı ve sonrasında daimi iş görmezlik olmadığı görülmektedir. Yine 2013 yılından sonra meslek hastalığı tanılarının arttığı gözlemlenmektedir.

Aynı kayıtlardan, ana metal sanayi sektöründe meslek hastalığından ölüm yaşanmadığı da görülmektedir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

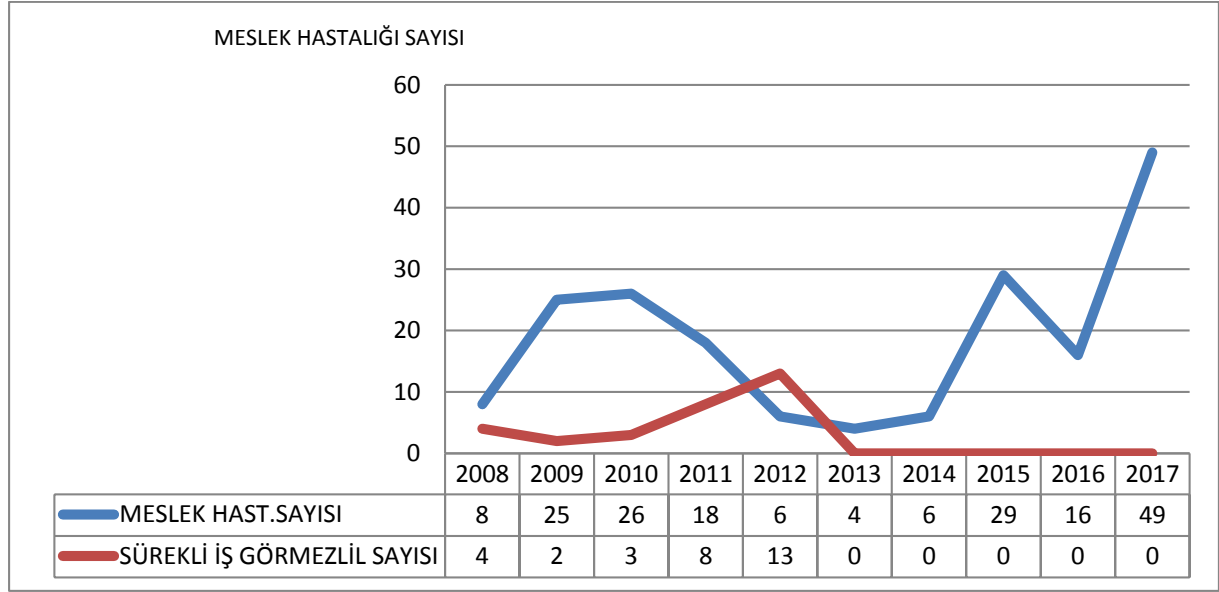
Tablo 2: 2008-2017 Yılları Arasında Meslek Hastalığına Yakalanan Kişilerde Ayakta ve Yatarak Tedavilerde Geçen Süreler

İŞ ALANI	YIL	AYAKTA TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)			HASTANEDE YATARAK TEDAVİLERDE GEÇEN SÜRE (GÜN)		
		ERKEK	KADIN	TOPLAM	ERKEK	KADIN	TOPLAM
ANA METAL SANAYİ	2008	614	0	614	40	0	40
	2009	2.797	0	2.797	1.010	0	1.010
	2010	519	0	519	218	0	218
	2011	352	0	352	203	0	203
	2012	109	0	109	38	0	38
	2013	18	0	18	45	0	45
	2014	45	0	45	13	0	13
	2015	1	0	1	16	0	16
	2016	0	0	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0	0	0

Tablo 2’ye bakıldığında, 2009 yılında, ayakta ve yatarak tedavilerde geçen sürelerin en fazla olduğu görülmektedir. 2010 yılı ve sonrasında bu sürelerin azaldığı ve 2016’da bittiği sonucuna varılabilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

SGK'nın 2008 ile 2017 yılları arasında yayınladığı verilerden Şekil 1 ortaya çıkmaktadır.



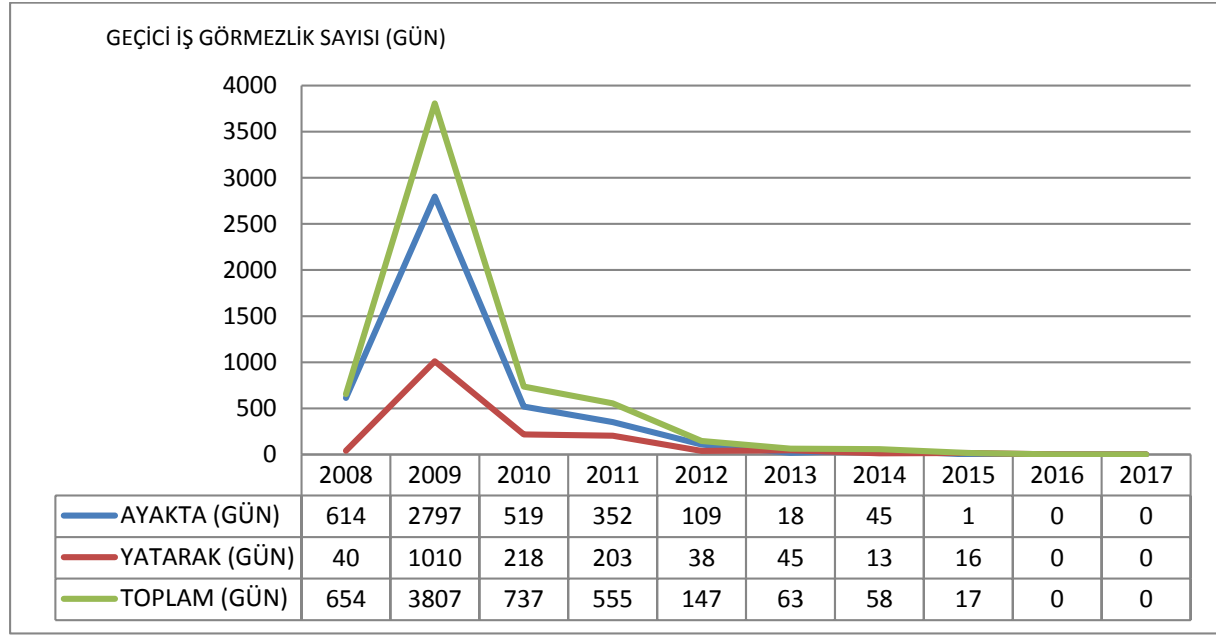
Şekil 1: 2008-2017 Yılları Arası Ana Metal Sanayi'nde Rastlanan Meslek Hastalıkları ve Meslek Hastalıklarından Kaynaklı Daimi (Sürekli) İş Görmezlik Sayısı

Şekil 1 incelendiğinde; meslek hastalıklarının sayısının 2008 ile 2010 yılları arası %225 arttığı, 2010 yılından sonra 2013 yılına kadar %550 azaldığı, 2014 yılından 2015 yılına geçerken bir anda %380 arttığı, 2016 yılında %81 azaldığı ve 2017 de son 10 yılın en fazla sayısına ulaşarak %206 arttığı gözlenmektedir.

Bilindiği üzere ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 30.06.2012 yılında Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Grafikte 2012 yılı sonrasında ilk 2 yıl vakaların az olduğu, meslek hastalığına bağlı sürekli iş göremezliklerin de kalmadığı görülmektedir. 2016 yılından sonraki ciddi artışın, meslek hastalıklarının bir anda ortaya çıkan vakalar olmadığını göz önünde bulunduracak olursak, verilerin biriken bir yanıt olarak döndüğü anlaşılabılır.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Meslek hastalığının tanı-tedavi sürecinde kaybolan iş günleri incelendiğinde;



Şekil 2: 2008-2017 Yılları Arası Ana Metal Sanayi’nde Meslek Hastalıklarından Kaynaklı Geçici İş Görmezlik Sayısı

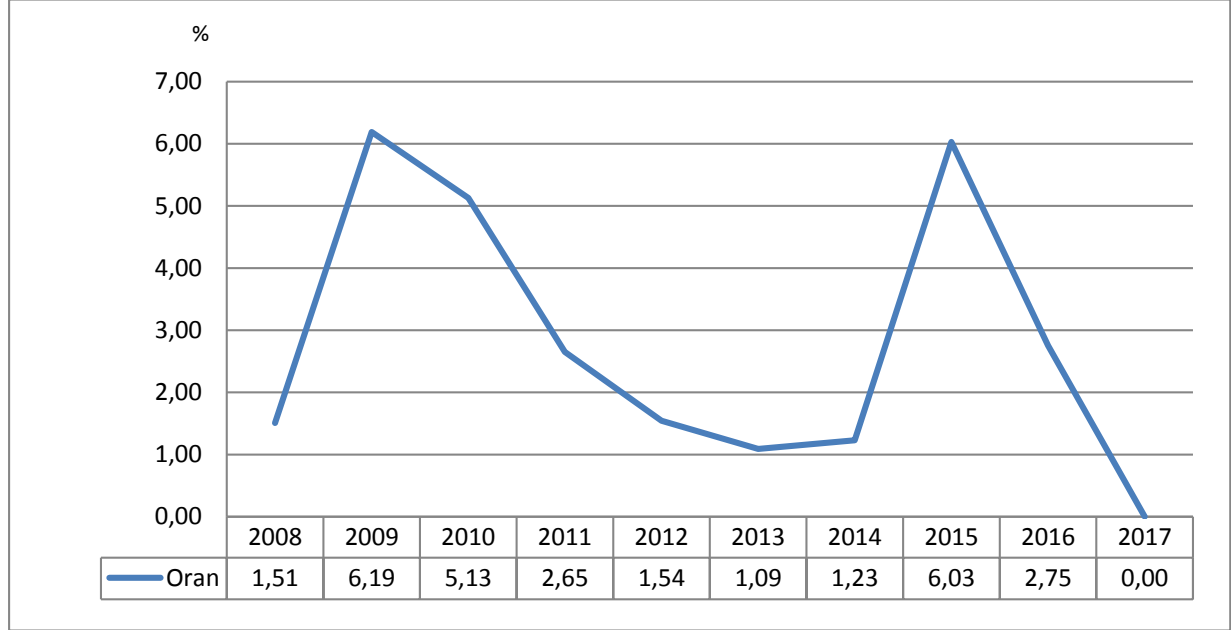
Geçici iş göremezliklerin en fazla 2009 yılında olduğu, bu yıla kadar %480 arttığı, 2010 ve sonrasında azalarak 2016 yılına kadar bittiği görülmektedir.

Tablo 3: Meslek Hastalıkları Sayılarında Ana Metal Sanayi ile Diğer Sektörlerin Toplamına Oranı

MESLEK HASTALIĞI SAYILARI				ORAN
YILLAR	ANA METAL SANAYİ	DİĞER	TOPLAM	%
2008	8	531	539	1,51
2009	25	404	429	6,19
2010	26	507	533	5,13
2011	18	679	697	2,65
2012	6	389	395	1,54
2013	4	367	371	1,09
2014	6	488	494	1,23
2015	29	481	510	6,03
2016	16	581	597	2,75
2017	0	22	22	0,00

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

SGK veri kayıtlarına göre, Ana Metal Sanayi ile diğer sektörlerin toplam meslek hastalığı sayısı karşılaştırılırsa; %6,19 ile en fazla 2009 yılında, %0 olarak da en az 2017 yılında olduğu Tablo 3’de ve Şekil3’te verilmiştir.



Şekil 3: 2008-2017 Yılları Arası Ana Metal Sanayi’nin Diğer Sektörlerin Toplam Meslek Hastalıklarına Oranı

Ayakta ve yatarak tedavilerde geçen süreler ile meslek hastalığına yakalanan kişi sayısının yoğun olduğu 2009 yılının bu konularda ortak payda olduğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye’de Ana Metal Sanayi sektörü üretim kapasitesi ve cirolar yıllar geçtikçe artmakta, binlerce çalışana da istihdam alanı sağlamaktadır. Tablo ve şekillere göre, 2012 yılında yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile başlatılan çalışmaların meslek hastalığı sayılarının düşmesine engel olmadığı, tedavilerde geçen gün sayılarını azalttığı anlaşılmaktadır.

İşçilerin maruz kaldığı fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik vb. etkenlerin her biri için limit değerlerler yönetmeliklerde belirtilmiştir. İş yeri ortamlarında bu limit değerler üzerine asla çıkılmamalıdır. Bunun için tehlikeleri kaynağında yok etmek, mümkün olmadığı durumlarda maruziyeti ortadan kaldırmak, en son çare olarak da kişisel koruyucu donanımlar ile çalışanlar korunmalıdır.

İşçi sağlığı ve güvenliğine dair yapılan yatırımlar kalkınmada önemli rol almakta, bu konuda da teknolojik gelişmelerden faydalanmak gerekmektedir. Proseslerin her aşamasında karşılaşılabilecek tehlike ve risklere karşı bütün tedbirler alındığında meslek hastalıklarının önüne geçilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Resmi Gazete/2006-06-16
- [2] Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü
- [3] Meslek Hastalıklarının Tarihçesi / www.marbleport.com
- [4] Türk Metal/Metal İş Kolunda Meslek Hastalıkları Dr. Buhara ÖNAL-2014
- [5] SGK İstatistik Yılları - 2008 Tablo:16/1
- [6] SGK İstatistik Yılları - 2008 Tablo :17/1
- [7] SGK İstatistik Yılları -2009 Tablo: 16/1
- [8] SGK İstatistik Yılları - 2009 Tablo: 17
- [9] SGK İstatistik Yılları - 2010 Tablo: 1.3.1
- [10] SGK İstatistik Yılları - 2010 Tablo: 1.3.2
- [11] SGK İstatistik Yılları - 2011 Tablo: 1.3.1/1
- [12] SGK İstatistik Yılları - 2011 Tablo: 1.3.2/1
- [13] SGK İstatistik Yılları - 2012 Tablo: 3.1/1
- [14] SGK İstatistik Yılları - 2012 Tablo: 3.2/1
- [15] SGK İstatistik Yılları - 2013 Tablo: 3.1/1
- [16] SGK İstatistik Yılları - 2013 Tablo: 3.5/1
- [17] SGK İstatistik Yılları - 2014 Tablo: 3.1/1
- [18] SGK İstatistik Yılları - 2014 Tablo: 3.5/1
- [19] SGK İstatistik Yılları - 2015 Tablo: 3.1/1
- [20] SGK İstatistik Yılları - 2015 Tablo: 3.5/1
- [21] SGK İstatistik Yılları - 2016 Tablo: 3.1/1
- [22] SGK İstatistik Yılları - 2016 Tablo: 3.5/1
- [23] SGK İstatistik Yılları - 2017 Tablo: 3.1.1
- [24] SGK İstatistik Yılları - 2017 Tablo: 3.1.4

KAYNAK İŞLERİNDE RİSK GÖZLEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
COMPARISON OF RISK OBSERVATIONS IN WELDING WORKS

Dilara DEMİR

Mersin Büyükşehir Belediyesi

Doc. Dr. N. Filiz Tumen ÖZDİL

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Ülkemizde, sanayileşmenin başlaması ve yatırımların artması ile işçi sağlığı ve güvenliğine dair konular çeşitli iş yasaları ile gündeme gelmiş, Avrupa Birliği'ne uyum sürecinin de etkileriyle, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 2012 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ile beraber; işveren, çalışan, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi yükümlülükleri de ortaya çıkmıştır. Yönetmeliklerin içerdiği tüm çalışmalar, tehlike sınıfı ve yapılan işlere göre ayrılmış, iş kazaları ve meslek hastalıklarından korunmayı, işi çalışana uygun hale getirerek iş gücü kaybını azaltmayı amaçlamıştır. Kalkınmanın, gelişmiş ülke olma yolunun sağlıklı iş alanlarından geçtiği de ayrı çalışmalarla ispatlanmıştır. Yıllar içinde biriken, iş kazaları ve meslek hastalıkları resmi kayıt verileri hangi alanların geliştirilmesi, nerelere dikkat edilmesi gerektiğine de ışık olmuştur. Kaynak işlerinin çeşitliliği, ülke genelindeki çalışanlarının küçümsenmeyecek sayıda oluşu, özel olarak bu alanda da işçi sağlığı ve güvenliğine yönelik standartlar oluşturmayı gerektirmiştir. Mesleki yeterlilik belgesi almadan çalışamayacak kaynak işçileri, düzenli sağlık kontrolleri ve eğitimlerle interaktif olarak İş Sağlığı ve Güvenliği konusu içinde tutulmaktadır. Bu çalışmada, kaynak işlerinde çalışan işçilerin ve danışmanlığını yapan iş güvenliği uzmanlarının İSG gözlemleri karşılaştırılarak bakış açılarının kıyaslanması hedeflenmiştir. Ayrı firmalarda çalışan kaynak işçilerine ve bu sektörde çalışan iş güvenliği uzmanlarına yapılan anket ile değerlendirme yapılmıştır. Bu sayede, kaynak işlerindeki risk tespitlerinde, çalışan ve gözlemleyen arasındaki farklar ortaya çıkartılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kaynak işleri, Kaynak işlerinde risk, Risk değerlendirmesi, Risk gözlemleri.

ABSTRACT

In our country, Turkey, the beginning of industrialization and the increase in investments and the issues related to worker's health and safety have come into the agenda with various labor laws. The Law on Occupational Health and Safety No. 6331 came into force in 2012 with the impact of the harmonization process to the European Union. With this law, employer, employee, occupational safety expert and occupational physician obligations have emerged. All the works included in the regulations are aimed at reducing the loss of labor by making it suitable for occupational accidents and occupational diseases. It has also been proven by separate studies that development is the way to become a developed country

through healthy business investments. The official registered data on occupational accidents and occupational diseases, which have accumulated over the years, has thrown light on areas which should be developed and where attention should be paid. Variety of welding works, the low number of employees throughout the country, specifically required standards for workers' health and safety in this area.

Resource workers who cannot work without obtaining a vocational qualification certificate are kept as subjects of Occupational Health and Safety (OHS) interactively with regular health controls and trainings. In this study, the aimed is to compare the points of view of the workers working in the welding works and the OHS observations of the occupational safety experts.

A survey was conducted with the help of a questionnaire on welding workers working in separate firms and the occupational safety experts working in this sector. As a result, the differences between the employee and the observer were revealed in the risk assessments of the welding works.

Key Words: Welding, Risk in welding sector, Risk evaluation, Risk observations.

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan kategorisinde değerlendirilen ülkemizde, metal sektöründeki üretim faaliyetlerinin artması sonucu kaynaklı işlerde istihdam da artmıştır. Kaynak; içerdiği kalite ve maliyet özellikleri nedeniyle üreticiler için yaygın kullanılan bir yöntemdir. Amacına göre; birleştirme ve dolgu kaynağı olarak 2'ye ayrılır[1]. Yöntem olarak da; ergitme kaynakları ve basınç kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır[2]. Elektrik Ark Kaynağı, Gazaltı Kaynağı, Tozaltı Kaynağı, Oksi-Asetilen Kaynağı, Elektrik Direnç Kaynağı, Enerji Işın Kaynakları, Katı Hal Kaynak Yöntemleri başlıca uygulama yöntemleri arasında sıralanabilir[3].

Çeşitlilik ve uygulama sıklıkları birçok tehlike ve risk faktörünü ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle; iş yerlerinde, tehlike kaynağına ve çalışılan ortama yönelik tedbirler ile çalışanların yeterlilik sınavlarından geçmesi de önemli olmuştur. 7 Ekim 2006'da Resmi Gazete'de yayınlanan 5544 sayılı Mesleki Yeterlilik Kurumu Kanunu ile başlayan süreç, Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın 25/05/2015 tarihinde yayımlamış olduğu ilk tebliğ ile, MYK Mesleki Yeterlilik Belgesi olmayan kişiler çalıştırılmayacağı resmi olarak bildirilmiştir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Kaynak Operatörleri'nin belge zorunluluk tarihi 26.05.2016 [4] olarak açıklanmış, kanun kapsamında belgesiz işçilerin çalıştırılması yasaklanmıştır.

29.12.2012'de Resmi Gazete'de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre işveren risk değerlendirmesini yapmak veya yaptırmak ile yükümlüdür. Yine aynı yönetmelikte belirtilen Risk Değerlendirme Ekibi ile tehlike gözlemleri yapılarak risk tespitleri yapılmakta ve çalışanlarla paylaşılmaktadır.

Riskleri tespit etmek için öncelikle tehlikeler belirlenir ve önem sırasına göre derecelendirilir. Bütün çalışma yöntemlerinde olduğu gibi, kaynak işlerinde çalışmalarda da risk denetimi hiyerarşisi sırasıyla; elimine etme (yok etme), ikame etme, ortama yönelik korunmalar (yalıtım/izolasyon vb.) ve kişisel korunma olarak sıralanmaktadır. Kaynak işlerinde karşılaşılan tehlikeler, elektrik çarpması, yangın ve patlamalar, zararlı ışınlar, gürültü, ergonomik risk faktörleri, duman ve gazlar olarak sıralanabilir [5]. Görüldüğü üzere, tehlikelerin hemen hemen hepsi, hayati risk veya kalıcı hasara neden olacak tarzdadır. Dolayısıyla sıkı gözlem ve denetim gerektirmektedir. Bazı işletmelerde, sıcak işlerde çalışma adı altında

kaynak işleri için özel çalışma izin formu doldurulur. Kısım (bölüm) şeflerinin izinleri dahilinde çalışma başlatılır. Bu sayede çalışılan yerde yapılan farklı işlerin birbirinden etkilenmesi de engellenmiş olur.

Denetim çalışmalarına başka bir örnek olarak; günlük kontrol rutinlerinde, kaynak operatörüne makine-ekipman kontrolü yaptırılır ve uygun olduğuna dair form İş Güvenliği Uzmanı tarafından doldurulup operatöre imzalatılır. Uygun olmayan makine-ekipman ile çalışma başlatılamaz. Kişisel koruma donanımlarının etkin kullanılması kaynak işlerinde atlanamayacak kurallardandır. Kaynak gözlüğü, kaynak eldiveni, kaynak elbisesi, kaynak maskesi ve iş ayakkabıları yapılan işe uygun standartlarda temin edilerek işçiye teslim edilir. Gruplu çalışmalarda da yine işe başlamadan önce kısa bir toplantı ile yapılacak işe dair konuşmalar yapılarak dikkat edilmesi gereken risklere vurgu yapılır.

Kontrol rutinleri, günlük, haftalık, aylık ve yıllık planlanarak genel durum değerlendirmesi yapılır. Gerekli durumlarda (ramak kala yaşanması, yeni makine alımı, iş yeri ortamı değiştirilmesi vb.) risk değerlendirmesi gözden geçirilir, revize edilir veya işyeri tehlike sınıfına göre yasal periyot (çok tehlikeli sınıf: 2 yılda 1, tehlikeli sınıf: 4 yılda 1, az tehlikeli sınıf: 6 yılda 1 risk değerlendirmesini yenilemelidir [6].) dolmuş ise yeniden hazırlanmalıdır.

2019 yılında yapılan bu çalışmada Risk Değerlendirme Ekibi arasında olan; çalışan ile iş güvenliği uzmanı arasındaki risk gözlem farklılıkları araştırılmış, riskleri azaltıcı yönleri saptamada kimlerin daha etkin olduğu araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında; Adana ve çevre illerinde bulunan, kaynak yöntemi ile çalışma yapan 4 adet iş yerindeki 22 adet kaynak operatörlerine ve kaynak yöntemi ile iş yapan iş yerlerine danışmanlık yapan 21 adet iş güvenliği uzmanının görüşü alınmıştır. Kaynak işlerinde çalışanlara 18, danışman olan iş güvenliği uzmanlarına 17 sorudan oluşan iki ayrı anket uygulanmıştır. Anket sorularının ilk 3'ü kişiyi tanımaya yöneliktir. 4.,5.,6., ve 7. sorular tecrübe ve çalışma saatlerine yönelik sorulardır. 8., 9., 10., 11., 12.,13.,14.,15., ve 16. sorular tehlike, risk ve ramak kala olay gözlemleri, izinleri ve çalışırken kullanılan kişisel koruyucu donanım kullanım sıklığına aittir. 17. ve 18. sorular da iş kazası veya meslek hastalığı gözlemlerinin verilerine aittir. Anket sorularının taslağı aşağıdadır.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 1: Uygulamada Kullanılan Kaynak Operatörü Anketi

KAYNAK OPERATÖRÜ
<i>Aşağıdaki sorularda, size uygun olan sadece 1 adet seçeneği işaretleyiniz.</i>
1. Ait olduğunuz yaş kategorisini seçiniz.
a)18-24 b)25-32 c)33-40 d)41-49 e)50 ve üstü
2. Eğitim durumunuzu seçiniz.
a)İlkokul b)Ortaokul c)Lise d)Üniversite e)Yüksek Lisans f)Hiçbiri
3. Haftalık ortalama kaç saat çalışıyorsunuz? (Mola süreleri hariç)
a)30-35 saat b)36-45 saat c)46-70 saat d)70 saat ve üstü
4. Günlük ortalama kaç saat çalışıyorsunuz? (Mola süreleri hariç)
a)5-7,5 saat b)8-11 saat c)12-16 saat d)16 saat ve üstü
5. Kaynak işleri ile ilgili yapılan işlerde gece vardiyasına kalırım.
a)Hiç b)Haftada bir c)Haftada bir kaç d)Ayda bir e)Ayda birkaç f) Sürekli
6. Kaynak operatörlüğü deneyimim (tecrübem) aşağıda seçtiğim aralıktadır.
a)0-6 ay b)7 ay-1 yıl c)1-3 yıl d)3-7 yıl e)7 yıl ve üstü
7. Çalışma alanımı iş öncesi ve sonrası temizlerim.
a)Hiç b)Her gün c)Haftada bir d)Haftada birkaç e)Ayda bir f)Ayda Birkaç
8. Çalıştığım yerde tehlike fark ettiğimde durumu amirimle paylaşıyorum.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
9. 1'den fazla Ramak Kala Olay yaşadım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
10. Gördüğüm Ramak Kala Olayı amirime bildiririm.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
11. Yaşadığım Ramak Kala Olayı amirime bildiririm.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
12. Kaynak işlerinde çalışırken eldivenlerimi ve iş elbisemi kullanırım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
13. Kaynak işlerinde çalışırken gözlük-maske kullanırım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
14. Kaynak işlerinde çalışırken kulaklık kullanırım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
15. KKD'lerimin tamamı (elbise, gözlük, maske, kulaklık, eldiven, ayakkabı)
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
16. İş iznim olmadan işe başlamam.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
17. Kaynak işlerinde çalışırken iş kazası yaşadım.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü
18. Kaynak işlerinde çalışırken mesleki bir hastalığa yakalandım.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 2: Uygulamada Kullanılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Anketi

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UZMANI
<i>Aşağıdaki sorularda, size uygun olan <u>sadece 1 adet seçeneği</u> işaretleyiniz.</i>
1. Ait olduğunuz yaş kategorisini seçiniz.
a)18-24 b)25-32 c)33-40 d)41-49 e)50 ve üstü
2. Eğitim durumunuzu seçiniz.
a)Ön Lisans b)Lisans c)Yüksek Lisans d)Doktora
3. Haftalık ortalama kaç saat çalışıyorsunuz?
a)30-35 saat b)36-45 saat c)46-70 saat d)70 saat ve üstü
4. Günlük ortalama kaç saat çalışıyorsunuz?
a)5-7,5 saat b)8-11 saat c)12-16 saat d)16 saat ve üstü
5. Danışmanlığımı yaptığım iş yerinde gece vardiyasına kalırım.
a)Hiç b)Haftada bir c)Haftada birkaç d)Ayda bir e)Ayda birkaç f) Sürekli
6. İş sağlığı ve güvenliği danışmanlığı deneyimim aşağıda seçtiğim aralıktadır.
a)0-6 ay b)7 ay-1 yıl c)1-3 yıl d)3-7 yıl e)7 yıl ve üstü
7. Kaynak yöntemi ile çalışan iş yeri danışmanlığım aşağıda seçtiğim aralıktadır.
a)0-6 ay b)7 ay-1 yıl c)1-3 yıl d)3-7 yıl e)7 yıl ve üstü
8. Danışmanlığımı yaptığım yerde tehlike gözlemleri yaparım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
9. Danışmanlığımı yaptığım yerde kaynak işleri ile ilgili risk gözlemleri yaparım.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
10. Kaynak işlerinde çalışanlarda ramak kala olay gözlemledim.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
11. Kaynak işlerinde çalışanlarda gözlemlediğim ramak kala olayı işverene bildirdim.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
12. Kaynak ile çalışma yapılan yerlerde risk analizi yaptım.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü
13. Kaynak ile çalışma yapılan yerlerde risk analizi revize ettim.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü
14. Kaynak işlerinde çalışanlarda KKD siz çalışma yapılmasına izin vermem.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
15. Kaynak işlerinde çalışanlara iş izni olmadan işe başlanmasına izin vermem.
a)Hiç b)Bazen c)Sıklıkla d)Çok sık
16. Kaynak ile yapılan işlerde iş kazası gözlemledim.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü
17. Kaynak işlerinde yaşanan iş kazalarında kök neden analizi yaptım.
a)Hiç b)1-3 kez c)4-6 kez d)7 ve üstü

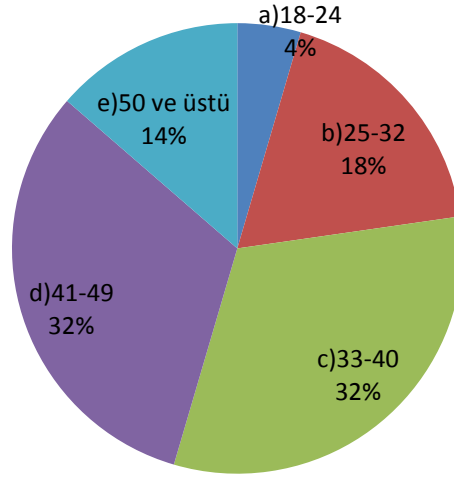
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda paylaşılmıştır.

Çalışma 2 farklı grup arasında yapıldığı için, öncelikle Kaynak Operatörleri'ne uygulanan anketin sonuçları paylaşılacaktır.

3.1. Kaynak operatörleri anket sonuçları

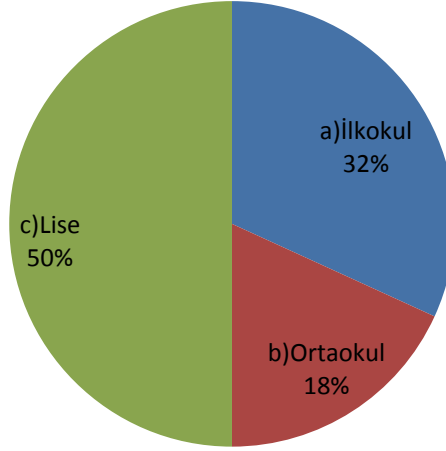
a) Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi'ne katılanların yaş grupları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Ankete katılanların yaş kategorisi

Görüldüğü üzere; katılımcıların %32'si 33-40, %32'si 41-49, %18'i 25-32 yaş arasında ve %14'ü 50 yaş üstündedir.

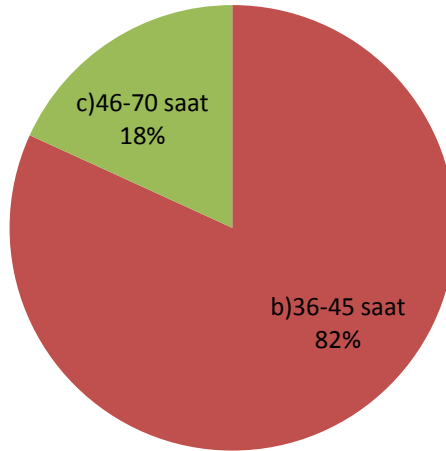
b) Katılımcıların eğitim durumlarına göre dağılımları Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2: Katılımcıların Eğitim Durumu

Katılımcıların %50’si Lise mezunu, %32’si İlkokul ve %18’i de Ortaokul mezunudur.

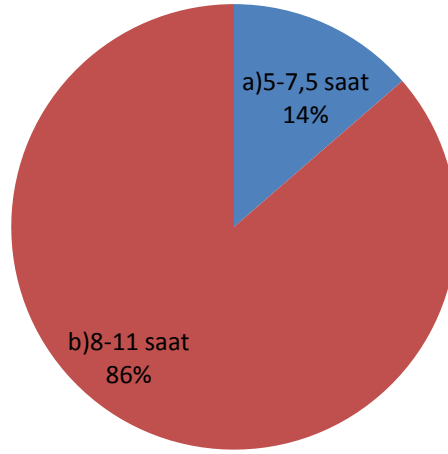
c) Kaynak işlerinde çalışanların haftalık çalışma saatleri dağılımı Şekil 3’te sunulmuştur.



Şekil 3: Kaynak İşlerinde Çalışanların Haftalık Çalışma Saatleri Dağılımı

Katılımcıların, %82’si haftalık ortalama 36-45 saat, %18’i ise 46-70 saat çalışmaktadır. Mola süreleri hariç tutularak yanıt verilmeleri istenmiştir. Bu sonuç, Kaynak işlerinde çalışma yönetmeliğine göre uygun çalışma saatlerine sadık kalındığını göstermektedir.

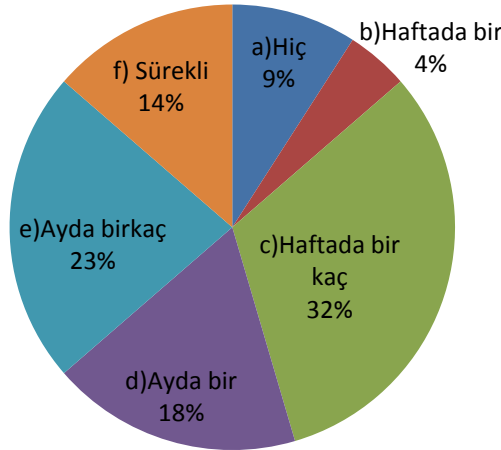
d) Katılımcıların günlük çalışma saatleri dağılımı Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4: Kaynak İşlerinde Çalışanların Günlük Çalışma Saatleri Dağılımı

Bir önceki sorunun teyidi amacıyla sorulan bu soruda katılımcıların; %86'sının 8-11 saat, %14'ünün de 5-7,5 saat çalıştığını görüyoruz. Yine, mola süreleri hariç tutularak yanıt vermeleri istenmiştir. Yanıtların çoğunluğuna göre, yasal süreye (günlük en fazla 7,5 saat) sadık kalınmadığı gözlemlenmektedir.

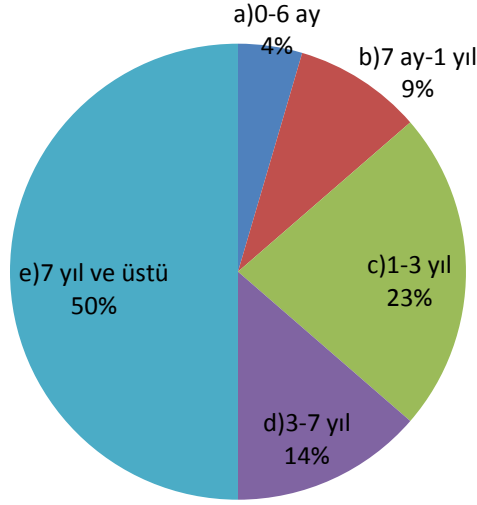
e) Katılımcıların gece vardiyalarında çalışmalarına yönelik araştırma Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5: Kaynak İşlerinde Çalışanların Gece Vardiyasına Kalma Dağılımları

Katılımcıların, %32'si haftada birkaç kez, %23'ü ayda birkaç kez, %18'i ayda 1 kez, %14'ü sürekli, %9'u hiç, %4'ü de haftada bir kez gece vardiyasına kaldığını belirtmiştir. Bu sorudan elde edilen veriler genel değerlendirme içinde kullanılacaktır. Zira, dağılım sıklığı net bir teori üretmek için yeterli değildir.

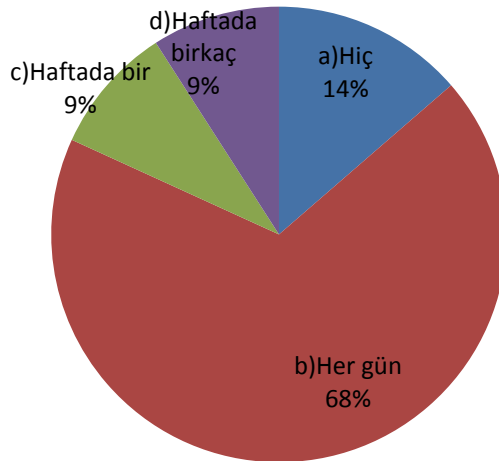
- f) Kaynak işlerinde çalışan katılımcıların kaynak operatörlüğü deneyimleri sorulmuş, sonuçlar Şekil 6’da paylaşılmıştır.



Şekil 6: Kaynak İşlerinde Çalışan Katılımcıların İş Tecrübesi Dağılımları

Kaynak işlerinde çalışanların, %50’sinin 7 yıl ve üstünde, %23’ünün 1-3 yıl arasında, %14’ünün 3-7 yıl arasında, %9’unun 7 ay-1 yıl arasında, %4’ünün de 0-6 ay arasında tecrübeye sahip olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların yarısının 7 yıl üstünde tecrübeye sahip olması bu işte yeterli tecrübeye sahip olduklarını belirtmektedir. Risk gözlemlerinde tecrübe süreleri de önemli bir parametre olup, bu veri genel değerlendirme içinde kullanılacaktır.

- g) Kaynak işlerinde çalışan katılımcılara çalışma alanlarını temizleme sıklığını belirtmelerini istedik ve Şekil 7’de sonuçları inceledik.

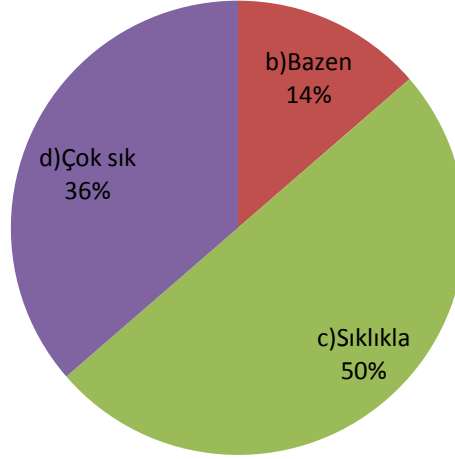


Şekil 7: Anket Katılımcılarının Çalışma Yerlerini Temizleme Sıklığı

Şekilde de görüldüğü üzere, katılımcıların, %68’i her gün, %14’ü hiç, %9’u haftada birkaç defa, %9’u da haftada bir çalışma alanlarını temizlemektedir. Risk oluşturan tehlikelerin birçoğunun çalışma alanının düzenli ve temiz tutulmamasından da kaynaklandığı bilinmektedir. İş

başlamadan önce yapılan kontrollerde çalışma sahasının temiz olması bölüm amirleri tarafından denetlenip, iş izni verilmelidir.

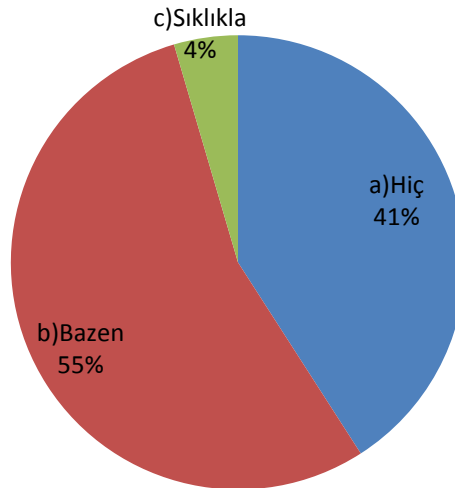
- h) **Kaynak operatörlerinin çalıştıkları bölgede gözlemledikleri tehlikeleri amirleri ile paylaşma sıklıkları Şekil 8’de gösterilmiştir.**



Şekil 8: Kaynak Operatörleri’nin Tehlike Gözlemlerini Paylaşma Sıklığı

Katılımcıların, %50’si sıklıkla, %36’sı çok sık, %14’ü de bazen tehlike gözlemlerini paylaştıklarını belirtmiştir. Burada dikkat çeken nokta, hiçbir katılımcının “Hiç” seçeneğini işaretlememiş olup, mutlaka bildirdiğini beyan ettiğini görmekteyiz.

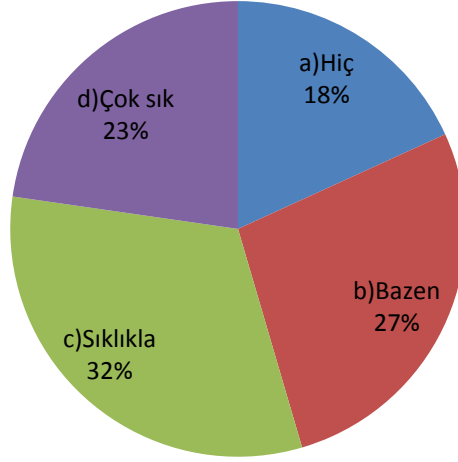
- i) **Katılımcıların yaptıkları işe dair Ramak Kala Olay yaşayıp yaşamadığını ve hangi sıklıkta yaşadıklarını Şekil 9’da inceledik.**



Şekil 9: Katılımcıların Ramak Kala Olay Yaşama Sıklığı

Kendilerine en uygun seçeneği işaretleyen katılımcıların; %55’i bazen, %41’i hiç, %4’ünün de sıklıkla ramak kola olay yaşadığını beyan etmiştir.

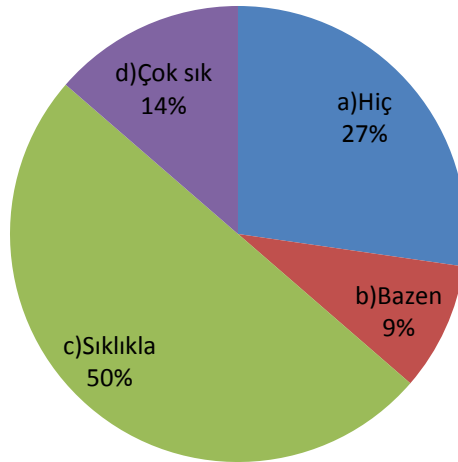
- j) Kaynak operatörlerinin, gördüğü ramak kala olayları amirleri ile paylaşma sıklıklarını da Şekil 10’da inceledik.



Şekil 10: Katılımcıların Gördükleri Ramak Kala Olayları Amirlerle Bildirme Sıklığı

Katılımcıların; %32’si sıklıkla, %27’si bazen, %18’i de hiç, %23’ü çok sık olarak ramak kala olayı amiri ile paylaştığını belirtmiştir. Ancak; yapılan diğer araştırmalarda gördüğümüz, yaşanan ramak kala olayların amirlerle paylaşılma sıklığı çok azdır ve bu yüzden risk saptamaları yapmakta zorlanılmaktadır. Ramak Kala Olay beyanlarını sözlü, yani yazısız, yapmak da belirlenemeyen riskler oluşmasına neden olmaktadır.

- k) Kaynak işlerinde çalışanların, yaşadığı ramak kala olayları amirleri ile paylaşma sıklıkları Şekil 11’de incelenmektedir.

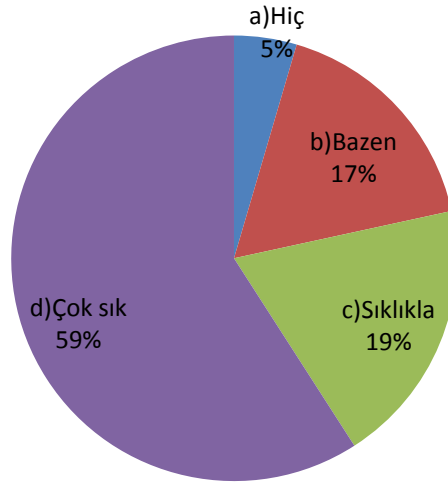


Şekil 11: Katılımcıların Yaşadıkları Ramak Kala Olayları Amirlerle Bildirme Sıklığı

Bir önceki soruda gözlemledikleri ramak kala olayları paylaşma sıklığını incelemiştik, bu soruda, katılımcıların kendi yaşadıkları ramak kala olayları paylaşma sıklığını inceliyoruz. Katılımcıların; %50'si sıklıkla, %27'si hiç, %14'ü çok sık, %9'u da bazen yaşadığı ramak kala olayı amiri ile paylaştığını beyan etmiştir.

9.,10. ve 11. Sorulardan elde ettiğimiz veriler bize, çalışanların Ramak Kala Olay'ı çoğunlukla hiç yaşamadığını veya bazen yaşadığını, bu yaşananlardan da daha çok kendi yaşadıklarını amirlere beyan ettikleri anlaşılmaktadır.

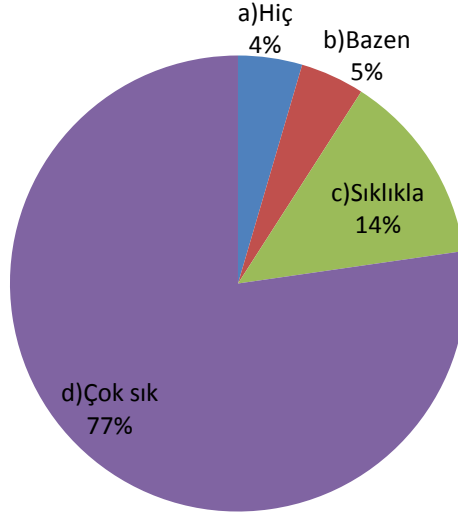
İ) Anketimizdeki, 12., 13., 14. ve 15. Sorular kaynak işlerinde çalışırken kullanılması gereken Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanma sıklığına yöneliktir. Sorulardan elde edilen veriler birleştirilmiş olup, Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12: Katılımcıların KKD Kullanarak Çalışma Sıklığı

Gözlük, maske, kulaklık, eldiven, elbise ve ayakkabı kullanarak çalışma katılımcılar tarafından, %59 oranı ile 'Çok Sık' olarak beyan edilmiştir. %19'u sıklıkla, %5'i hiç, %17'si de bazen kişisel koruyucu donanımları tam olarak çalıştığını belirtmiştir.

- m) Kaynak işleri ile çalışmaya başlamadan önce iş izni alınması ortak çalışma sahalarında önem arz etmektedir. Katılımcıların iş izni olmadan çalışmaya verdikleri yanıtların verisi Şekil 13’de incelenmektedir.

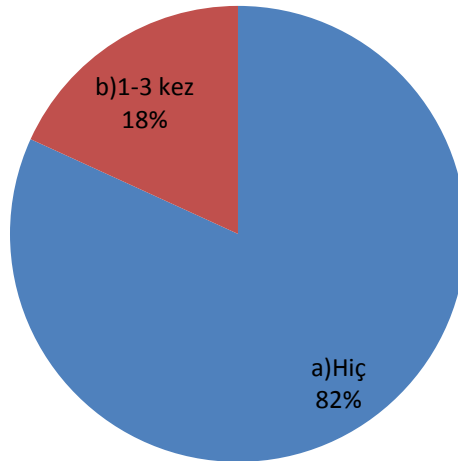


Şekil 13: Kaynak İşlerinde Çalışanların İş İzni Alma Sıklığı

Soru: “İş iznim olmadan işe başlamam.”

Katılımcıların; %77’si çok sık, %14’ü sıklıkla, %5’i bazen, %4’ü de hiç iş izni olmadan işe başlamadığını beyan etmiştir.

- n) Katılımcıların, kaynak işlerinde çalışırken, yaşadıkları iş kazası sayıları Şekil 14’de gösterilmiştir.



Şekil 14: Kaynakla Çalışma İşlerinde Katılımcıların İş Kazası Sayısı

Kaynakla çalışma işlerinde sahalarda gözlemlenen en basit iş kazası, ihmalkarlık olarak da adlandırılabilir, maskesiz çalışmalarda, kaynak ışınlarından oluşan göz kızarıklığıdır. Ancak; bu durum tanıma göre iş kazası olmasına rağmen, genelde iş kazası sınıfına alınmamaktadır. Bu

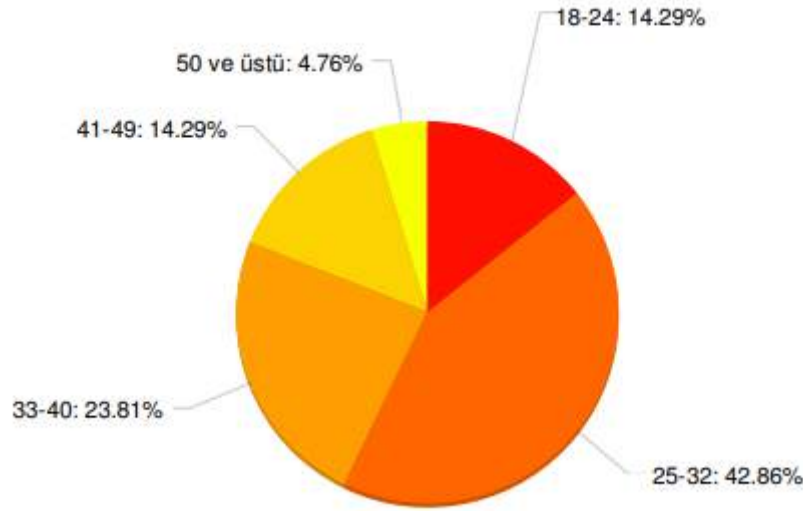
nedenle katılımcıların çoğu iş kazası yaşamadığını ya da 1-3 kez aralığında yaşadıklarını beyan etmişlerdir.

- o) Kaynak işlerinde çalışanlarda, solunan gazlardan dolayı, ağır akciğer rahatsızlıklarına rastlanmaktadır. Anketimizin son sorusu olan, kaynak işlerinde çalışırken meslek hastalığı olup olmadığını sorduğumuz katılımcıların %100 hiç yaşamadığı yanıtını vermiştir. Ancak TÜİK verilerinde de kayıtlarını görebileceğimiz, bu tarz çalışmalara bağlı olarak gelişen, Öksürük-Dispne- Rinit, SFT Anormallikleri, Metal Dumanı Ateşi, Kimyasal Pnömani, Kaynakçı Pnömokonyozu, Diğer Akciğer Fibrozisleri (berilyozis, kobalt akciğeri), Akciğer Kanseri, KOAH ve Astım gibi hastalıkların oluştuğu gözlemlenmektedir.[7]

3.2.İş sağlığı ve güvenliği uzmanları anket sonuçları

Bu grubun anketi online olarak yapılmış olup, otomatik hesaplanan verilerden yararlanılmıştır.

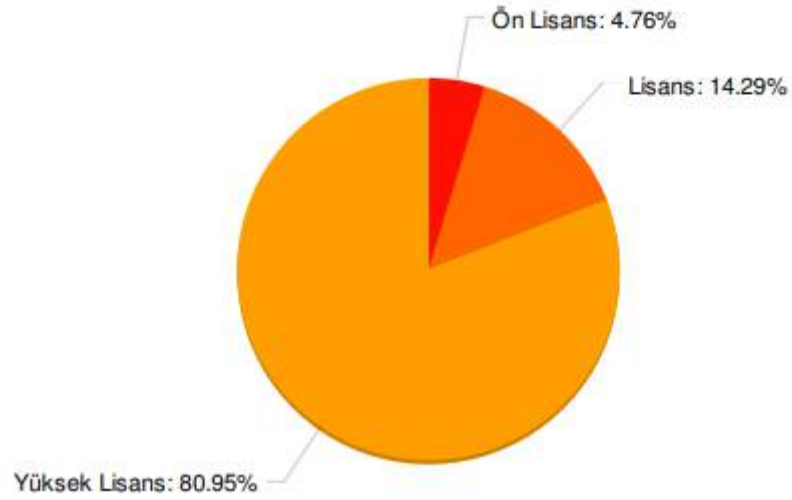
- a) **Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi’ne katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları’nın yaş grupları Şekil 15’te verilmiştir.**



Şekil 15: Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi’ne Katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları’nın Yaş Grupları

Katılımcıların; yaklaşık, %43’ü 25-32 yaş, %24’ü 33-40 yaş, %14’ü 41-49 yaş, %14’ü 18-24 yaş arasında, %5’i de 50 yaş ve üstündedir.

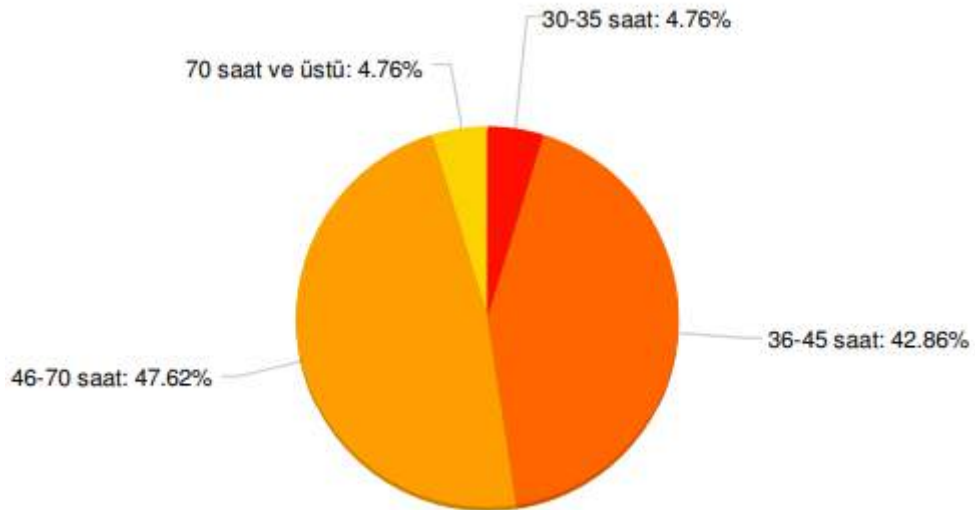
- b) **Katılımcıların eğitim durumlarına göre dağılımları Şekil 16’da gösterilmektedir.**



Şekil 16: Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi'ne Katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları'nın Eğitim Durumları

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı olan katılımcıların mezun oldukları okulları sorulduğunda, yaklaşık, %81'inden Yüksek Lisans, %14'ünden Lisans, %5'inden de Ön Lisans yanıtı alınmıştır.

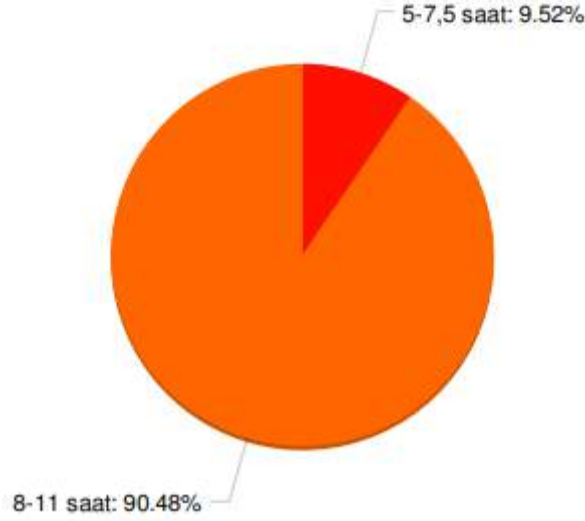
- c) Anketimize katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları'nın haftalık çalışma saatleri dağılımı Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17: Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi'ne Katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları'nın Haftalık Çalışma Saatleri

Katılımcıların; yaklaşık, %48'i 46-70 saat, %43'ü 36-45 saat arası, %5'i 30-35 saat ve %5'i de haftalık 70 saat ve üstü çalıştığını belirtmiştir.

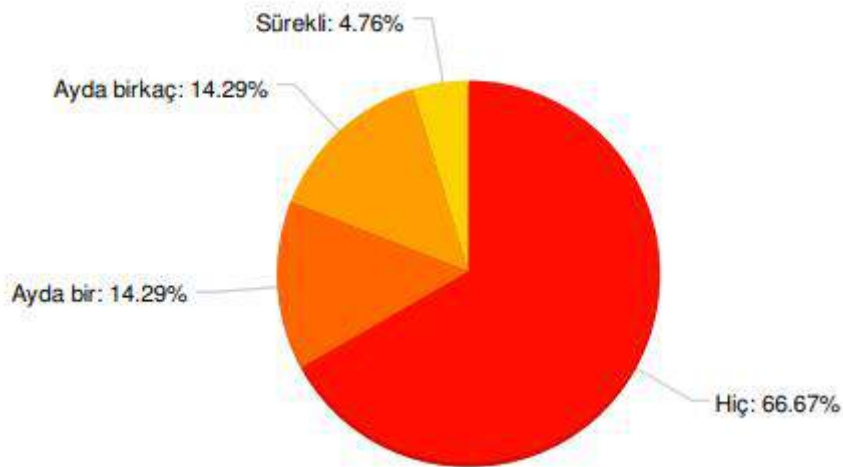
- d) Anketimize katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları'nın günlük çalışma saatleri dağılımı Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18: Kaynak İşlerinde Risk Gözlemleri Anketi'ne Katılan İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları'nın Günlük Çalışma Saatleri

Katılımcıların; yaklaşık, %90'ı 8-11 saat, %10'u da 5-7,5 saat arası çalıştığını beyan etmiştir.

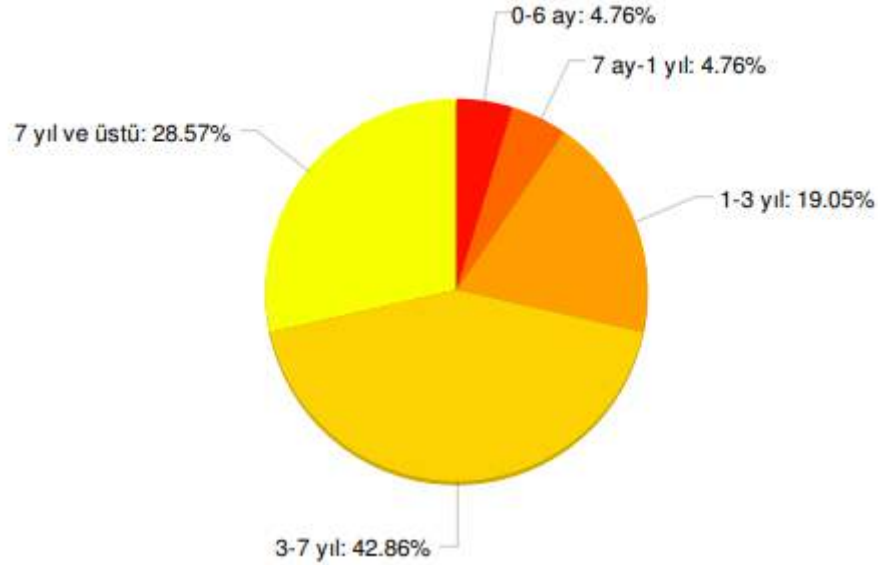
- e) Ankete katılan uzmanların “Danışmanlığını yaptığım iş yerinde gece vardiyasına kalırım.” Sorusuna verdikleri yanıtların neticesi Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19: Ankete Katılan İGU'ların Danışmanlığını Yaptığı Firmalarda Gece Vardiyasına Kalma Sıklıklarının Dağılımı

İSG Danışmanı olarak yapılan çalışmalarda tam zamanlı çalışmalara çok fazla rastlanmamakla beraber, sadece danışmanlık hizmeti veren İGU'lar işletmeleri haftalık rutinler halinde ziyaret etmektedir. Yapılan işteki özel durumlar haricinde bu ziyaretler gündüz mesai saatlerinde yapılmaktadır. Anket katılımcılarının, yaklaşık, %67'si hiç kalmadığını, %14'ü ayda birkaç kez, %14'ü ayda bir kez, ve %5'i de sürekli gece vardiyasına kaldığını beyan ederek durumu doğrulamıştır.

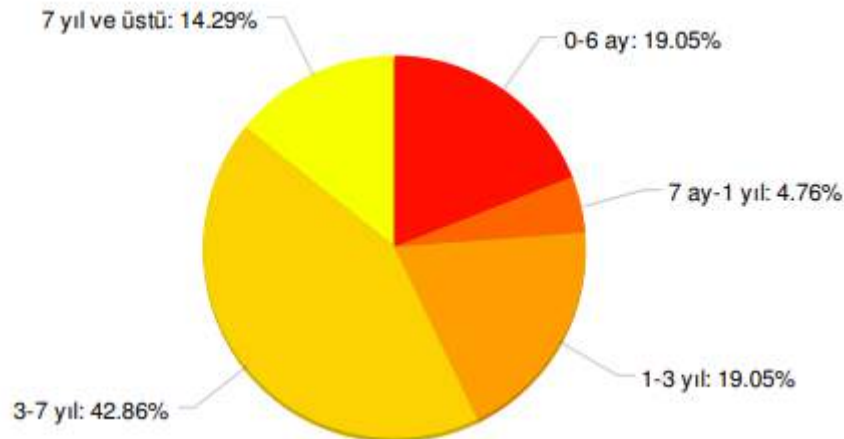
- f) İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığı alanında çalışan katılımcıların meslekteki tecrübeleri sorulduğunda Şekil 20'deki veriler elde edilmiştir.



Şekil 20: Ankete Katılan İGU'ların Mesleki Tecrübe Süreleri

Katılımcıların; yaklaşık, %43'ü 3-7 yıl arası, %29'u 7 yıl üstü, %19'u 1-3 yıl arası, %5'i 7 ay-1 yıl arası, %5'i de 0-6 ay arası tecrübeli olduğunu belirtmiştir. Çok tecrübeli uzmanların katılımının çoğunlukta olduğu görülmektedir.

- g) 6. Soruda, Uzmanlara kaynak işleri ile çalışmalardaki danışmanlık tecrübeleri sorulmuştur. Yanıtlar Şekil 21'de incelenmektedir.

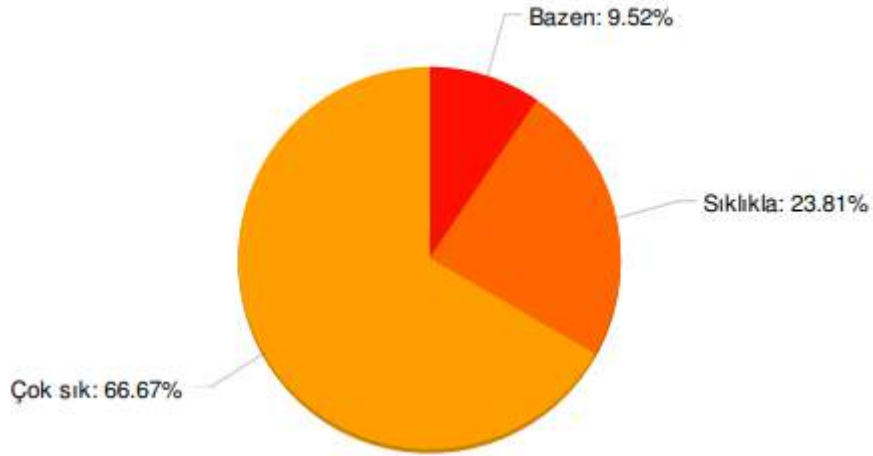


Şekil 21: Ankete Katılan İGU'ların Kaynak İşlerindeki Danışmanlık Tecrübeleri

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları katılımcıların; yaklaşık, %43'ü 3-7 yıl arası, %19'u 1-3 yıl arası, %19'u 0-6 ay arası, %14'ü 7 yıl ve üstü, %5'i 7 ay-1 yıl arası kaynak işleriyle çalışmalarda danışmanlık yaptığını belirtmiştir.

Veriler bir önceki soru ile kıyaslanacak olursa, İş Sağlığı ve Güvenliği alanında danışman olarak ankete katılan uzmanların, neredeyse meslek hayatları kadar kaynak işleri ile çalışmalarda da danışmanlık tecrübesi edindikleri anlaşılmaktadır.

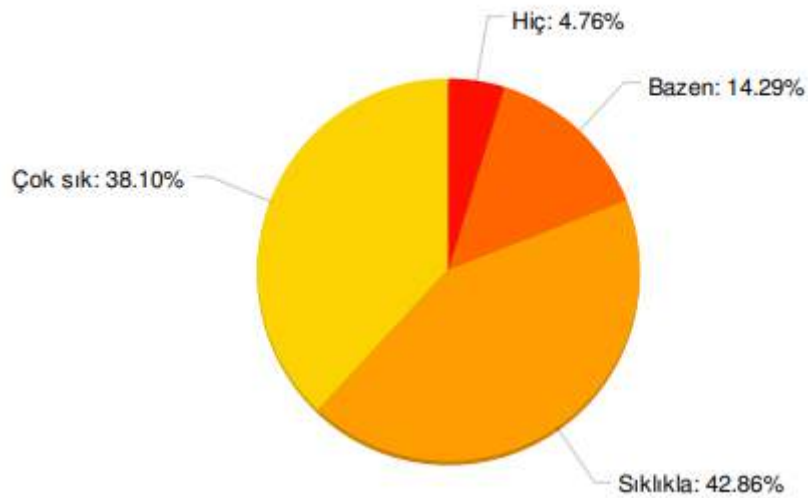
h) Katılımcıların, danışmanlıklarını yaptıkları firmalarda tehlike gözlemleme sıklıklarına verdikleri yanıtlar Şekil 22'de incelenmiştir.



Şekil 22: Ankete Katılan İGU'ların Danışmanlığını Yaptıkları İşletmelerde Tehlike Gözlemleme Sıklığı

Soruya yanıt veren uzmanların; yaklaşık, %67'si çok sık, %24'ü sıklıkla ve %9'u da bazen tehlike gözlemleri yaptıklarını paylaşmıştır.

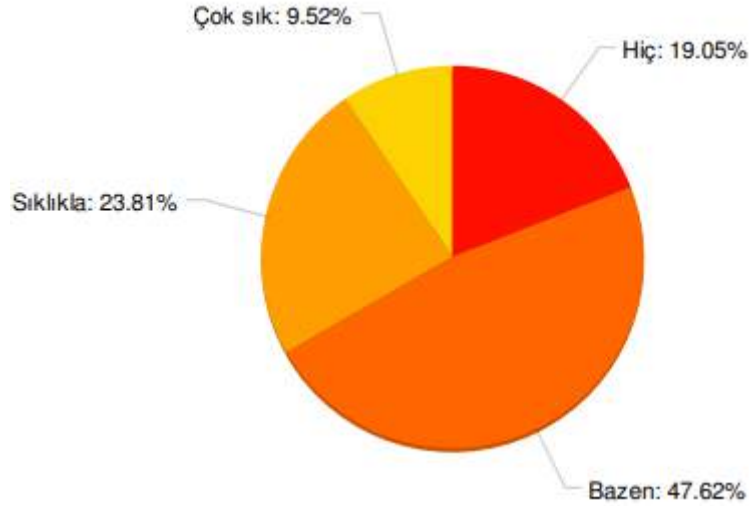
i) Risk gözlemleme sıklıkları da Şekil 23'de incelenmiştir.



Şekil 23: Ankete Katılan İGU'ların Danışmanlığını Yaptıkları İşletmelerde Risk Gözlemleme Sıklığı

Katılımcıların; yaklaşık, %5'i hiç risk gözlemi yapmadığını %43'ü sıklıkla, %38'i çok sık, %14'ü bazen risk gözlemleri yaptığını beyan etmiştir.

j) Ramak kala olay gözlemlene sıklık verileri Şekil 24'de verilmiştir.



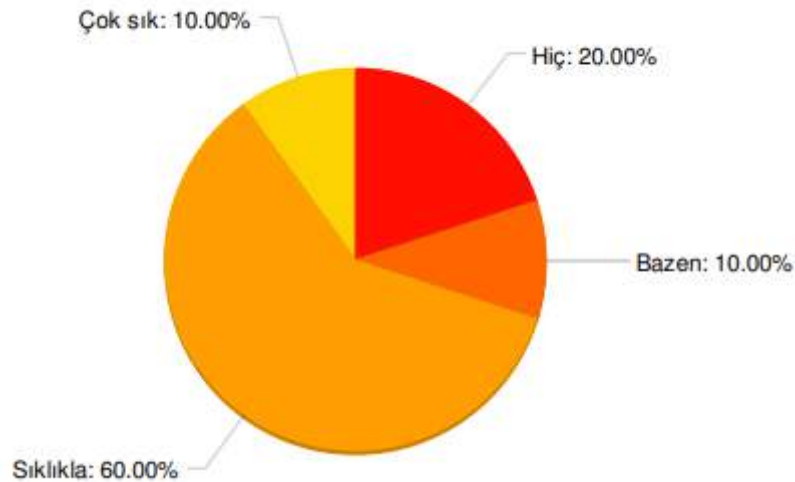
Şekil 24: Ankete Katılan İGU'ların Danışmanlığını Yaptıkları İşletmelerde Ramak Kala Olay Gözlemlene Sıklığı

Uzmanların; yaklaşık, %19'u hiç gözlem yapmadığını, %48'i bazen, %24'ü sıklıkla, %9'u da çok sık ramak kala olay gözlemlediğini belirtmiştir.

Bir önceki verilerle kıyaslandığında, uzman katılımcıların, tehlike gözlemlerini, risk ve ramak kala olay gözlemlerinden daha çok yaptıkları sonucu görülmektedir.

k) Gözlemlenen ramak kala olaylar için asıl önemli nokta, bu konuda alınacak önlemleri işveren ile paylaşmaktır. Bilmek değil, icraat önemlidir, icraat için de aksiyon alacak mercilere ulaşmak gerekmektedir.

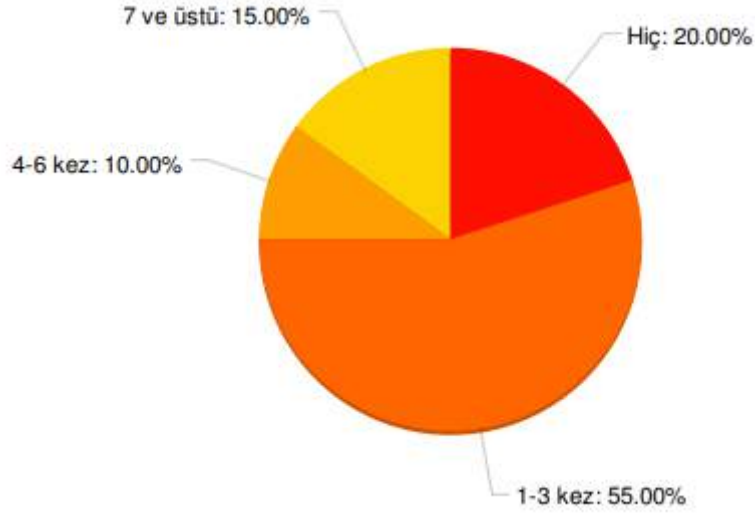
Uzmanlara sorduğumuz gözlemlenen ramak kala olayları işveren ile paylaşma sıklığı verileri Şekil 25'te incelenmektedir.



Şekil 25: Ankete Katılan İGU'ların Ramak Kala Olay Gözlemlerini İşveren ile Paylaşma Sıklıkları

Gözlemleme frekansları işveren ile paylaşma sıklıkları ile kıyaslanacak olursa; iyi bir oranla paylaştıkları görülmektedir. Katılımcıların, yaklaşık, %20'si hiç paylaşmadığını, %60'ı sıklıkla, %10'u çok sık, %10'u da bazen gözlemlerini işveren ile paylaştığını belirtmiştir.

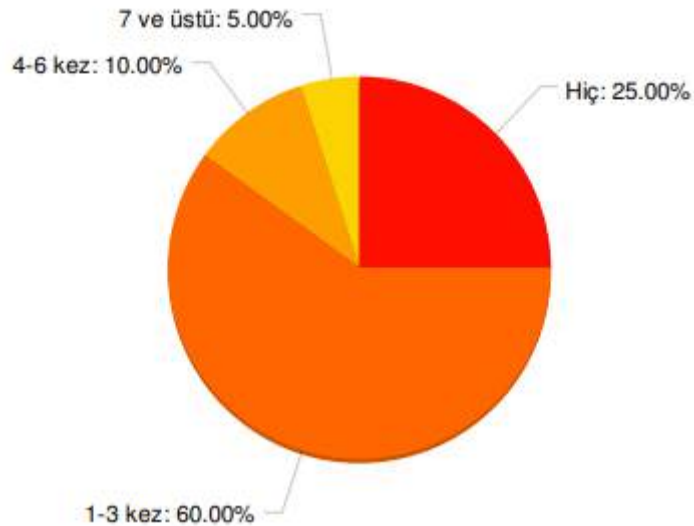
- l) Bu soruda da; katılımcı uzmanların, kaynak işleri ile çalışmalarda, kaç kere risk analizi yaptıkları incelenmiştir. Veriler Şekil 26'dadır.**



Şekil 26: Ankete Katılan İGU'ların Kaynak İşleri ile Çalışmalarda Yaptıkları Risk Analizi Sayıları

Verilere göre katılımcıların; %20'si hiç risk analizi yapmadığını, %55'i 1-3 kez, %15'i 7 ve üstünde, %10'u da 4-6 kez kaynak işleri ile ilgili çalışmalarda risk analizi yaptığını belirtmiştir.

- m) Risk analizi revize etme sayılarına bakıldığında Şekil 27'deki sonuçlar elde edilmiştir.**

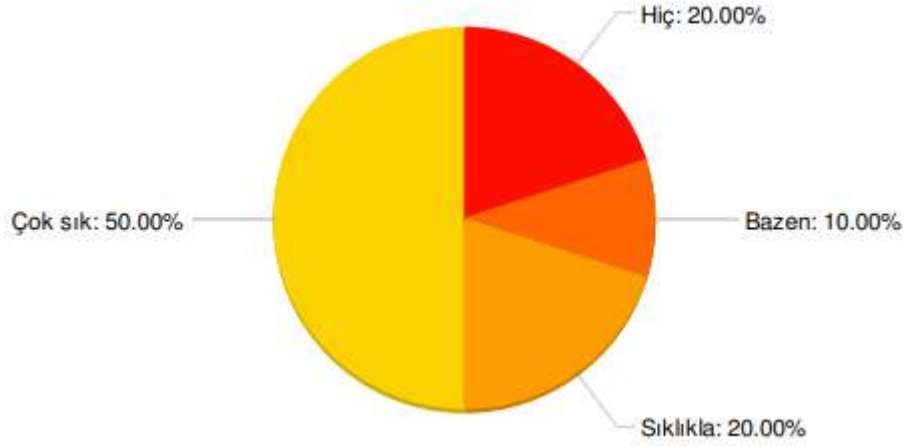


Şekil 27: Ankete Katılan İGU'ların Kaynak İşleri ile Çalışmalarda Yaptıkları Risk Analizi Revize Etme Sayıları

Katılımcıların, %25'i hiç revize yapmadığını, %60'ı 1-3 kez, %10'u 4-6 kez, %5'i de 7 kez ve üstünde risk analizi revize ettiğini beyan etmiştir.

Bu veriler, tehlike, risk ve ramak kala olay gözlemlene sıklıkları ile kıyaslandığında, yeterince revize yapılmadığı sonucuna varılabilir.

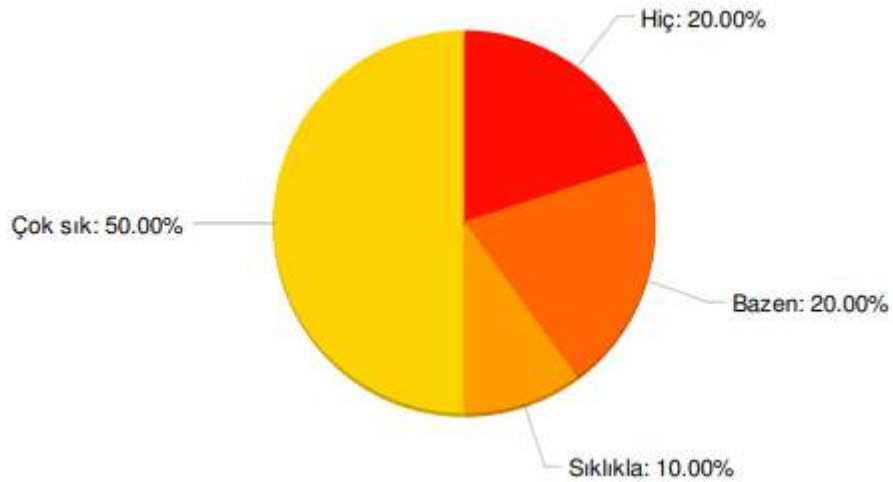
- n) Katılımcı İş Güvenliği Uzmanları'nın “Kaynak işlerinde çalışanlarda KKD'siz çalışma yapılmasına izin vermem.” sorusuna yanıtı Şekil 28'de incelenmektedir.



Şekil 28: İGU'ların Kaynak Yöntemi ile Yapılan İşlerde KKD'siz Çalıştırmama Sıklıkları

Saha denetimlerinde İş Güvenliği Uzmanları uygunsuzlukları öncelikle sözle uyararak belirtirler. Düzeltilmemesi halinde uygunsuz çalışana yazılı uyarıda bulunabilirler. İşin gerektirdiği KKD'lerle çalışılıp çalışılmadığını kontrol etmek birincil gözlem unsurudur. Katılımcıların; %20'sinin hiçbir şekilde, %50'sinin çok sık, %20'sinin sıklıkla, %10'unun bazen KKD'siz çalıştırmadığı görülmektedir.

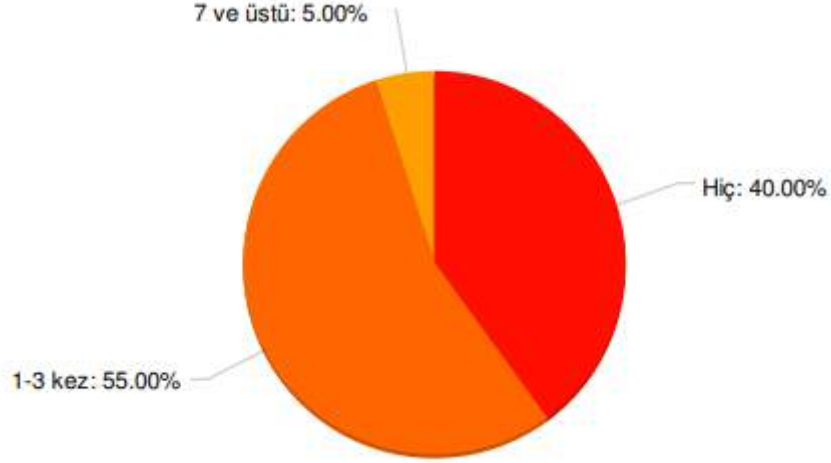
- o) Kaynak yöntemi ile yapılan çalışmalarda iş izni olmadan çalıştırma ile ilgili İş Güvenliği Uzmanları'nın görüşleri “Kaynak işlerinde çalışanların iş izni olmadan işe başlamasına izin vermem.” Sorusunun verileri ile Şekil 29'da incelenmiştir.



Şekil 29: İGU'ların Kaynak Yöntemi ile Yapılan İşlerde İş İzinsiz Çalıştırmama Sıklıkları

İş izinlerinin, özellikle ortak çalışma sahalarında, büyük önem arz etmektedir. Uzmanların yanıtlarında da; %20'sinin hiç çalıştırmadığını, %50'si çok sık, %20'si bazen, %10'u da sıklıkla iş izni olmadan çalıştırmadığı görülmektedir.

- p) Katılımcı İş Güvenliği Uzmanlarına, kaynak işlerinde kaç kere iş kazası gözlemlediklerini sorulmuş, sonuçlar Şekil 30'da verilmiştir.

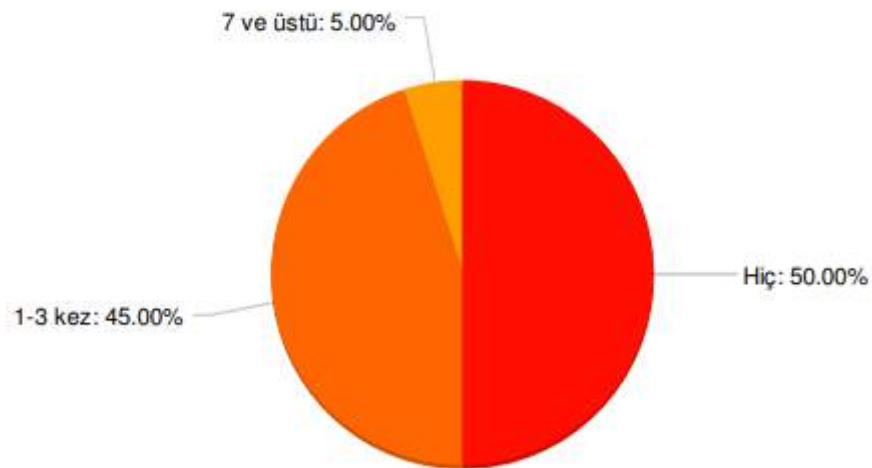


Şekil 30: İGU'ların Kaynak İşlerinde Gördükleri İş Kazası Sayısı

Katılımcıların, %40'ı hiç iş kazası görmediğini, %55'i 1-3 kez, %5'i de 7 ve üstünde iş kazası gördüğünü belirtmiştir. Risk analizi revize etme oranı ile kıyaslandığında uzmanların cevaplarının tutarlı olduğu görülmektedir

- q) Uzmanların üstüne düşen, kök neden analizi yaparak, tehlikeyi risk denetimi hiyerarşisine göre, tekrarının olmamasını sağlayacak çalışma ortamı yaratmasıdır.

Anketin son sorusunda uzmanlara kaç defa kök neden analizi yaptıkları sorulmuş ve yanıtları Şekil 31'de verilmiştir.



Şekil 31: İGU'ların Kaynak Yöntemi ile Çalışmalarda İş Kazalarına Yönelik Yaptıkları Kök Neden Analizi Sayıları

Katılımcıların; %50'si hiç yapmadığını, %45'i 1-3 kez yaptığını ve %5'i de 7 ve üstünde kök neden analizi yaptığını belirtmiştir.

4. TARTIŞMA, SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sağlıklı iş alanları oluşturma hedeflenerek çıkılan İş Sağlığı ve Güvenliği yolunda, çalışan-İGU-İşveren koordinasyonu gerektiği sonucuna varılmıştır. Kaynak yöntemi ile yapılan işlerde, çalışan ve gözlemleyen olarak, aynı mevzularda 2 ayrı grubun görüşlerini alınmıştır. Ankette alınan yanıtlardan elde edilen verilere göre, yaşayan ile gözlemleyen taraflar nerelerde ortak nerelerde farklı görüşte oldukları aşağıda incelenmiştir;

1. Kaynak işlerinde deneyimli çalışanlar, gözlemledikleri tehlikeleri, riskleri ve ramak kala olayları amirleri ile sıklıkla paylaşıyor fakat, aynı oranda risk analizi revizasyonu yapılmıyor. İşçilerin daha çok dinlenmesi gerektiği görülmektedir.
2. İşçiler tarafından ramak kala olay neredeyse hiç yaşanmadığı beyan edilmiş fakat; uzmanlar sıklıkla ramak kala olay gözlemlediklerinden bahsetmiştir. Ramak kala olay algısında eksiklik olduğu veya konunun çalışanlar tarafından önem arz etmediği görülmektedir.
3. Kişisel Koruyucu Donanım kullanma ile ilgili belirli bir güvenlik kültürünün oturduğu iki grupta da ortak gözlemlenmektedir.
4. İş izni almanın uzmanlar için daha önemli olduğu görülmektedir.
5. İş kazası konusunda, uzmanların belirttiği sayılar işçilerin belirttiği sayılardan daha fazla çıkmıştır. Bu durum, gözden kaçırılan noktalar olduğunu işaret etmektedir. Çalışanlar kendilerini tehdit altında hissediyor, bu yüzden eksik bildiride bulunuyor olabilirler. İşveren ile koordineli olarak çalışanlara güven duygusu aşılanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Sanayide Kullanılan Kaynak İşleri ve Yöntemi/www.teknikport.com-2012
- [2] Sanayide Kullanılan Kaynak İşleri ve Yöntemi/www.teknikport.com-2012
- [3] Kaynak Nedir, Nasıl Yapılır, Çeşitleri Nelerdir? / www.bilgiustam.com
- [4] Mesleki Yeterlilik Kurumu
- [5] Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği/T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
- [6] Resmi Gazete/2012-12-29
- [7] Kaynakçı Akciğeri/Cebrail Şimşek-İş ve Meslek Hastalıkları Uzm. /25.06.2014, HİSAM

AB INITIO YÖNTEMLERLE AsPPt KRİSTALİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Emel KİLİT DOĞAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Doç. Dr. Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

ÖZET

AsPPt kübik kristalinin kesme enerjisi ve k noktaları sayı değerleri ile bu kristalin yapısal, elektronik ve optik özellikleri temel durum için, genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGA) altında, Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi (DFT = Density Functional Theory) kullanılarak, ABINIT bilgisayar programı ile incelenmiştir. Kübik yapıda olan AsPPt kristali 198 numaralı uzay grubu ve 23 numaralı nokta grubunda bulunmaktadır. Yoğunluğu 9.68 g/cm^3 tür. Birim hücreinde 12 atom yer alır. Bu çalışmada ilk önce AsPPt kübik kristalinin fiziksel özelliklerinin analizinde kullanılacak olan kesme enerjisi değeri yapılan simülasyonlar sonucunda 30 Hartree olarak belirlenmiştir. Ardından elde edilen kesme enerjisi değerini kullanarak k-noktalarının sayısı $8 \times 8 \times 8$ Monkhorst-Pack bölümlenmesiyle 24 olarak yine simülasyonlar sonucu elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra AsPPt kristalinin hesaplanacak tüm fiziksel özelliklerinde aynı kesme enerjisi değeri ve k-noktaları sayısı kullanılmıştır. AsPPt kristalinin örgü parametresi GGA yaklaşımında 11.17738 Bohr olarak bulunmuş ve literatürde yer alan 11.169386 Bohr değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Böylece temel durumda AsPPt kristalinin örgü parametrelerinin teorik olarak hesaplanmasıyla ve basınç hacim ilişkilerinin bulunmasıyla yapı optimizasyonu tamamlanmıştır. AsPPt kristalinin elektronik yapısının, elektriksel iletkenlik durumunun ve birim enerji aralığı başına düşen durumların sayısının belirlenmesi için elektronik bant yapısı ve elektronik durum yoğunluğu hesapları yapılarak grafikleri çizdirilmiştir. Elektronik bant yapısı, AsPPt kristalinin temel durumda genelleştirilmiş gradyent yaklaşımında yaklaşık olarak 0.6959 eV bulunmuş olup, kristalin indirek geçişe sahip yarı iletken özellik gösteren bir malzeme olduğu anlaşılmıştır. Yine Bhesaplanan band aralığı değeri, literatürde 0.883eV olarak bulunan değerine oldukça yakın olarak elde edilmiştir. Son olarak, AsPPt bileşiğinin reel ve kompleks dielektrik fonksiyonları hesaplanarak sönüm, soğurma, yansıtıcılık sabitleri, n kırılma indeksi hesaplanarak ilgili grafikler çizdirilmiş ve böylece AsPPt kristalinin optik özellikleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AsPPt, yoğunluk fonksiyoneli teorisi, elektronik özellikler, optik özellikler.

1.GİRİŞ

Günümüzde gerek doğada gerekse laboratuvarlarda her geçen gün bir takım yeni bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşiklerden yüksek verimlilikte yararlanılabilmesi için ve doğru kullanım alanlarında kullanılabilmesi için temel fiziksel özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. Çağımızda yeni enerji kaynaklarının keşfi ve temiz enerji kaynakları oldukça önem taşımaktadır. Bu enerji kaynaklarından örneğin güneş pilleri gibi temiz enerji kaynaklarında yüksek verimle kullanılabilecek yarıiletken malzemelerin bulunması ve bu alana kazandırılması insanlığın geleceği için de oldukça önemlidir.

Yine enerjinin yanı sıra gelişen teknolojiye kullanılabilmesi için malzemelerin optik, termodinamik, dinamik, elastik vb. özelliklerinin çok iyi bir şekilde araştırılarak ortaya konması ve sahip olduğu fiziksel özelliklerine uygun alanlarda kullanılmasının sağlanması gerekmektedir. Bu bakış açısıyla bu çalışmamızda AsPpt kristalinin yapısal, elektronik ve optik özelliklerini teorik olarak inceledik. Yapılan geniş literatür taramasında AsPpt kristali hakkında yapılmış bir çalışmayla karşılaşamadık ancak “Materials Project” isimli web sayfasında bu malzemenin örgü parametreleri ve atomlarının koordinatları bulunmuştur [1]. Buradan AsPpt kristalinin kübik yapıda olduğu ve uzay grubu numarasının 198, nokta grubu numarasının ise 23 olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada yapılan tüm teorik hesaplama ve simülasyonlar Yoğunluk Fonksiyoneli teoremine dayalı çalışan ABINIT bilgisayar programıyla ve Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (Generalized Gradient Approximation, GGA) altında gerçekleştirilmiştir.

AsPpt kübik kristali hakkında teorik ve deneysel olarak fiziksel özelliklerini ortaya koymaya yönelik bir çalışma olmadığından elde edilen sonuçlar literatürle, örgü parametresi ve koordinat değerleri haricinde karşılaştırılamamıştır. Ancak bu iki değer teorik olarak hesaplanan değerleri, literatürdeki değerlerine oldukça yakın olarak elde edilmiştir.

AsPpt kübik kristalinde çalıştığımız özelliklerin aynı yöntemle çalışılmış olduğu birkaç çalışmadan bahsetmek gerekirse, daha önceki çalışmalarımızdan F. Erdinç ve arkadaşları tarafından monoklinik yapıdaki $RbGeCl_3$ kristalinin yapısal, elektronik, optik ve elastik özellikleri incelenmiştir [2]. Bir diğeri ise RbH bileşiğinin tüm bu fiziksel özelliklerine ek olarak dinamik ve termodinamik özellikleri de çalışılmıştır [3]. Bu şekilde farklı malzemelerle çalışılmış oldukça çok sayıda çalışma mevcuttur [4-9].

2.MATERYAL VE YÖNTEM

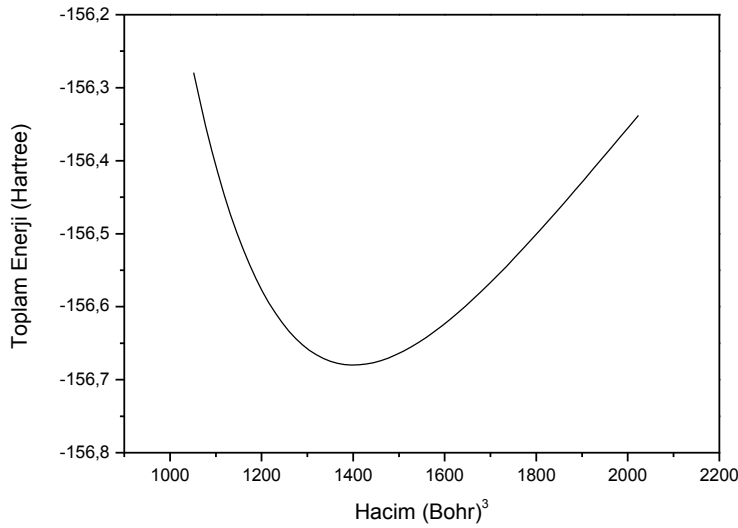
AsPpt kristalinin yapısal, elektronik ve optik özelliklerinin incelenmesindeki hesaplarda Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine (Density Functional Theory=DFT) dayalı çalışan ABINIT [10] bilgisayar programı kullanılmıştır. Yapılan hesaplar Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (Generalized Gradient Approximation=GGA) altında gerçekleştirilmiştir. Öz-uyumlu, FHI [11] tipi norm-koruyucu psödo-potansiyeller Troullier Martins [12] tarzında kullanılmıştır. Kohn-Sham denklemleri [13], eşlenik gradyan minimizasyon yöntemi [14] kullanılarak çözüldü. Elektronik dalga fonksiyonlarının baz (temel) seti için düzlem dalgalar kullanılmıştır. Kesme

enerjisi 30 Hartree, k-noktalarının sayısı ise 8x8x8 Monkhorst-Pack [15] bölümlenmesiyle 24 olarak elde edilmiştir.

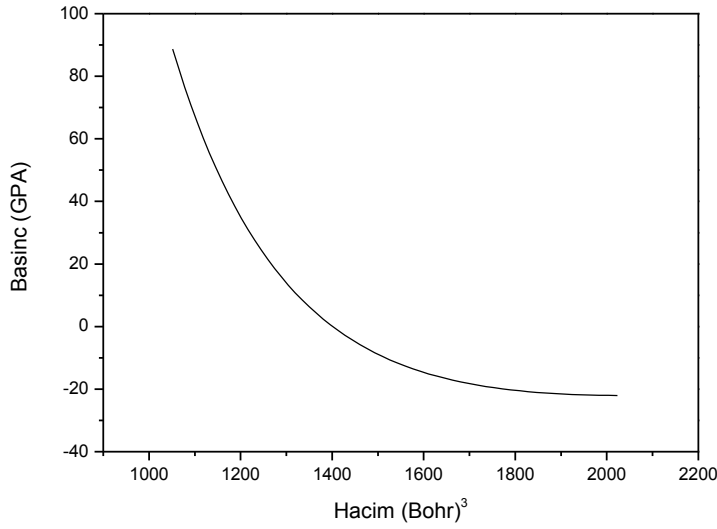
3. BULGULAR

3.1 Yapısal Özellikler

AsPPt kristalinin yapısal özelliklerinin incelenmesinde elde edilen kesme enerjisi ve k-noktaları sayıları ve literatürden elde edilen 11. 169386 Bohr değerindeki örgü parametresi kullanılarak, kristalin örgü parametre değerleri teorik olarak yeniden hesaplanmıştır. Örgü parametresi GGA yaklaşımında 11.17738 Bohr olarak bulunmuş ve literatürdeki değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Ardından AsPPt kristalinin kararlı olduğu durum olan temel durum analizi yapılmış ve toplam enerjiye karşılık hacim (Şekil 1) ve basınç-hacim (Şekil 2) grafikleri çizdirilmiştir. Toplam enerji- hacim grafiğinden temel durum enerjisinin -156.6798 Hartree olduğu bulunmuştur. Yine basınç-hacim grafiğinden de farklı basınç değerlerine karşılık AsPPt kristalinin hacmi ve dolayısıyla da örgü parametreleri elde edilebilir.



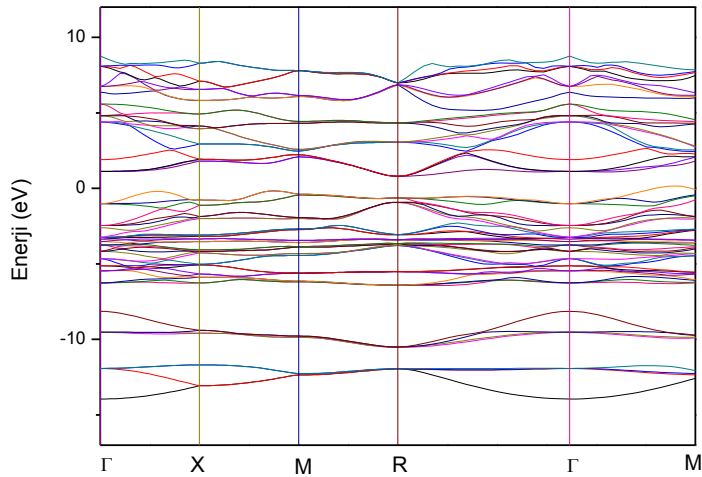
Şekil 1. AsPPt kristalinin toplam enerjiye karşılık hacim grafiği



Şekil 2. AsPPt kristali için basınç- hacim grafiği

3.2 Elektronik Özellikler

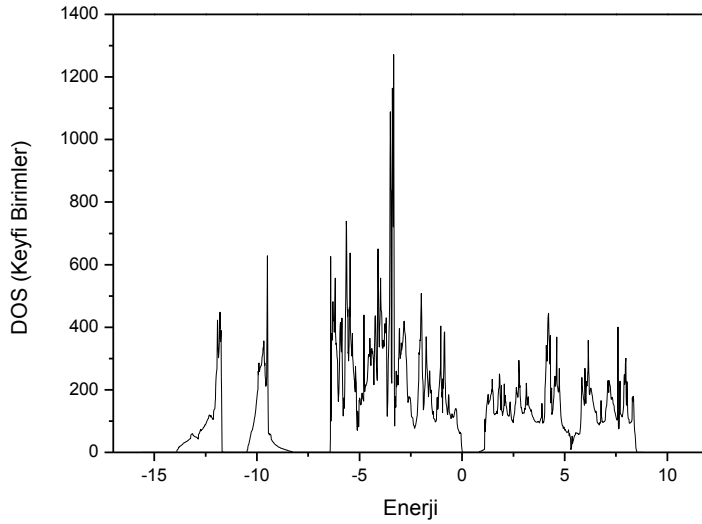
AsPPt kübik kristalinin temel durumda hesaplanan örgü parametreleri kullanılarak, yüksek simetri yönlerine karşılık gelen elektronik band yapısı hesaplanmış ve yüksek simetri noktalarına karşılık enerji grafiği çizdirilmiştir. Elde edilen bu band grafiğinden (Şekil 3) yasak band aralığı 0.6959 eV bulunmuştur. Yine bu grafikten kristalin indirek geçişe sahip bir yarı iletken malzeme olduğu görülmüştür. Elde edilen yasak band aralığı değeri, literatürdeki 0.883eV'luk değere oldukça yakın olarak elde edilmiştir.



Şekil 3. AsPPt kristalinin elektronik band grafiği

Ardından AsPPt kristalinin durum yoğunluğu grafiği Şekil 4 de çizdirilmiştir. Buradan elektronlar tarafından işgal edilme olasılığının yüksek ve düşük olduğu bölgeler, değerlik ve iletim elektronlarının katkıları ve yine yasak band aralığı elde edilmiştir.

Şekil 3 ve 4 den de görüldüğü gibi enerji ekseninde tam 0 eV olan kısım Fermi seviyesine çakıştırılmıştır. 0 eV ile yaklaşık olarak 0.69 eV luk kısım yasak band aralığını vermektedir. Yasak band aralığının altındaki kısım (negatif enerjili bölgeler) değerlik bandlarına, band aralığının üstündeki kısım ise (pozitif enerjili bölgeler) iletim bandlarına karşılık gelmektedir.

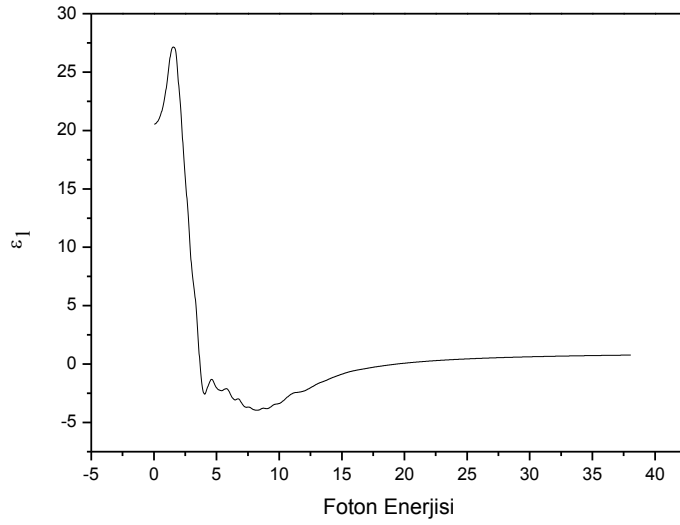


Şekil 4. AsPPt kristalinin elektronik durum yoğunluğu grafiği

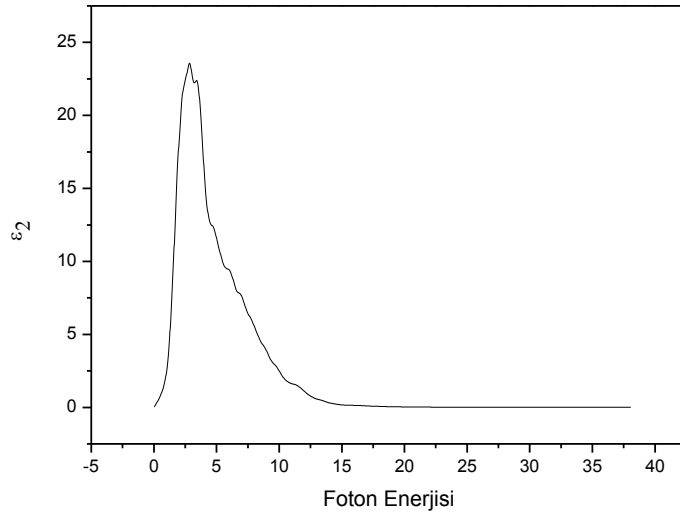
3.3 Optik Özellikler

Bir malzemenin optik özelliklerinin incelenmesinde etkin olan kompleks dielektrik fonksiyonunun reel (ϵ_1) ve sanal (ϵ_2) bileşenleri hesaplanarak, sırasıyla Şekil 5 ve 6 da foton enerjisine karşılık grafikleri çizdirilmiştir. Dielektrik fonksiyonun reel bileşeni malzemenin fiziksel özelliklerini göstermesinde etkindir, sanal kısmı ise malzemenin foton enerji kayıplarını ifade eder. Hesaplamalarda Scissor yaklaşımını uygulamadığımız için yasak band aralığının değerini buradan hesaplamadık ancak elektronik band grafiği ve durum yoğunluğu grafiği birbirlerine oldukça çok yaklaşık sonuç vermiştir.

Şekil 5 den foton enerjisi ile dielektrik sabitin reel bileşeninin orantılı olarak arttığı normal dispersiyon bölgesinin aralığı açıkça görülmektedir. Yine Şekil 5 den, kompleks dielektrik katsayısının reel bileşeninin 0 eV enerjisindeki değerleri görülmektedir.

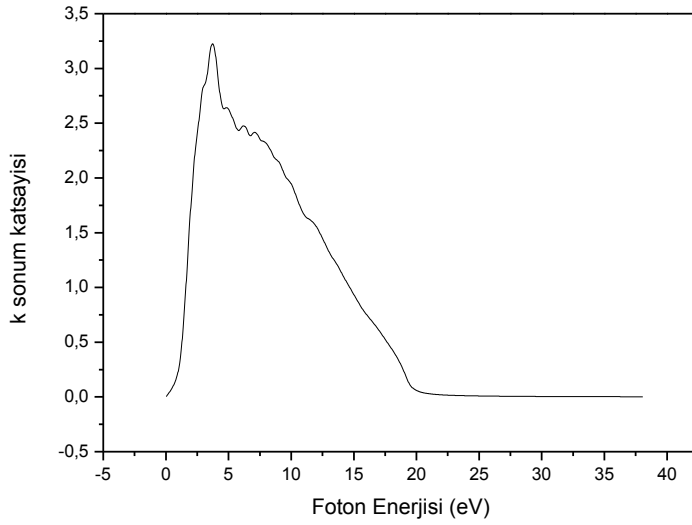


Şekil 5. AsPPt kristalinin reel dielektrik fonksiyon bileşen grafiği



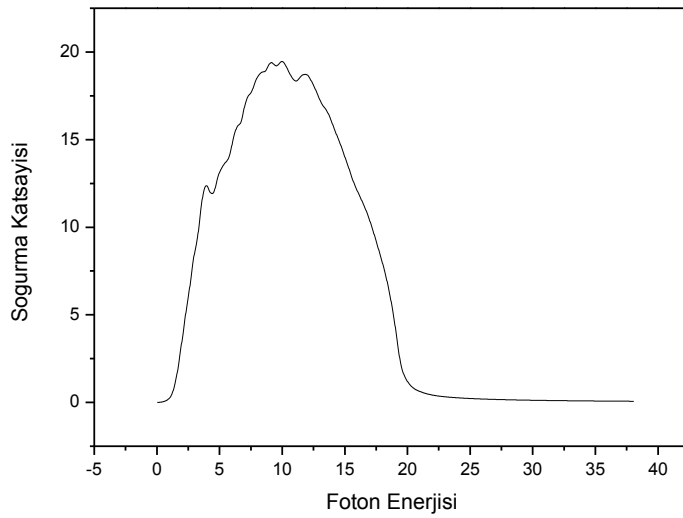
Şekil 6. AsPPt kristalinin kompleks dielektrik fonksiyon bileşen grafiği

AsPPt kristalinin sönüm katsayısı hesaplanmış ve foton enerjisine karşılık grafiği Şekil 7 de çizdirilmiştir. Sönüm katsayısının maksimum değeri 3.729 eV olarak bulunmuştur. Yaklaşık 20 eV değerinden sonra sönüm katsayısı sıfır değerine ulaşarak sabitlenmektedir.

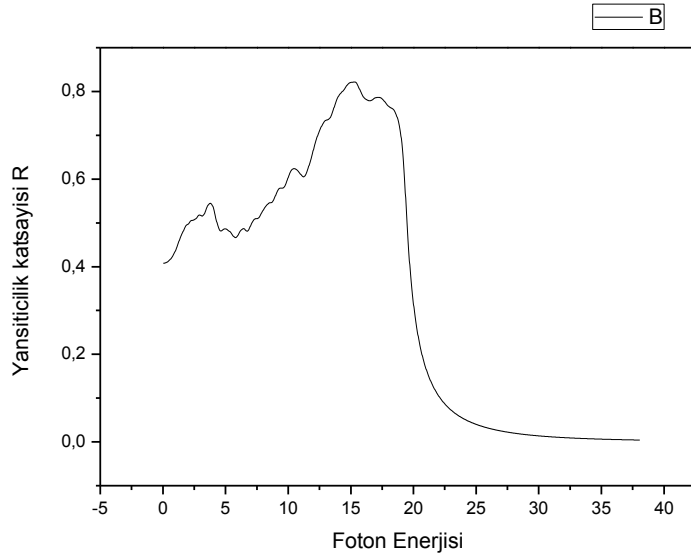


Şekil 7. AsPPT kristalinin k sönüm katsayısına karşılık foton enerjisi grafiği

AsPPT kristalinin yasak band aralığının oldukça düşük olmasından ve metalik özelliğe yakın davranışından dolayı elde edilen optik özellikler çok baskın ve karakteristik değildir. Ancak yine Şekil 8 de görülmekte olan soğurma katsayısı hesaplanabilmiştir. Soğurma katsayısının maksimum değeri 19.47dir ve 0.11 eV -19.95 eV luk enerji değerleri arasında soğurma olabilmektedir.

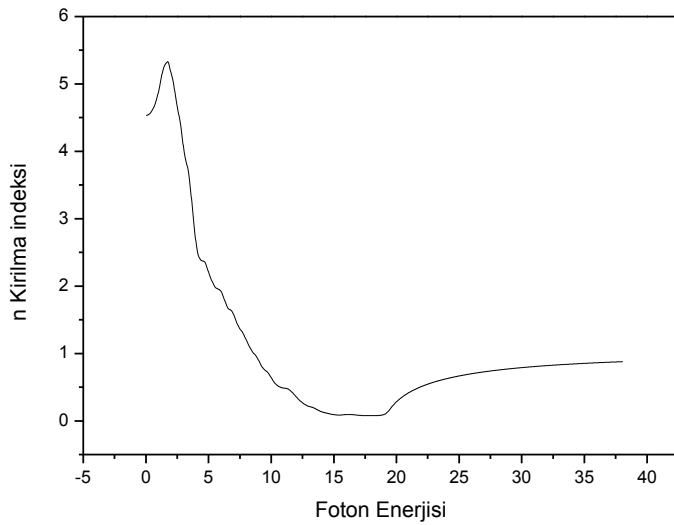


Şekil 8. AsPPT kristalinin soğurma katsayısına karşılık foton enerjisi grafiği



Şekil 9. AsPPT kristalinin R yansıtıcılık katsayısına karşılık foton enerjisi grafiği

AsPPT kristalinin en yüksek yansıtıcılık katsayısı 0.821 olup, 15.157eV enerji değerinde bulunmaktadır. Ancak bu kristal yaklaşık 22 eV luk foton enerjisi değerinin üzerinde yansıtıcılık özelliğini kaybetmektedir (Şekil 9).



Şekil 10. AsPPT kristalinin n kırılma indeksine karşılık foton enerjisi grafiği

Şekil 10 AsPPT kristalinin kırılma indis grafiği görülmektedir. Buradan bu malzemenin kırılma indisinin 4.53, maksimum değerinin ise 1.67 eV değerinde 5.30 olduğu hesaplanmıştır.

4.SONUÇ

Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine dayalı olarak çalışan ABINIT bilgisayar programıyla GGA yaklaşımı altında yapılan hesaplamalar sonucu, AsPPt kristalinin teorik olarak örgü parametreleri hesaplanmış ve literatürdeki değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Ardından AsPPt kristalinin yapısal özellikleri elde edilmiştir. Elektronik özelliklerinin incelenmesi sonucu dar bir yasak band aralığına sahip olan, indirek geçişli bir yarıiletken olduğu bulunmuş ve durum yoğunluğu grafiği çizdirilmiştir. Son olarak AsPPt kristalinin optik özellikleri çalışılmış ve kompleks dielektrik katsayısının reel ve sanal bileşenleri bulunarak buradan malzemenin bir takım temel optik özellikleri foton enerjisine karşılık incelenmiştir.

AsPPt kristalinin bu şekilde temel fiziksel özelliklerini ortaya koyan başka bir çalışma ile literatürde karşılaşamadığından, yapılan bu çalışmanın, bu malzemen hakkında çalışacak olanlara ve literatüre önemli bir katkı yapacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- [1] A. Jain*, S.P. Ong*, G. Hautier, W. Chen, W.D. Richards, S. Dacek, S. Cholia, D. Gunter, D. Skinner, G. Ceder, K.A. Persson (*=*equal contributions*), APL Materials, 2013, 1(1), 011002.
- [2] F. Erdinç, E. Kilit Doğan ve H. Akkuş, Gazi University Journal of Science, 2019, 32(3), 1008.
- [3] S. Erden Gülebağlan, E. Kilit Doğan, M. N. Seçuk, M. Aycibin, B. Erdinç ve H. Akkuş, Int. J. Simul. Multisci. Des. Optim. 2015, 6, A6.
- [4] F. Tian ve C. Liu, J. Phys. Chem. B, 2006, 110, 17866.
- [5] S. Saha, T. P. Sinha, A. Mookerjee, Phys. Rev. B, 2000, 62, 8828.
- [6] Z. Zhao, Z. Li, Z. Zou, Phys. Chem. Chem. Phys., 2011, 13, 4746.
- [7] S. Piskunov, E. Heifets, R. I. Eglitis, G. Borstel, Comp. Mater. Sci. 2004, 29(2), 165.
- [8] M. L. Tiago, J. E. Northrup, S. G. Louie, Phys. Rev. B, 2003, 67, 115212.
- [9] S. Zh. Karazhanov, P. Ravindran, A. Kjekshus, H. Fjellvåg, and B. G. Svensson, Phys. Rev. B, 2007, 75, 155104.
- [10] X. Gonze, J. M. Beuken, R. Caracas, F. Detraux, M. Fuchs, G. M. Rignanese, L. Sindie, M. Verstrate, G. Zerah, F. Jollet, M. Torrent, A. Roy, M. Mikami, P. Ghosez, J. Y. Raty and D. C. Allan, Computational Materials Science 25, 478 (2002).
- [11] M. Fuch and M. Scheffler, Comput. Phys. Commun. 119, 67 (1999).
- [12] N. Troullier and J. L. Martins, Phys. Rev. B 43, 1993(1991).
- [13] W. Khon and L. J. Sham, Phys. Rev. 140, A1133 (1965).
- [14] M. C. Payne, M. P. Teter, D. C. Allan, T. A. Arias and J. D. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys. 64, 1045 (1992).
- [15] J. H. Monkhorst and J. D. Pack, Phys. Rev. B 13, 5188(1976).

**SİRH KÜBİK KRİSTALİNİN YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNİN
FARKLI BASINÇLAR ALTINDA YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE
İNCELENMESİ**

Doç. Dr. Emel KİLİT DOĞAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Doç. Dr. Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada SiRh kübik kristalinin yapısal ve elektronik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisine (YFT) (Density Functional Theory = DFT) dayalı olarak çalışan ABINIT bilgisayar programı ile geliştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGA = Generalized Gradient Approach) altında araştırılmıştır. Tüm bu fiziksel özellikler SiRh kristalinin temel durumunda (0 GPa) ve 25, 50, 75 GPa değerlerindeki basınç etkileri altında çalışılmıştır. Yapılan tüm hesaplamalarda GGA yaklaşımında Fritz-Haber-Institute (FHI) psödopotensiyeller kullanılmıştır. İlk olarak SiRh kübik kristalinin tüm bu fiziksel özelliklerinin çalışılabilmesi için gerekli olan kesme enerjisi değeri ile k-noktaları sayısı bulunmuştur. Bu değerler yapılan simülasyonların en az hata ile olabildiğince kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir. SiRh kübik kristali için teorik kesme enerjisi değeri 30 Hartree ve k-noktaları sayısı ise 10x10x10 Monkhorst-Pack bölümlmesi ile 45 olarak bulunmuş ve tüm hesaplamalarda bu değerler kullanılmıştır. Ardından SiRh kristalinin örgü parametrelerinin temel durumda ve 25, 50, 75 GPa lık basınç değerleri altındaki değerlerinin elde edilebilmesi, kristalin basınç, hacim ve örgü parametrelerinin birbirlerine göre olan değişimlerinin analiz edilebilmesi için yapısal optimizasyon yapılmıştır. Temel durumdaki teorik olarak bulunan örgü parametresi değeri 8.9034 Bohr ile literatürdeki 8.9374 Bohr'luk örgü parametresi değerlerinin birbirlerine oldukça yakın oldukları bulunmuştur. Ancak 25, 50 ve 75 GPa basınç altındaki örgü parametre değerleri literatürde bulunamadığından karşılaştırılamamıştır. SiRh Kübik kristalinin temel durumda ve belirli basınç değerleri altındaki elektronik özelliklerinin ve elektriksel iletkenlik durumunun elde edilebilmesi için elektronik band ve toplam durum yoğunluğu grafikleri her bir durum için ayrı ayrı elde edilmiştir. Temel durumda SiRh kristalinin elektronik band grafiğinden yasak band aralığına sahip olmadığı diğer bir deyişle metalik özellik gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yoğunluk fonksiyonel teorisi, durum yoğunluğu, SiRh, elektronik band yapısı.

1.GİRİŞ

Malzemelerin sahip oldukları fiziksel özelliklerin anlaşılması günümüz teknolojisinde ve alternatif enerji kaynakları arayışında oldukça önemlidir. Katıların özelliklerinin teorik olarak çalışılıp anlaşılabilmesi çok parçacık sistemleri için Schrödinger denklemlerinin çözülebilmesi ile sağlanabilir. Ancak herhangi bir katıyı oluşturan çok sayıda parçacık olduğundan bu problemin çözümü kolay olmamıştır ve yapılan yaklaşımlarla tarihsel bir gelişim göstermiştir. Ulaşılan son durumda Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi (Density Functional Theory=DFT) ortaya atılmış ve çözüm oldukça doğru bir şekilde elde edilmiştir. Bu çalışmamızda SiRh kübik malzemenin yapısal özelliklerini ortaya koyduktan sonra 25, 50 ve 75 GPa'lık basınç uygulanmasının bu malzemenin elektronik özelliklerine olan etkisi çalışılmıştır. Tüm bu hesaplamalar Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine dayalı olarak çalışan ABINIT bilgisayar programıyla [1] genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (Generalized Gradient Approximation=GGA) altında gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak malzemelerin örgü parametreleri ve malzemelerin birim hücrelerindeki atomların konumlarını güvenilir bir şekilde sunan, “Materials Project” isimli web sitesinden elde edilen örgü parametreleri [2] kullanılarak SiRh kübik kristalinin teorik örgü parametre değerleri hesaplanmıştır. Ardından elde edilen örgü parametreleri literatürde daha önceden teorik ve deneysel olarak elde edilmiş diğer çalışmalarla [3, 4] karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçların literatürdeki bu değerlerle oldukça yakın olduğu görülmüştür.

SiRh kübik kristalinin kübik, ortorombik ve monoklinik olmak üzere 3 ayrı fazı bulunmaktadır. Bu çalışmamızda sadece kübik faz incelenmiştir. SiRh ile ilgili teorik olarak DFT yöntemini kullanan farklı çalışmalar mevcuttur. Wang [5] ve arkadaşları bu malzemenin basınç altındaki yapısal faz geçişini, elastik özelliklerini ve sertliğini incelemişlerdir. B. Altıntaş, monosilitlerin yapısal ve elektronik özelliklerini sadece temel durumda karşılaştırmalı olarak ele almıştır [6]. Yine Wang ve arkadaşları [7] RiSh sistemlerinde sabit sitokiyometrilere, fiziksel özellikleri ve sertliği çalışmışlardır.

Bu çalışmada, farklı olarak 25, 50 ve 75 GPa'lık basınçlar altında SiRh kübik kristalinin elektronik bant ve durum yoğunluğu grafikleri her basınç değeri için ayrı ayrı çizdirilmiş ve karşılaştırılmıştır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

SiRh kristalinin yapısal özellikleri ile farklı basınçlar altındaki elektronik özellikleri Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine dayalı çalışan ABINIT bilgisayar programı kullanılarak incelenmiştir. Psödotansiyeller Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı altında kullanılmıştır. Bu psödotansiyeller öz-uyumlu, FHI [8] tipi norm-koruyucu psödotansiyeller olup Troullier Martins [9] tarzında kullanılmıştır. Eşlenik gradyan minimizasyon yöntemi [10] ile Kohn-Sham denklemleri [11] çözülmüştür. Elektronik dalga fonksiyonlarının baz (temel) seti

için düzlem dalgalar kullanılmıştır. Kesme enerjisi 30 Hartree, k-noktalarının sayısı 45 olup 10x10x10 Monkhorst-Pack [12] bölümlenmesiyle elde edilmiştir.

3. BULGULAR

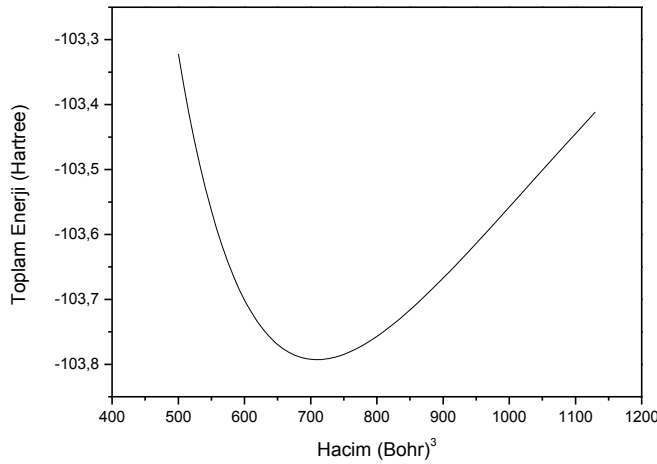
3.1 Yapısal Özellikler

SiRh kristalinin teorik örgü parametrelerinin hesabı için Materials Project veri tabanından alınan ve büyüklüğü 8.9374 Bohr olan değerler kullanılmıştır. Elde edilen teorik değer 8.9034 Bohr olup literatürdeki diğer iki değer ile oldukça yakındır (Tablo 1).

Tablo 1. SiRh kristalinin hesaplanmış olan teorik değeri ile literatürdeki değerlerin kıyaslanması.

	Bu Çalışma	Kaynak [3]	Kaynak [4]
Örgü Parametresi (Bohr)	8.9034	8.8344	8.9119

Ardından 25, 50 ve 75 GPa ‘lık basınçlar altındaki örgü parametre değerleri hesaplanmış ve Tablo 2 de verilmiştir. Literatürde benzer bir çalışma bulunamadığından elde edilen bu sonuçlar karşılaştırılamamıştır.

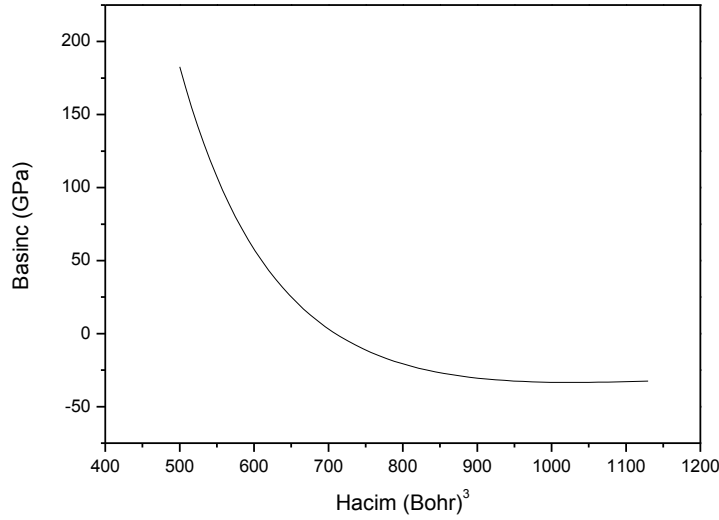


Şekil 1. SiRh kristalinin toplam enerjiye karşılık hacim grafiği.

Tablo 2. SiRh kübik kristalinin farklı basınçlardaki örgü parametrelerinin Bohr cinsinden değerleri.

	0 GPa (Temel Durum)	25 GPa	50 GPa	75 GPa
Örgü Parametresi (Bohr)	8.9034	8.6490	8.4855	8.3395

SiRh kristalinin temel durumdaki toplam enerjisi Şekil 1 de verilen grafikten -103.7945 Hartree olarak elde edilmiştir. Farklı basınçlardaki hacim değerleri ise Şekil 2 den görülmektedir.



Şekil 2. SiRh kristalinin basınca karşılık hacim grafiği.

Tablo 2’den de görüldüğü gibi SiRh kristaline basınç uygulandıkça, kristal sıkışmakta ve hacmi dolayısıyla da örgü parametreleri küçülmektedir.

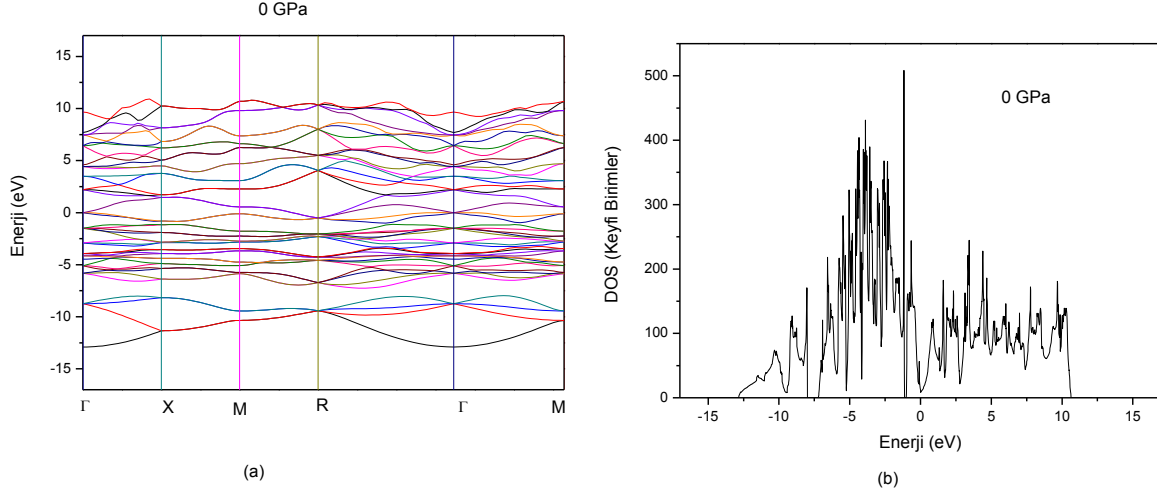
3.2 Elektronik Özellikler

SiRh kübik kristalinin elektronik özelliklerini ortaya koyabilmek için öncelikle X-R- Γ -X-M-R yüksek simetri noktaları boyunca enerji değerleri 0, 25, 50 ve 75 GPa basınç değerleri için çizdirilmiştir. Bu malzemenin temel durumda (0 GPa) metalik özellik gösterdiği görülmüştür. Farklı basınç değerlerinde de durumda bu bakımdan bir değişiklik yoktur. Ancak değerlik bandının en düşük enerji değerinde basınç arttıkça bir azalma ve iletim bandının en yüksek enerji değerinde de basınç arttıkça artma olduğu gözlenmiştir. Bu durum Şekil 3, 4, 5 ve 6 nın kıyaslanmasıyla açıkça görülebilmektedir (Tablo 1).

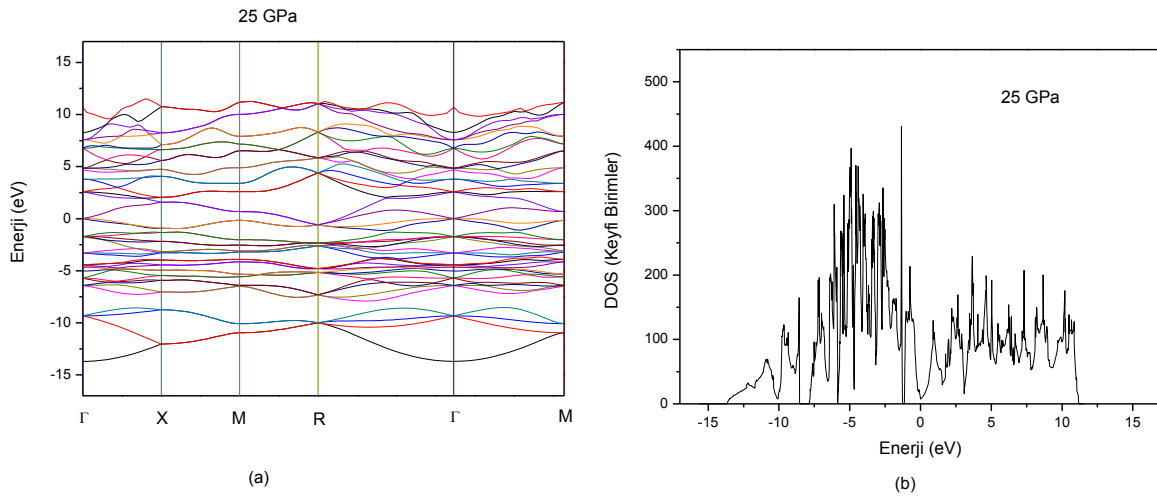
Tablo 1. Basınç arttıkça değerlik bandının en düşük değeri ve iletim bandının en yüksek değerindeki değişim

Enerji (eV)	0 GPa	25 GPa	50 GPa	75 GPa
İletim bandının en yüksek değeri	10.57	11.06	11.63	12.12
Değerlik bandının en düşük değeri	-12.85	-13.65	-14.39	-14.97

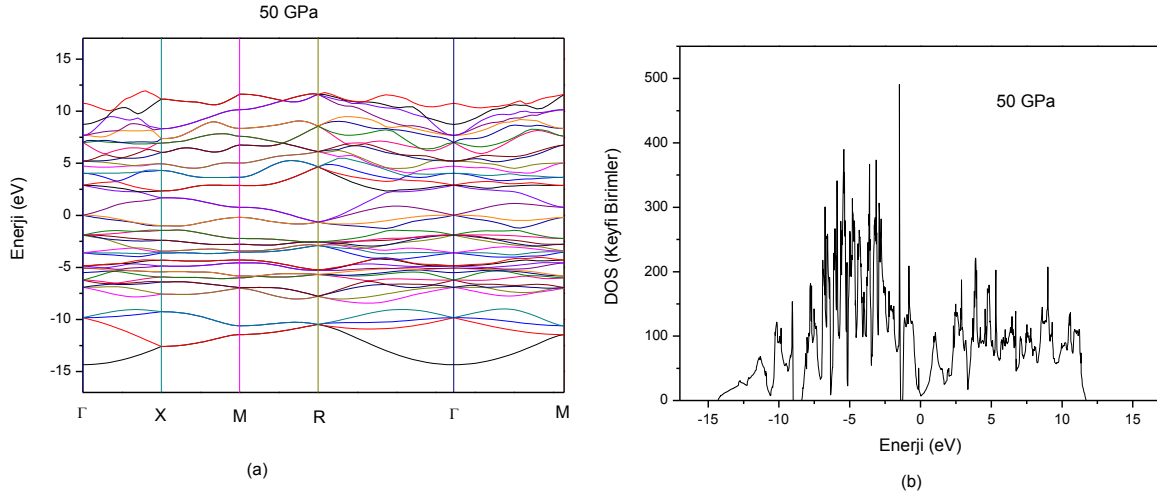
Tablo 1’den de görüldüğü gibi, basınç arttıkça elektronik bandların toplan enerji genişliği artmaktadır.



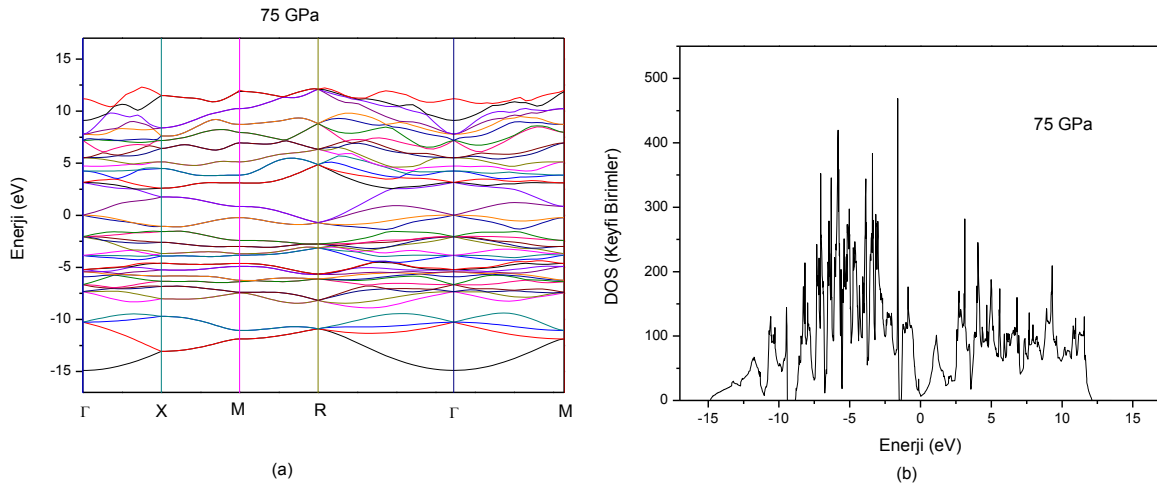
Şekil 3. SiRh kübik kristalinin temel durumdaki (a) elektronik band, (b) durum yoğunluğu grafiği.



Şekil 4. SiRh kübik kristalinin 25GPa basınç altındaki (a) elektronik band, (b) durum yoğunluğu grafiği.



Şekil 5. SiRh kübik kristalinin 50 GPa basınç altındaki (a) elektronik band, (b) durum yoğunluğu grafiği.



Şekil 6. SiRh kübik kristalinin 75 GPa basınç altındaki (a) elektronik band, (b) durum yoğunluğu grafiği.

Elektronik band grafiklerinin ardından SiRh kristalinin 0, 25, 50 ve 75 GPa basınç değerlerindeki toplam durum yoğunluğu grafikleri çizdirilmiştir. Ve bu grafikler ile band grafikleri aynı basınç değerleri için rahatça kıyaslanabilsin diye aynı şeklin a ve b kısımları olarak verilmiştir.

Durum yoğunluğu grafiklerinden de elektronik band genişliğinin basınç arttıkça genişlemekte olduğu ve hiçbir basınç değerinde yasak band aralığı olmadığı görülmektedir.

4.SONUÇ

Bu çalışmada SiRh kristalinin yapısal özellikleri ve 0, 25, 50 ve 75 GPa basınç değerleri altındaki elektronik özellikleri genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı altında yoğunluk fonksiyoneli ile hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplamalarda ABINIT bilgisayar programı kullanılmıştır. Yapısal olarak farklı basınç değerlerindeki örgü parametre değerleri bulunmuştur ve beklenildiği gibi, basınç arttıkça örgü parametrelerinin küçükdüğü gözlenmiştir. Elektronik özelliklerinin incelenmesiyle SiRh kristalinin tüm bu basınç değerleri altında metalik özellik gösterdiği ancak enerji band grafiğindeki toplam enerji aralığının basınç arttıkça genişlediği hem elektronik band hem de elektronik durum yoğunluğu grafiklerinden gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] X. Gonze, J. M. Beuken, R. Caracas, F. Detraux, M.Fuchs, G. M. Rignanese, L. Sindie, M. Verstrate, G.Zerah, F. Jollet, M. Torrent, A. Roy, M. Mikami, P.Ghosez, J. Y. Raty and D. C. Allan, Computational Materials Science25, 478 (2002).
- [2] A. Jain*, S.P. Ong*, G. Hautier, W. Chen, W.D. Richards, S. Dacek, S. Cholia, D. Gunter, D. Skinner, G. Ceder, K.A. Persson (*=*equal contributions*), APL Materials, 2013, 1(1), 011002.
- [3] S. Geller, E. A. Wood, Acta Cryst. 1954, 7, 441.
- [4] M. K. Niranjan, Intermetallics, 2010, 26, 150.
- [5] J. Wang, X. Kuang, Y. Jin, C. Lu, X. Huang, Journal of Allys and Compounds, 2014, 592, 42.
- [6] B. Altıntaş, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 2011, 72, 1325.
- [7] J. Wang, A. Hermann, X. Kuang, Y. Jin, C. Lu, C. Zhang, M. Ju, M. Si, T. Iitaka, RSC Advances, 2015, 5, 53497.
- [8] M. Fuch and M. Scheffler, Comput. Phys. Commun.119,67 (1999).
- [9] N. Troullier and J. L. Martins, Phys. Rev. B43, 1993(1991).
- [10] M. C. Payne, M. P. Teter, D. C. Allan, T.A. Arias, J.D. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys.,1992, 64, 1045.
- [11] W. Khon and L. J. Sham, Phys. Rev.140, A1133 (1965).
- [12] J. H. Monkhorst and J. D. Pack, Phys. Rev. B13, 5188(1976).

**YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE SrSiPt KRİSTALİNİN YAPISAL,
ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Doç. Dr. Emel KİLİT DOĞAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGA) altında, Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine (YFT) (DFT = Density Functional Theory) dayalı çalışan ABINIT bilgisayar programı kullanılarak, SrSiPt kübik kristalinin kesme enerjisi, k noktalarının sayısı, yapısal özellikleri, teorik örgü parametreleri değerleri, elektronik bant yapısı, durum yoğunluğu, elektriksel iletkenlik durumu ve elastik özellikleri incelenmiştir. Bir birim hücresinde dört tane molekül bulunan bu kübik kristalin birim hücresinde 12 atom vardır. SrSiPt kübik kristalinin uzay grubu 198 ve nokta grubu sayısı ise 23'tür. Yoğunluğu ise 7.34 g/cm³'tür. Bu çalışmada hesaplamalar için genelleştirilmiş gradyent yaklaşımında ve Perdew-Burke-Ernzerhof (FHI-Psödopotansiyeller) psödopotensiyeller kullanılmıştır. SrSiPt kristalinin fiziksel özelliklerinin hesaplanmasına önce kesme enerjisi değerinin ve k noktaları sayısının elde edilmesiyle başlanmıştır. Bu iki değer simülasyon ve hesaplamaların en az hata ile, daha kısa sürede ve gerçeğe en yakın değerlerin bulunabilmesi için oldukça önemlidir. Hesaplamalar sonucu SrSiPt kristali için kesme enerjisi değeri 20 Hartree ve k noktaları sayısı ise 45 bulunmuş ve 10x10x10 Monkhorst-Pack bölümlenmesi kullanılmıştır. Ardından yapısal optimizasyon için SrSiPt kübik kristalinin literatürden elde edilmiş olan deneysel örgü parametreleri ve atomik pozisyonları kullanılarak, teorik değerleri hesaplanmıştır. Teorik olarak bulunan örgü parametresi değerinin, 12.3076 Bohr, literatürdeki değerine, 12.3836 Bohr oldukça yakın olduğu görülmüştür. Yapı optimizasyonu sonucunda, SrSiPt kristalinin taban durumdaki hacim ve toplam enerji değeri bulunarak, kristal için basınç hacim ilişkisinin beklendiği gibi davranış sergilediği görülmüştür. Bir sonraki adımda kristalin elektronik bant yapısı ve toplam durum yoğunluğu hesaplamaları yapılarak kristalin elektronik özellikleri elde edilmiştir. Elektronik bant ve durum yoğunluğu grafikleri teorik sonuçlarla yakın benzerlik göstermiştir. Hesaplanan elektronik bant yapısı, SrSiPt 'nin yasak band aralığına sahip olmayıp, iletken bir malzeme olduğunu göstermektedir. Son olarak SrSiPt kristalinin temel durumdaki elastik özelliklerinin ortaya çıkarılabilmesi için sertlik ve uyum katsayıları hesaplanmış ve bu değerlerden Bulk modülü, Young modülü, Debye sıcaklığı, Poisson oranı, Shear modülü, Esneklik katsayısı gibi parametreler hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji bant yapısı, durum yoğunluğu, SrSiPt, yoğunluk fonksiyonel teorisi, elastik özellikler.

1.GİRİŞ

Malzeme bilimi teknolojinin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Gerek doğada var olan gerekse yapay olarak elde edilmiş malzemelerin sahip oldukları fiziksel özellikler o malzemelerin en doğru kullanım alanlarında değerlendirilebilmesi için oldukça önemlidir. Fizikte bunun için hem deneysel hem de teorik yöntemler mevcuttur. Ancak günümüz teknolojisinde teorik yöntemlerle bilgisayar hesaplamaların bir araya getirilmesiyle oldukça doğru sonuçlar elde edilmektedir.

Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisiyle (Density Functional Theory=DFT) çok parçacık problemlerinin çözümü mümkün olabilmektedir. Böylece malzemelerin analizi ve fiziksel özelliklerinin tayini yoğunluk fonksiyoneline dayalı yöntemlerle oldukça doğru ve gerçeğe yakın bir şekilde elde edilebilmektedir. Bu çalışmamızda bu teoriye dayalı olarak çalışan ABINIT [1] bilgisayar programıyla SrSiPt (Strontium platinum silicide) kristalinin yapısal, elektronik ve elastik özellikleri Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (Generalized Gradient Approximation=GGA) altında incelenmiştir. Literatürde DFT ile GGA yaklaşımı altında bir takım malzemelerin yapısal, elektronik ve elastik özelliklerinin araştırıldığı birçok çalışma da mevcuttur, bunlardan bazıları kaynakçada verilmiştir [2-8].

SrSiPt kristalinin birim hücresinde, dört tane molekül ve her molekül de 3 atom içerdiğinden 12 atom vardır. SrSiPt kübik kristali 198 numaralı uzay grubunda ve 23 numaralı nokta grubunda yer almaktadır. Kristal yapısı kübiktir. Yoğunluğu ise 7.34 g/cm^3 olarak bulunmuştur [9]. SrSiPt kristali daha önce çalışılmamış olduğu için bu malzeme ile ilgili kaynak gösterilememiş ve sonuçlar karşılaştırılamamıştır. Ancak yukarıda bahsedilen veri tabanında yer alan örgü parametresi, temel durum hacmi, birim hücredeki atomların konumları, uzay ve nokta grupları sayıları birebir doğru olarak elde edildiğinden sonuçlarımızın güvenilirliği test edilmiştir.

SrSiPt kristalinin fiziksel özellikleri çalışılmaya başlarken örgü parametrelerinin değeri Materials Project [9] isimli bir veri tabanından alınmış ve sistemin optimizasyonu yapılarak örgü parametrelerinin teorik değerleri elde edilmiştir. Ardından sırasıyla yapısal, elektronik ve elastik özellikleri incelenmiş ve takip eden kısımlarda elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerle birlikte verilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

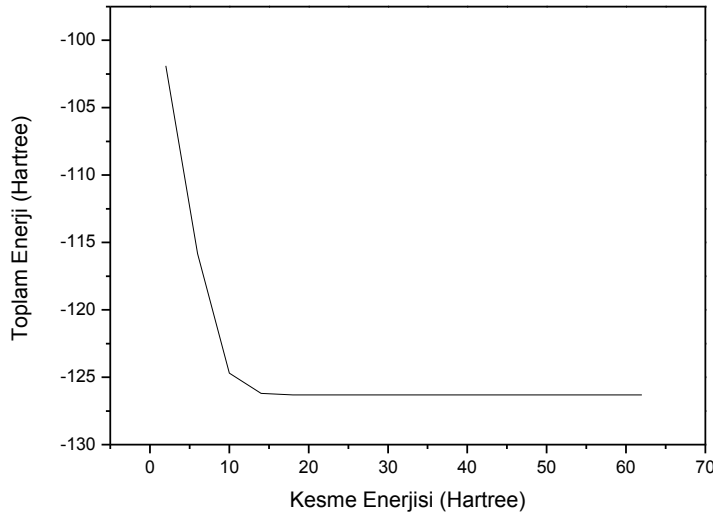
Bu çalışmada SrSiPt kübik kristalinin yapısal, elektronik ve elastik özellikleri ABINIT bilgisayar programıyla incelenmiştir. ABINIT bilgisayar programı DFT tabanlı çalışmaktadır. Yapılan tüm hesaplarda genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı ve Perdew-Burke-Ernzerhof (FHI-Psödopotansiyeller) [10] psödopotensiyeller kullanılmıştır. Eşlenik gradyan küçültme

yöntemiyle [11] Kohn-Sham denklemleri [12], eşlenik gradyan minimizasyon yöntemi [13] kullanılarak çözüldü. Temel düzlem dalgalar elektronik dalga fonksiyonlarının baz setleri için kullanılmıştır. Kesme enerjisi 20 Hartree, k-noktalarının sayısı ise 10x10x10 Monkhorst-Pack [13] bölümlenmesiyle 45 olarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Yapısal Özellikler

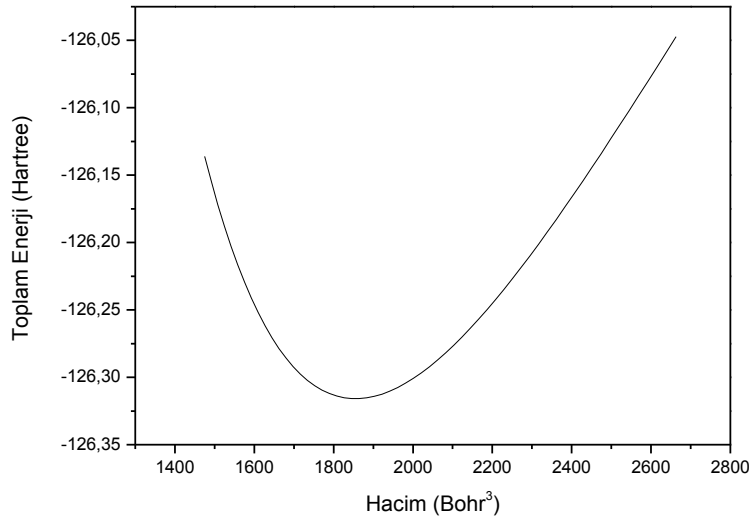
SrSiPt kristalinin yapısal özelliklerinin çalışılabilmesi için öncelikle kesme enerjisi ve k noktalarının sayısı belirlenmiştir. Burada toplam enerjinin en aza indirildiğinden emin olunmuştur. Kesme enerjisinin toplam enerjiye göre grafiği çizdirilerek kesme enerjisi 20Hartree olarak bulunmuştur (Şekil1).



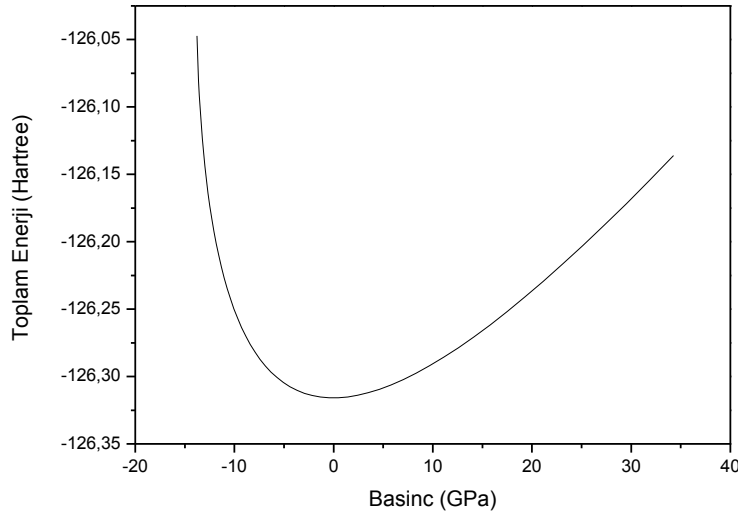
Şekil 1. SrSiPt kristalinin toplam enerjiye karşılık kesme enerjisi grafiği

Ardından elde edilen kesme enerjisi kullanılarak k noktalarının sayısı 10x10x10 Monkhorst-Pack bölümlenmesiyle 45 olarak elde edilmiştir. SrSiPt kristalinin yapısal özelliklerinin tamamlanması için elde edilen bu değerler kullanılarak hacim optimizasyonu yapılmıştır. Hacim optimizasyonu sonucunda toplam enerjiye karşılık hacim ve basınç grafikleri ayrı ayrı elde edilmiş ve sırasıyla Şekil 2 ve 3 te verilmiştir.

Şekil 2 deki minimum noktası SrSiPt kristalinin kararlı olduğu taban durumuna karşılık gelmektedir. Bu noktadaki hacmi 1853,26 Bohr³ tür. Buradan teorik örgü parametresi değeri 12.3076 Bohr olarak bulunmuş, literatürdeki 12.3836 Bohr³lük değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 2. SrSiPt kristalinin toplam enerjiye karşılık hacim grafiği

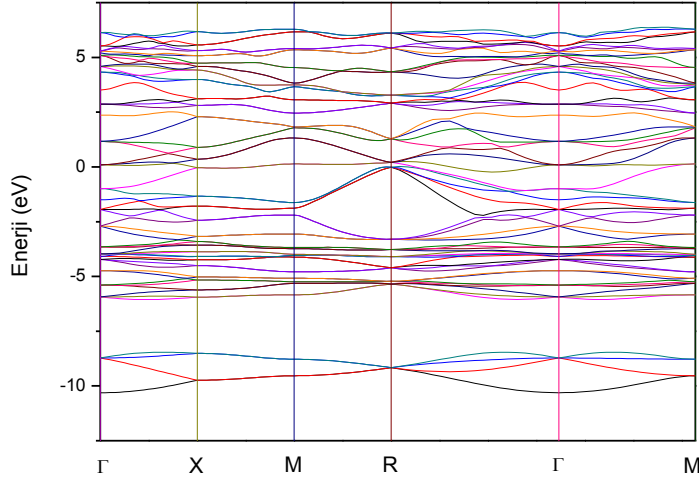


Şekil 3. SrSiPt kristali için toplam enerjiye karşılık basınç grafiği

Yukarıdaki her iki grafikten de (Şekil 2 ve 3) SrSiPt kübik kristalinin en kararlı olduğu durumdaki toplam enerjisi -126,32 Hartree olarak bulunmuştur.

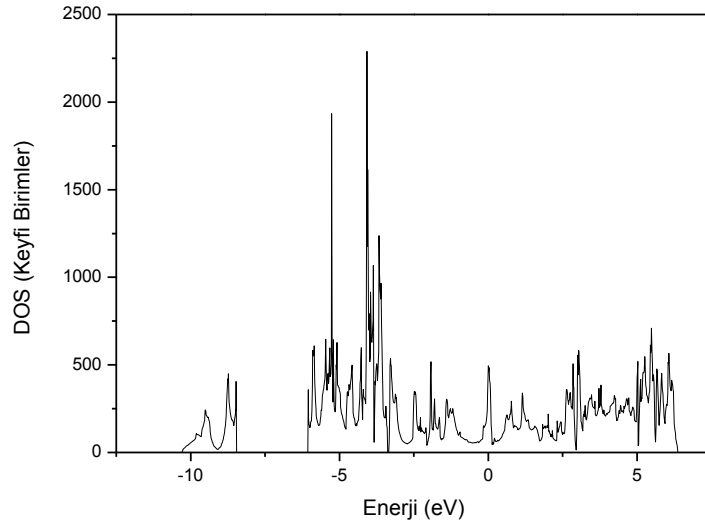
3.2 Elektronik Özellikler

SrSiPt kübik kristalinin X-R- Γ -X-M-R yüksek simetri noktaları boyunca elektronik bandlarının enerjileri elde edilerek, elektronik band grafiği çizdirilmiştir (Şekil 4). Fermi seviyesi 0 eV luk enerji seviyesine çakıştırılmıştır. Grafikte 0 eV luk kısma bakıldığında SrSiPt nin yasak band aralığına sahip olmadığı ve metalik özellik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4. SrSiPt kristalinin elektronik band grafiği

Fermi seviyesinin altında değerlik bandları, üstünde ise iletim bandları görülmektedir. Ardından birim enerjideki durum sayısı olan elektronik durum yoğunluğu grafiği çizdirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. SrSiPt kristalinin elektronik durum yoğunluğu grafiği

Toplam elektronik band grafiğinden yine 0 eV enerji değerine çakıştırılmış olan Fermi seviyesine bakılarak boşluk yani yasak band aralığı olmadığı görülebilir. Şekil 4 ve 5 aynı enerji

skalasında çizdirilmiş ve değerlik bandının en düşük enerji değeri ile iletim bandının en yüksek enerji değerlerinin her iki grafikte de oldukça yakın oldukları görülmüştür.

3.3 Elastik Özellikler

Son olarak SrSiPt kristalinin temel durumdaki elastik özellikleri incelenmiştir. Bu aşamada ilk olarak elastik sertlik katsayıları hesaplanmış ve Tablo 1 de verilmiştir. Elastik uyum katsayıları ise $1/C_{ij}$ ifadesinden yararlanılarak bulunabilir.

Tablo 1. SrSiPt kristalinin elastik sertlik katsayısı

	Elastik Sertlik Katsayısı (GPa)					
C_{ij}	1	2	3	4	5	6
1	124,50037	66,06886	66,06886	0	0	0
2	66,06886	124,50038	66,06886	0	0	0
3	66,06886	66,06886	124,50037	0	0	0
4	0	0	0	52,30875	0	0
5	0	0	0	0	52,30875	0
6	0	0	0	0	0	52,30875

Ardından elde edilen bu katsayılar kullanılarak Bulk modülü, Young modülü, Debye sıcaklığı, Poisson oranı, Shear modülü, esneklik katsayısı gibi parametreler hesaplanmış ve Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo2. SrSiPt kübik kristalinin bir takım elastik özellikleri.

SrSiPt kristalinin elastik özellikleri	Sembol (birim)	Değerler
Voight Bulk Modülü	B_V (GPa)	85,546
Reuss Bulk Modülü	B_R (GPa)	85,546
Bulk Modülü VRH Ortalaması	B_{VRH} (GPa)	85,546
Voight Shear Modülü	G_V (GPa)	43,072
Reuss Shear Modülü	G_R (GPa)	39,743
Shear Modülü VRH Ortalaması	G_{VRH} (GPa)	41,407
Young Modülü	E (GPa)	106,964
Poisson Oranı	ν (-)	0,292
Esneklik Katsayısı	$K=B_{VRH}/G_{VRH}$ (-)	2,066
Debye Sıcaklığı (K)	Θ_D	112,127

4.SONUÇ

SrSiPt kristalinin öncelikle yapısal özellikleri incelendi ve taban durum enerjisi, teorik örgü parametresi, temel durum hacmi elde edilmiştir. Ardından elektronik band ve toplam elektronik durum yoğunluğu grafikleri çizdirilerek SrSiPt kristalinin elektronik özellikleri elde edilmiştir. Bu incelemeler sonucunda SrSiPt kristalinin metalik özellik gösterdiği anlaşılmıştır. Son olarak bu kristalin elastik özelliklerinin anlaşılabilmesi için önce elastik sertlik katsayıları

hesaplanmış, ardından da buradan yola çıkarak Bulk modülü, Young modülü, Debye sıcaklığı, Poisson oranı, Shear modülü, Esneklik katsayısı gibi parametreler hesaplanmıştır. Literatürde SrSiPt kristali ile ilgili benzer bir çalışma görülemediğinden, bu çalışmanın literatüre ve bu alanda çalışmakta olan bilim insanlarına oldukça büyük katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] X. Gonze, J. M. Beuken, R. Caracas, F. Detraux, M.Fuchs, G. M. Rignanese, L. Sindie, M. Verstrate, G.Zerah, F. Jollet, M. Torrent, A. Roy, M. Mikami, P.Ghosez, J. Y. Raty and D. C. Allan, Computational Materials Science25, 478 (2002).
- [2] P. Labéguerie, M. Harb, I. Baraille, M. Rérat, Phys. Rev. B, 2010, 81, 045107.
- [3] B. Baumeier, P. Krüger, J. Pollmann, Phys. Rev. B 2007,76, 085407.
- [4] F.Drief, A.Tadjer, D.Mesri, H.Aourag, Catalysis today, 2004, 89(3), 343.
- [5]A.Bouhemadou, R.Khenata, F.Zegrar, M.Sahnoun, H.Baltache, A.H.Reshak, Computational Materials Science, 2006, 38(2), 263.
- [6] S. Tariq, A. Ahmed, S. Saad, S. Tariq, AIP Advances 2015, 5, 077111.
- [7] A. Bouhemadou, R. Khenata, M. Chegaar, S. Maabed, Physics Letters:A, 2007, 371(4), 337.
- [8] R. Khenata, M. Sahnoun, H. Baltache, M. Rérat, D. Rached, M. Driz, B. Bouhafs, Physica B: Condensed Matter, 2006, 371(1), 12.
- [9] A. Jain*, S.P. Ong*, G. Hautier, W. Chen, W.D. Richards, S. Dacek, S. Cholia, D. Gunter, D. Skinner, G. Ceder, K.A. Persson (*=*equal contributions*), APL Materials, 2013, 1(1), 011002.
- [10] M. Fuch and M. Scheffler, Comput. Phys. Commun.119,67 (1999).
- [11]M. C. Payne, M. P. Teter, D. C. Allan, T.A. Arias, J.D. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys.,1992, 64, 1045.
- [12] W. Khon and L. J. Sham, Phys. Rev.140, A1133 (1965).
- [13] J. H. Monkhorst and J. D. Pack, Phys. Rev. B13, 5188(1976).

**KENT MEKANLARINA GETİRİLECEK YENİ DÜZENLEME KRİTERLERİNİN
BELİRLENMESİNDE PORTEKİZ ÖRNEĞİNİN KIBRIS KAPALI MARAŞ
BÖLGESİNE UYARLANMASI**

THE ADAPTATION OF THE PORTUGUESE SAMPLE INTO MARAS IN THE
DETERMINATION OF THE NEW REFORMATION CRITERIA IN URBAN SPACES

Dr. Vedia AKANSU
Yakın Doğu Üniversitesi

Yüksek Mimar Öğretim Görevlisi Ümran DUMAN
Yakın Doğu Üniversitesi

ÖZET

Kentsel mekan tasarımlarında kentsel dönüşüm projelerinin önemi günden güne artış göstermektedir. Özellikle yıkılmaya ihtiyacı olan ve/veya kullanılmayan alanların yeniden işlev kazandırılmasında kullanıcı ihtiyaçları, kullanılacak malzeme ve eski ile yeni kullanım ilişkileri karmaşası ortaya çıkmıştır. Bu durum tasarımcıların önde gelen sorunları arasında yer almıştır. Buna göre, tasarımı yapılan mekanlar kimi zaman kentle bütünleşmekte, kimi zamansa eklenti olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda yeni yapılacak tasarım çalışmalarında, kentlerin yeniden işlev kazandırılan kısımlarının kentin bütününde ekonomik, sosyal ve kültürel anlamda kullanıcı çeşitliliğini artırması ve uluslararası kullanılabilirlik sağlanmasına katkı koyacak nitelikte olmaları gerekmektedir. Buna göre Portekiz’deki Expo ’98 kent projesi olarak tasarlanmış bölge, kullanılan tasarım kriterleri, malzemeler ve fonksiyonel düzenlemeler açısından örnek alınmıştır. Bu çalışma kapsamında şuan gündemdeki Kıbrıs Kapalı Maraş bölgesinin yeniden işlev kazandırılmasında Portekiz ülkesinde uygulanmış olan Expo ’98 örneği göz önünde bulundurulmuştur. Yapılacak proje çalışması Kapalı Maraş için bir alternatif proje olarak sunulacaktır. Portekiz örneği dikkate alınarak ortaya konulacak alternatif çalışma kent mekanlarına getirilecek yeni düzenleme kriterlerinin belirlenmesine yol göstermiştir. Böylece oluşan yeni kriterlerle Kapalı Maraş bölgesi yeniden düzenlenmiştir. Bu çalışmada, teorik bilgi birikimi Portekiz’deki Expo’98 fuarının arşivinden derleme yapılarak, internet kaynakları, konu ile ilgili kitaplar göz önünde bulundurulularak ortaya konulmuştur. Ayrıca, çalışma devamlılığı gözlem yönetimi kullanılıp, karşılaştırmalar yapılarak sürdürülmüştür. Sonuç olarak; yapılan karşılaştırmalar, incelenen örnek (Expo ’98) doğrultusunda, belirlenmiş yeni düzenleme kriterleri ile Kapalı Maraş bölgesi için bir kentsel düzenleme önerisi ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kentsel dönüşüm, işlevlendirme, yeniden düzenleme kriterleri, Expo ’98 Lizbon, Kapalı Maraş

ABSTRACT

The importance of urban transformation projects in urban space designs is increasing day by day. Especially, the user's needs in the re-functioning of idle areas that need to be demolished, the complexity of materials to be used and old new usage relationships are the main problems of the designer. The spaces to be designed are sometimes integrated with the city and sometimes remain as add-ons. Efforts are needed to increase the economic, social and cultural user diversity of the refunctionalized parts of the cities and to contribute to the international availability. In this context, the region, designed as the Expo '98 city project in Portugal, was taken as an example in terms of design criteria, materials and functional arrangements. An alternative will be presented for the design study which will be carried out with the Expo '98 sample in Portugal in the refunctioning of the currently closed Maras region in Cyprus. The presented alternative will shed light on the determination of the new regulation criteria based on urban spaces. Thus, Maras was reorganized within the criteria to be formed. In this study, theoretical knowledge has been acquired with observations and comparisons from the Portuguese Expo '98 fair archive.

Eventually, new formation criteria have been determined in line with comparisons and the suggested sample (Expo '98). According to this formation criteria, a new urban regulation has been presented for Maras.

Keywords: Urban transformation, functioning, reformation criteria, Expo '98 Lisbon, Maras

1. GİRİŞ

Kentler gelişirken stratejik konumu, farklı kültürlerden ve farklı ekonomik düzeylere sahip bireylerin bir arada yaşaması, sosyal ilişkilerin gelişip değişmesi, siyasi ve politik değişimlerin yaşanması gibi faktörlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu sebeplerle kentlerin, bazı bölgeleri tarihi dokuyu korurken, bazı bölgeleri dönemin koşullarına göre değişim ve gelişim göstermektedir. Kimi bölgeler ise, kullanılamaz atıl durumda yenilenmeyi beklemektedir. Atıl durumdaki bu alanlar çevreyi kötü etkilemekte (betonarme atıl yapıların küreselleşmeye yardımcı olup ekolojik değerleri yok etmesi gibi) ve bölgede baskın sosyal dezavantaj oluşturmaktadır (Randolph ve Freestone, 2008). Bu tür alanlara yeniden işlev kazandırılması önem taşımaktadır. Yeniden işlevlendirilecek alanların kent, kent merkezi ve banliyö ilişkisi içerisinde birbirine bağlantılı olarak gelişim göstermesi tasarımın temel kaygıları arasındadır.

Buradan yola çıkılarak, güncel gelişim ve değişimlere baktığımız zaman Kıbrıs adasının denize kıyısı bulunan bölgelerinden Kapalı Maraş'ın kullanılmaması bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. 1974 öncesi uluslararası tanınan fakat 1974 sonrası terk edilmiş bir alan olarak kalan Kapalı Maraş bölgesi ekonomik, sosyal, kültürel dezavantajlar sağlamaktadır. Halen

kapalı durumdaki bu bölgede, belirli binaların belirli kullanıcı grupları tarafından kullanım izni bulunmaktadır. Bu binalar dışında kalan birçok otel, eğlence merkezleri, ticari yapı, iş merkezleri, kütüphane ve konut yapıları terkedilmiş sorunlu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sorunlu alanların iyileştirilmesi ve tekrardan topluma kazandırılması bu noktada önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, terkedilmiş alanlar için yapılan literatür taramaları sonucunda, bireysel gayri menküllerden oluşan konut veya ticari alanlar karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlar için geliştirilen önerilerde daha çok mevcut bölge halkının kolay kullanımına fırsat sunacak karma kullanımlı yapı tasarımlarına yer verilmiştir. İncelenmiş örnekler arasında Amerika'daki Boca Raton, terkedilmiş Florida Minzer Park alışveriş merkezi ve Chatanooga, Tennessee Eastgate terkedilmiş alışveriş merkezi gösterilebilir (Feronti, 2003 ve Dover Kohl ve diğ., 1998). Bu örnekler bakıldığında işlevini koruması bölgeler içerisinde atıl durumda kalmış parseller üzerindeki yapılar oldukları görülmektedir. Kapalı Maraş ise bölge olarak atıl durumdadır. Atıl durumdaki bölgelerin canlandırma örnekleri incelendiğinde Berlin-Adlershof, Bilbao-Abandoibarra, Dublin-Docklands Development Project (Uluslararası Finansal Servis Merkezi ile birlikte), Melbourne-Docklands project, Viyana-Donau City ve Lizbon-Expo '98 gibi projeler karşımıza çıkmaktadır (Swyngedouw ve diğ., 2002). Bu projeler incelendiği zaman genellikle eski sanayi bölgeleri ve/veya (deniz veya nehire kıyısı bulunan) liman bölgeleri için getirilen düzenlemeler karşımıza çıkmaktadır. Fakat, iklim şartları, arazi yapısı, kullanıcı gereksinimleri, turizmi destekleme potansiyeline verdiği önem ve bunun gibi benzerlikler yanında proje stratejilerinin Kapalı Maraş'a uyarlanabilecek olması Lizbon-Expo '98 in örnek alınmasında önemli rol oynamıştır. Ayrıca, bu projenin uyarlanmasında, başarılı bir proje olduğundan farklı dünya ülkeleri arasında da örnek alınması etken olmuştur. Özetle, Kapalı Maraş, daha önce terkedilmiş bir alanın yeniden işlevlendirilmesi projelerinden, uluslararası başarılarla imza atmış Expo'98 projesini çağrıştırmaktadır. Bu sebeple çalışma kapsamında, Lizbon Expo'98 ile yeni bir kimlik kazanan Tagus Nehri kıyısındaki terkedilmiş sanayi ve liman bölgesi, Kapalı Maraş ile birlikte düşünülmüştür. Çalışmanın amacı; terkedilmiş ve günümüzde açılmasına yönelik atılımların gözlemlendiği Kapalı Maraş bölgesinin, Expo '98 projesi ışığında yeniden canlandırılması ve şehirle bütünleşmesinin sağlanmasıdır.

Çalışma metodu olarak; Expo '98 proje stratejileri (planlama seviyesi, tasarım seviyesi ve geliştirme/yönetim/finansal seviye) ile birlikte belirlenen akslar yardımıyla ortaya konulan bölgesel planlama çalışmaları incelenecek ve Kapalı Maraş'a uyarlanacaktır. Kapalı Maraş yeniden tasarlanırken kamusal alan tasarımında, kentsel alan okunaklılığı, Akdeniz ve kıyı

yerleşimi ile fiziksel bir ilişki kurulması ve mevcut kentsel doku ile olumlu bir bütünleşme sağlanması unsurları dikkate alınacaktır. Ortaya çıkacak çalışmanın, bölgeye yapılacak proje çalışmalarına katkı sağlamasının yanında gelecekte yapılacak kentsel atıl alanların canlandırılmasına yönelik projeler için yöntem olarak örnek alınması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada gözlem, karşılaştırma teknikleri kullanılarak Lizbon fuarında (Expo '98) ortaya konulan projenin Kapalı Maraş'a uyarlanması ile geliştirilen yöntem çalışmaya ışık tutmuştur. Expo '98 bölgesi ile Kapalı Maraş kasabası arasındaki benzerlikler projenin uyarlanabilirliğine katkı sağlamıştır. Expo '98 için yapılan uygulamanın proje stratejileri, bölgelendirme çalışmaları ve plan üzerinden belirlenen akslar bakımından Kapalı Maraş'a uyarlanması ile yeniden işlev kazandırılması ön planda tutulmuştur.

Buna göre Expo '98 proje stratejileri; planlama seviyesi, tasarım seviyesi ve geliştirme / yönetim / finansal seviye dikkate alınarak Kapalı Maraş'a uyarlanacaktır. Planlama seviyesinde karma kullanımın sağlanması, ekonomik kaynakların sağlanması ve stratejik alt yapının geliştirilmesi ön planda tutulmuştur. Tasarım seviyesinde, mimari tasarım ve kentsel tasarım düşünülerek çalışma ilerletilecektir. Geliştirme, yönetim ve finansal seviye ise model geliştirme/yönetme ile finansal modelin düşünülmesini destekleyecektir. Ayrıca arazinin tanımlanması ve tasarlanmasında belirlenen akslar ulaşım ağının oluşturulmasına ve bölgelerin kararlaştırılmasına yön verecektir.

2.1. Çalışma Alanı: Kapalı Maraş

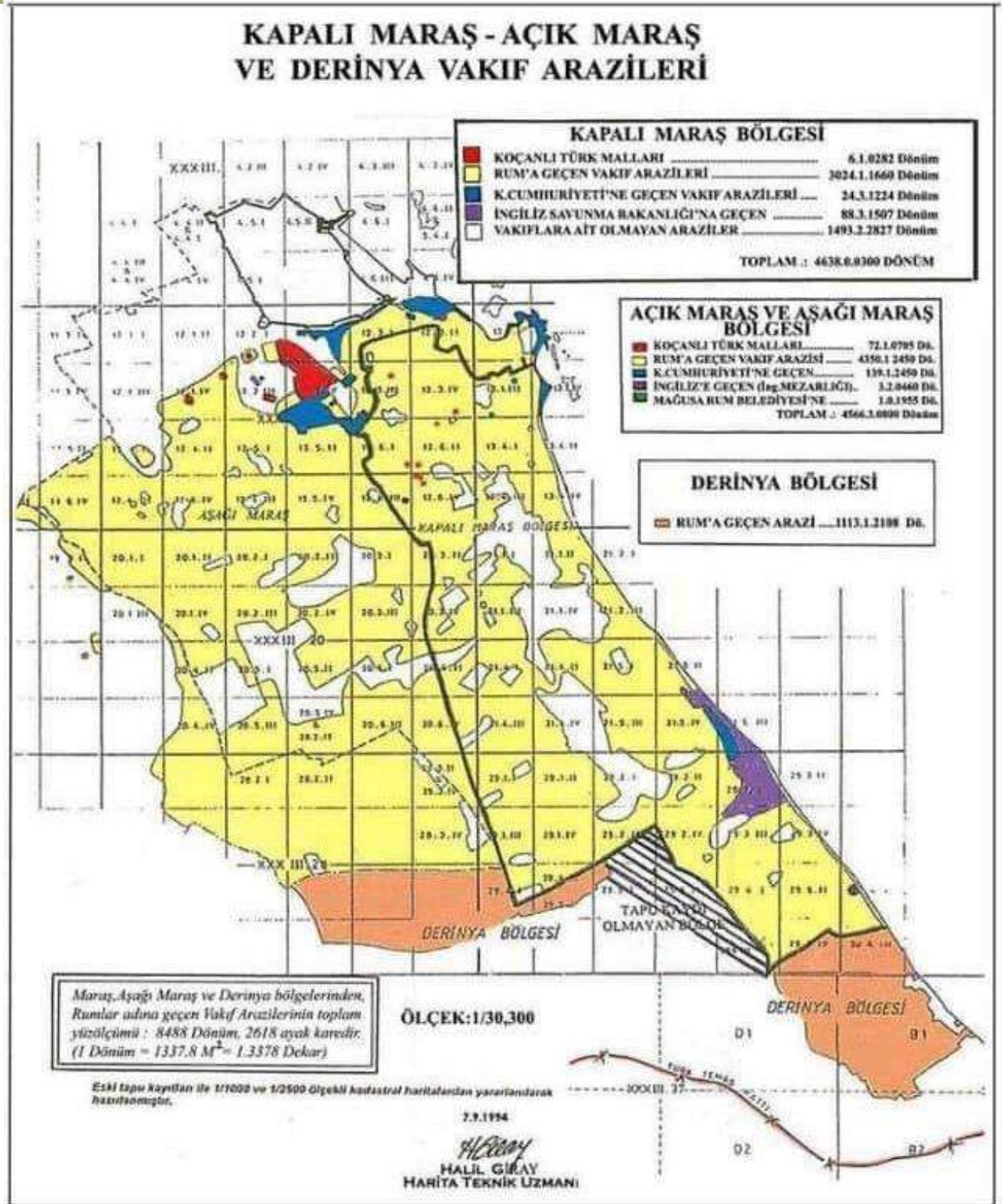
Kıbrıs Akdeniz'in doğusunda bulunan, Akdeniz iklimine sahip bir adadır (Delipetrou ve diğ., 2008). Sahip olduğu iklimin özellikleri dolayısıyla turizm ve buna bağlı olarak ticaretin önemli merkezlerinden biridir. Ada'nın kuzeyinde, Lefkoşa, Girne, Mağusa, İskele ve Güzelyurt olmak üzere beş önemli şehir vardır. Mağusa bunlar arasında önemli bir liman kentidir. Liman kentleri daha çok ticaret niteliğine sahipken, turizm işlevi taşırlar (Kaypak, 2012). Mağusa Ticaret ve Endüstri Odası kayıtlarına göre 1974'ten hemen önce Mağusa'nın adaya göre nüfus oranı %7 iken adanın %10'una iş gücü sağlamaktaydı. Turizm sektöründe ise, adadaki otel yatak kapasitesinin %50'si Mağusa'da idi. Ayrıca, adaya deniz yolu ile gelenlerin %50'sinin buradan giriş yaptığı ve kargo gönderim / alımının %83'ünün buradaki limanından karşılandığı bilinmektedir (Keshisian, 1985).

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Mağusa kent sınırlarına bağlı yerleşimlerden Maraş, ticaret ve turizm merkezi haline gelmiş bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişimini bu yönde ilerleten kasaba bu durumunu yaklaşık 15 yıl sürdürebilmiştir. Bilindiği üzere kentlerde bazı dönemler siyasi, politik ve ekonomik nedenlerle değişimler yaşanabilmektedir. Mağusa'nın Maraş bölgesi de bu durumu yaşamış bölgelerden biridir.

Kıbrıs'a dair arşiv belgelerinde (28 Ocak 1573 tarihli belgede) 'varoş' kelimesi ilk defa bu bölgeyi tanımlamak için kullanılmıştır. Rumlar tarafından halen "varosha" (varoşa) olarak adlandırılan bölgenin günümüzde bilinen ismi Maraş'tır (İbili, 2011). Farklı kaynaklar incelendiğinde bu bölge için Maraş (*Merash*) ismi ilk kez 1738 yılında Richard Pococke tarafından kullanılmıştır (Cobham, 1969).

Yerleşim, ~450 hektar (Google Earth, 2019) alana sahiptir. Maraş'ın üzerine oturduğu toprakların zamanında Osmanlı vakıf arazisi olduğu 1898'de (İngiliz Dönemi'nde) Mağusa Rum Belediyesi'ne devredildiği bilinmektedir (İbili, 2011) (Şekil 1).

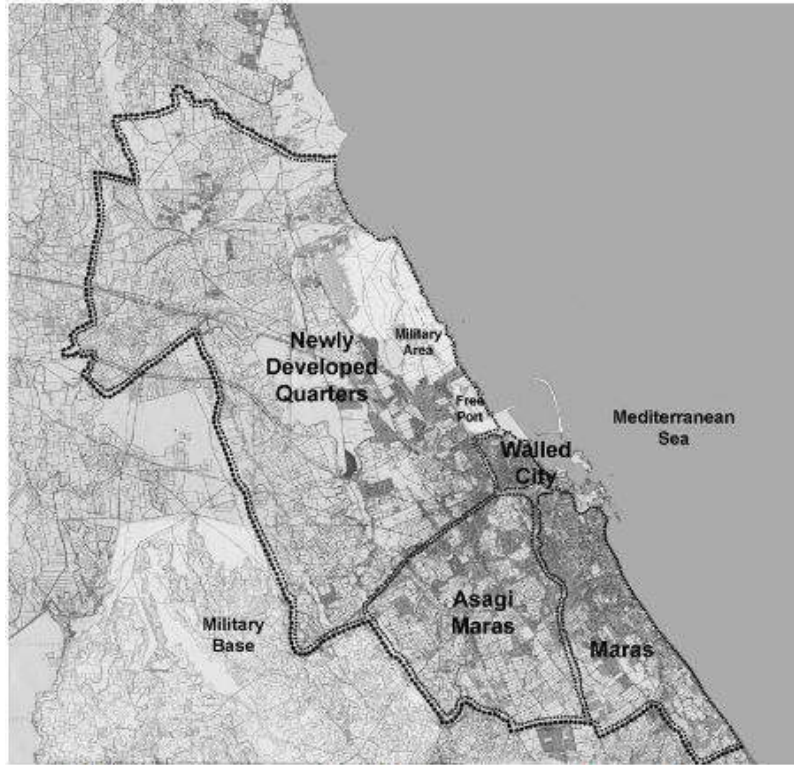


Şekil 1. Kapalı Maraş - Açık Maraş Vakıf Arazileri (Kapalı Maraş Çocukları, 2019).

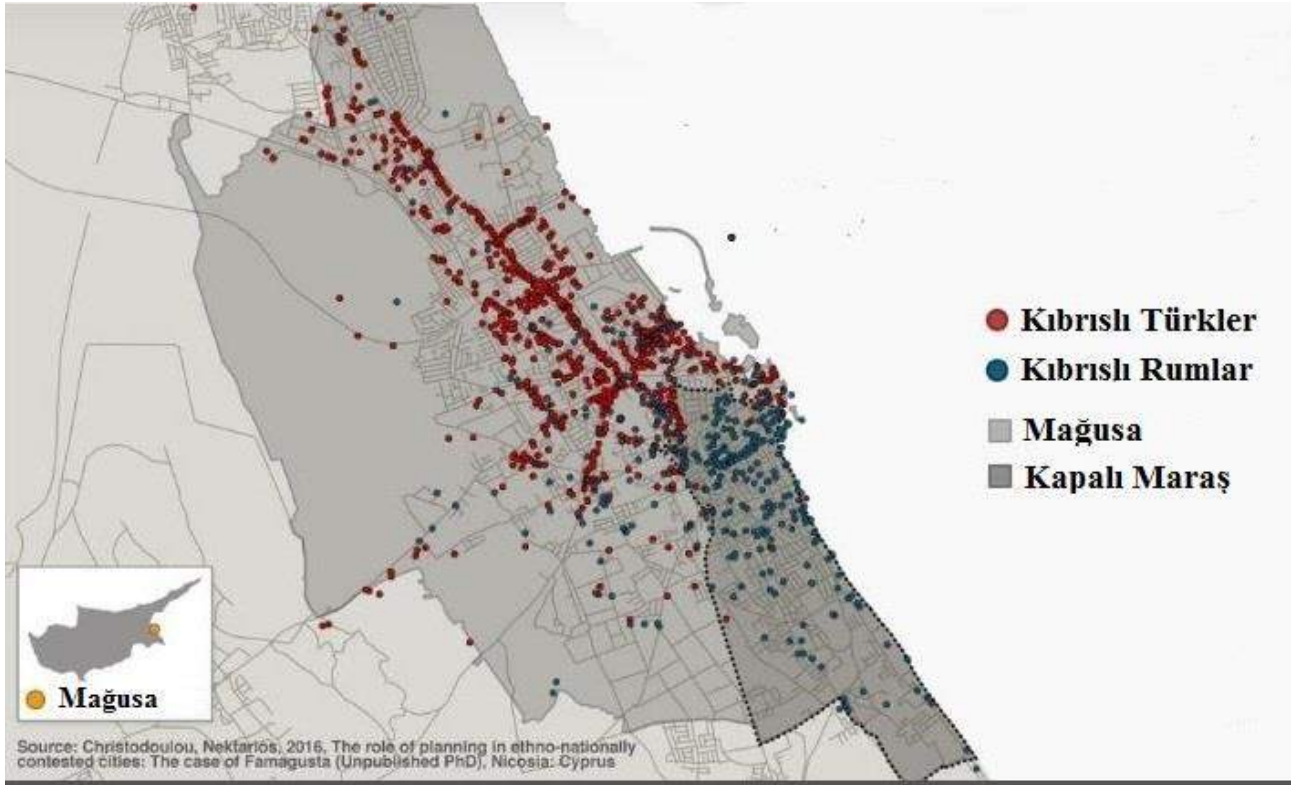
1960 yılında kurulan Kıbrıs Cumhuriyeti ile en parlak yıllarını yaşamıştır. 1960-1974 yılları arasında, adada hüküm süren Kıbrıslı Türkler ve Rumlar arasında yaşanan siyasi ve politik sorunlar nedeniyle sıkıntılı bir dönem yaşanmıştır. Buna rağmen, Maraş bölgesi gelişmeye ve yenilenmeye devam etmiştir. Fakat, 1974’de gerçekleştirilen Barış Harekatı ile sıkıntılı günler yaşamış ve ardından boşaltılarak kullanıma kapatılmıştır. Sonrasında bölge Kapalı Maraş (Hayalet Şehir-*Ghost Town*) adı ile literatürlerde yerini almıştır. Bu bölge 1974’den günümüze Birleşmiş Milletler tarafından denetlenen ve Kıbrıs adasını ikiye ayıran yeşil hat olarak bilinen tampon bölgededir. Yeşil Hat (tampon bölge), Kıbrıs'ta var olan iki ayrı devleti Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ile Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ni ayıran bölgeyi belirtmek için kullanılmaktadır (Bueno-Lacy ve Houtum, 2018). Bu kapsamda, Maraş bölgesinin 1974 öncesi ve sonrası gelişimleri irdelemek önem taşımaktadır.

2.1.1. 1974 öncesi Kapalı Maraş’ın durumu

İngiliz dönemi boyunca Türkler genel olarak Mağusa sur içinde yaşamaya devam ederken, Rumlar kentin güneyinde deniz kıyısı boyunca uzanan ve Maraş'ın iç kısımlara doğru genişlemesiyle oluşan bugün Aşağı Maraş denilen bölgeye yerleşmişlerdi (İbili, 2011) (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. Kıbrıs Maraş ve Aşağı Maraş bölge sınırları ve Mağusa şehir merkezi ile ilişkisi
(Rafiemanzelat, 2014)



Şekil 3. 1974 öncesi Mağusa ile Maraş yerleşkesi ve Kıbrıslı Türk/Rum yaşam alanları (Christodoulou, 2016)

Günlük yaşamın yanı sıra Maraş kasabası, 1960 yıllarının sonlarında 1970 yıllarının başlarında bir dizi yatırımcının hotel inşa etmesi ile yeni bir ilgi dalgası yaşadı (Sterling, 2014). Böylece Akdeniz'in önemli kasabalarından biri haline gelmişti. Kasaba önemini, 1974 öncesi Kıbrıs adasının doğu kıyısında, 39.000'in üzerinde nüfusa sahip dünyanın en ünlü turizm ve ticaret merkezi olarak gelişen kozmopolitan bir bölge olmasından almakta idi (Michael, 2011). Bunun sebebinin Akdeniz'in ünlü turizm ve eğlence kentlerinden Lübnan'a bağlı Beyrut şehrinin ülkedeki iç savaştan etkilenmesiyle can güvenliğinin olmaması, buna bağlı olarak cazibesini kaybetmesi olduğu bilinmektedir. Kıbrıs'ın konum bakımından Avrupa'ya kolay ulaşılabilir bir noktada bulunması, tabii plajları, özellikle Akdeniz ikliminin varlığı, batı Avrupa ülkelerinin üst gelir grubundaki kişilere çekici gelmesi gibi faktörler Maraş bölgesinin cazibesini artırmıştır (Akengin ve Kaykı, 2013). Böylece bölge dinamik, gelişen ve büyüyen bir yerleşke olmuştur.

Maraş, turizm alanı, yerleşim alanı ve sosyal-idari merkez olarak üç alandan oluşuyordu. Maraş'ın sahil tarafındaki bölgesi turizm bölgesi iken konut alanları ve idari merkezin bulunduğu bölge Aşağı Maraş olarak karşımıza çıkmaktadır. 1974 öncesi Mağusa Belediyesi

arşivine göre bina dağılımları 10.000 yataklı 45 otel, 60 apartman tipi otel, 3.000 ticari birim, 99 rekreasyon / eğlence merkezi, 143 yönetim ofisi, 4649 özel ev, 21 banka, 24 tiyatro ve sinema, 1 kütüphane ve 380 yapımı tamamlanmamış inşaat alanı olarak literatürde yerini almaktadır (Boğaç, 2002) (Şekil 4).



Şekil 4. 1974 öncesi Maraş'tan bir görünüm (Detay, 2019)

Bunun yanında, uluslararası şirketlere uzun vadeli yatırım izni verilerek 50-100 yıllığına Rum arazilerinin yabancı yatırımcılara kiralandığı ve otellerin bir kısmı için yabancı (İtalyan, Alman, İngiliz gibi) yatırımcılarla yap-işlet-devret mantığı ile sözleşmeler yapıldığı bilinmektedir (İbili, 2011). Tüm bu araştırmalara dayanarak, Kapalı Maraş'ın 1974 yılına kadar aktif bir bölge olduğu söylenebilir.

2.1.2.1974 sonrası Kapalı Maraş'ın durumu

1960-1974 yılları arasında en parlak dönemlerini yaşamış Maraş (Varoşha) kasabası 1974 yılı ve sonrasında cazibesini yitirmiştir. Savaş izlerine sahip bir yerleşim kimliği taşıyan bölge, 1974 yılında yaşananlarla 4.469 ailenin evlerini terketmesiyle yerleşim ve iskana kapalı durumda karşımıza çıkmaktadır. Maraş içerisinde günümüzde 8.852 adet bina mevcuttur. Mevcut yapıların bir kısmı 10-15 katlı apartmanlardan oluşurken, önemli bir diğer kısmı ise zamanının en lüks otelleri ve kumarhaneleridir. Yaşanan olaylar kent için en büyük gelir kaynağı olan ticaret ve turizm faaliyetlerinin sona ermesine sebep olmuştur (Akengin ve Kaykı, 2013).

Günümüzde yerleşime kapalı olmasından dolayı bu alanı ifade etmek üzere “Kapalı Maraş” ismi yaygın olarak kullanılmaktadır (Akengin ve Kaykı, 2013). Kapalı Maraş, Maraş'ın 1974 hareketinden sonra tellerle kapatılan, sahil tarafındaki turizm bölgesidir. Kapalı bölge için ‘dondurulmuş bölge’, ‘kentsel imha’, ‘hayalet kasaba’ gibi terimlerin de kullanıldığı bilinmektedir. Maraş'ın konut alanları (Aşağı Maraş) ve idari merkezin bulunduğu bölge ise kullanıma açık tutulmuştur. Açık tutulan bölgedeki Rumların terkettiği tarımsal araziler ve portakal bahçelerinin bakımını ve sebze meyve üretiminin sürdürülmesini sağlamak amacıyla buraya Güney Kıbrıs Rum kesiminden ve Türkiye’den göç eden Türk aileler yerleştirilmiştir (Önal ve diğ., 1999).

Günümüzde Kapalı Maraş ziyaret edildiğinde burayı çevreleyen tellerin arasından, hiçbir yaşam belirtisi olmayan terkedilmiş binalar görülmektedir (Bjorkdahl ve Kappler, 2017) (Şekil 5).



Şekil 5. 1974 sonrası Kapalı Maraş’tan bir görünüm (Daily Sabah Diplomacy, 2019)

Açık Maraş kısmında yaşamlarını sürdüren aileler ise, bu manzara ile karşı karşıya yaşamak durumunda kalmışlardır.

2.2. Lizbon Expo’98

Dünyanın en büyük uluslararası fuarlarından Dünya Fuarı Expo (World’s Fair Expo) ilk kez 1851 yılında İngiltere’de gerçekleştirilmiştir. Sergileme kelimesinin İngilizce karşılığı olan ‘Exposition’ sözcüğünün kısaltılmasından ortaya çıkan Expo, dünya fuarlarına ismini vermektedir. Dünyanın farklı şehrinde düzenli olarak faaliyet gösteren bu fuara 1998 yılında Portekiz’in Lizbon kenti ev sahipliği yapmıştır. Bu kent 15.yy’dan günümüze Avrupa’nın

önemli ticaret noktalarındandır. Expo'98 fuarı ile Lizbon'un Tagus Nehri kenarında bulunan atıl durumdaki liman ve sanayi bölgesinin yeniden canlandırılması ve kentin merkezi haline getirilmesi amaçlanmıştır. Proje Vasco de Gama'nın Hindistan'a yolculuğunun 500. Yıl dönümü kapsamında gerçekleştirilmiş olup Okyanuslar, Geleceğe Miras (*The Oceans, A Heritage for the Future*) ana teması ile ortaya konulmuştur (Monclús, 2008).

2.2.1. Expo'98 planlama aşamalarının incelenmesi

Lizbon Expo planı, dünya fuarları arasında etkin bir şekilde kabul edilen geleceğe yönelik ilk kentsel ve mimari plandır. Bu plan, şehir planlama, kentsel tasarım ve mimarisiyle net bir stratejiyi cesur bir finansal model ile birleştiren ilk fuardır. Kentin uzun vadeli kullanımını destekleyecek şekilde uyumlu bir şehir planlama yapılmıştır. Arazi kullanımları ve ikonik binaların yeniden kullanımına fırsat vermektedir. Planın proje lideri Vassalo Rosa'dır. Kamusal alan tasarımında, kentsel alan okunaklılığı, nehir ve çevresi ile fiziksel bir ilişki kurulması ve mevcut kentsel yapı ile olumlu bir bütünleşme sağlanması hususlarının dikkate alındığı, proje lideri tarafından ifade edilmiştir (Aelbrecht, 2014).

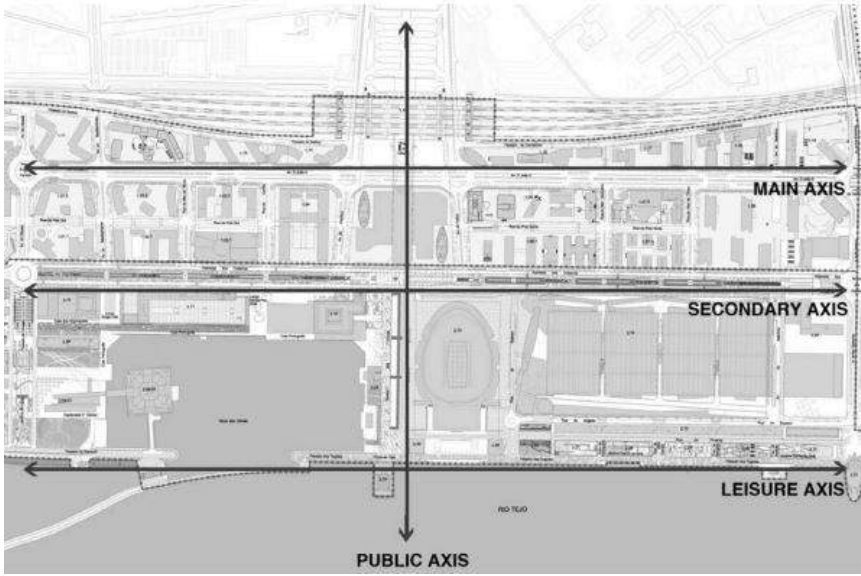
Planlamada kullanılmış 340 hektarlık atıl alan, 6 ana bölgeye ayrılarak her bir bölge farklı tasarımcılar tarafından tasarlanmıştır. 1. Merkez bölge (*central zone*)-görüntüleme platformu, 2. Koruma bölgesi (*enclosure zone*), 3. Güney bölge (*South zone*)-yerleşim yeri ve marina, 4. Kuzey bölge (*North zone*)-yerleşim yeri, 5. Sacavém Bölgesi (*Sacavém zone*) ve 6. Kuzeyde yer alan büyük kent parkı (*a large city park zone*) olarak tasarlanmıştır (Akansu, 2015) (Şekil 6).



Şekil 6. Expo'98 proje tasarım bölgeleri (Akansu, 2015)

Bunun yanında, planlama aşamasında belirlenen dört ana aks Şekil 3'deki gibi belirtilmiştir. Kamusal aks (*public axis*) istasyon, alışveriş merkezi, ana meydan (Rossio dos Olivais) gibi ana kamu faaliyetlerini toplayan nehre dik bir akstır. Ana aks (*main axis*) yaya ve yoğun araç trafiğini şehir merkezi ve komşu bölgelere erişilebilirliği sağlayan tek akstır. Serbest aks

(*leisure axis*) tüm nehir kenarı boyunca uzanan yaya aksıdır. İkincil aks (*secondary axis*) ise, üç mahalleyi (güney ve kuzey yerleşim bölgeleri ile merkezi halka açık alanı) birbirine bağlayan mahallelerin omurgası olarak çalışan bir trafik aksıdır (Aelbrecht, 2014) (Şekil 7).



Şekil 7. Expo'98 planında belirlenmiş 4 düzenleyici aks (Aelbrecht, 2014)

Tasarım sırasında iki önemli hedef dikkate alınmıştır. Bunlardan birincisi tasarlanacak bölgenin atıl alanlarının kendi kendini finanse edebilmesi, diğeri ise; çevre ile uyumlu bir şekilde yeniden canlanmasıdır (Monclús, 2008). Bu hedefler geliştirilirken proje stratejilerinin belirlenmesine gerek duyulmuştur. Bu bağlamda Expo'98 proje stratejileri planlama seviyesi, tasarım seviyesi ve geliştirme-yönetim ve finansal seviye olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 1. Expo'98 proje stratejileri (Aelbrecht, 2014'den yazarlar tarafından uyarlanmıştır.)

Expo'98 Proje Stratejileri		
(1) Planlama Seviyesi	(2) Tasarım Seviyesi	(3)Geliştirme, Yönetim ve Finansal Seviyesi
Expo öncesi ve sonrası bir arada düşünülerek planlama çalışmalarına başlanmıştır. Amaç: Bir merkez oluşturmak ve Expo fuarını gerçekleştirmek. Kullanılan ilkeler ise; • Karma kullanımın sağlanması (konut, hizmet alanları ve ticari birimler) • Ekonomik kaynakların sağlanması • Stratejik alt yapının gelişmesi	<u>Mimari</u> Tasarım: Yeniden kullanım fikriyle geçici ve kalıcı yapıların tasarımı. <u>Kentsel</u> Tasarım: Kalıcılık ve işlevsellik fikriyle çift fonksiyonlu ortak alanlar tasarlamak.	<u>Model Geliştirme/Yönetme:</u> Dünya sergisi tasarlama, inşa etme ve sökme aynı zamanda bölge arazilerini satın alma, geliştirme ve satma görevi verilen kamu sermayesine erişimi olan özel bir 'Parque Expo' şirketinin oluşturulması. <u>Finansal Model:</u> Yapılan projenin, Expo fuarı sonrası özel yatırımcı ve geliştiricilere satışı (arsa ve pavilyon).

Tablo 1'deki veriler bağlamında, planlama seviyesinde ilk hedef olarak, bölgeye farklı ulaşım stratejileri düşünülmüş, ulusal ve uluslararası yollar planlanmıştır. İkinci hedef, karma kullanımı sağlamaktır (Aelbrecht, 2014). Bu bağlamda merkezi, ticari, iş, eğlence ve kültürel faaliyetler için kentsel tesislerin dengeli dağılımının yanısıra Expo'nun kuzey ve güney bölgeleri ağırlıklı olarak konut yerleşimine ayrılmıştır. Karma kullanımın sağlanması için, tek istasyonla tren-otobüs-metro ulaşım ağı düşünülmüştür. Buna ek olarak, lizbon sergi merkezi, büyük bir akvaryum, çok işlevli bir pavilyon, çeşitli kamusal alanlar ve parklar, hastane, üniversite gibi farklı fonksiyonlara yer verilmiştir. Önceden atıl durumdaki sanayi ve liman bölgesi bu kapsamda meydana gelen dönüşüm ve yeniden yapılandırma projesi ile topluma kazandırılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Bölgenin Expo'98 öncesi ve sonrası durumu (Veles, 2000)

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Expo'98 planı uygulanma aşaması sonrası, kullanıcı memnuniyeti anket çalışmaları ile ölçülmüş ve kullanıcıların memnun olduğu saptanmıştır. Ayrıca, planlama içerisinde bulunan pavilyon ve kamusal alanların çoğu hem ulusal hemde uluslararası ödüller kazanmıştır. Kamusal alana gösterilen bu ilgi Parque Expo'ya atanan kentsel dönüşüm programı oluşmasına neden olmuştur. O zamandan beri Parque Expo, Angola'daki Chicomba, Brezilya'daki Recife, Cape Verde'deki Praia ve Mısır'daki Kahire gibi dünyanın dört bir yanındaki şehirlere tavsiyelerde bulunan bir şehir danışmanlık şirketi olmuştur (Aelbrecht, 2014). Bu durum Expo'98 planlamasının başka projeler için önemli bir kaynak olabileceğinin resmi kanıtıdır.

2.2.2. Expo'98 planlama aşamalarının Kapalı Maraş'a uyarlanma yönteminin belirlenmesi

Çalışmada yöntem belirlenirken Expo'98 projesinin örnek olarak seçilmesindeki sebep, bu bölge ile Kapalı Maraş bölgesi arasındaki benzerlik ve farklılıkların yoğun olmasıdır. Bu benzerlik ve farklılıklar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Expo '98 ile Kapalı Maraş'ın Karşılaştırılması

EXPO '98 İLE KAPALI MARAŞ'IN KARŞILAŞTIRILMASI		
	Expo'98	Kapalı Maraş
BENZERLİKLER	Expo'98 projesinin uygulandığı arazi önceden terkedilmiş atıl durumda (<i>Brownfield</i>) bir arazi idi.	Kapalı Maraş ise, 1974 sonrası yaşananlarla terkedilmiş atıl durumda (<i>Brownfield</i>) bir arazidir.
	Tagus Nehri kıyısı boyunca uzanan bir arazidir.	Akdeniz kıyısı boyunca uzanan bir arazidir.
	Lizbon kentinin tarihi dokusu ile bağlantısı olan bir konumdur.	Mağusa kentinin tarihi dokusu ile bağlantısı olan bir konumdur.
FARKLILIKLAR	Terkedilmiş sanayi ve liman bölgesi idi.	Terkedilmiş ticaret ve turizm bölgesidir.
	Terkedilmiş sanayi ve liman atıkları vardı.	Terkedilmiş araziler, mevcut binalar ve yarım inşaatlar vardır.
	340 Hektarlık atıl alan idi.	~450 hektarlık atıl alandır.
	Uluslararası demir yolunun geçtiği noktadadır.	Mağusa ticaret limanına ~2 km mesafede yer almaktadır.
	Flora ve fauna izlerine rastlanmamaktadır.	Bölge şuan yoğun flora ve faunanın yaşam alanı haline gelmiştir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tüm bu karşılaştırmalar sonucunda Expo '98 projesinin kapalı Maraş'a uyarlanabileceği kararı alınmıştır. Bu kararla Expo '98 planlama aşamaları ele alınıp, Kapalı Maraş düşünülerek değerlendirilmiştir. Expo '98 için belirlenmiş proje stratejileri üzerinden yola çıkılarak arazide belirlenen akslar ve bölgeleme çalışmaları Kapalı Maraş'ın planlama önerisi için yöntem olarak ortaya konulmuş ve yerleşimin yeniden canlandırılması için uyarlanmıştır.

Tüm bu çalışmaların yanında, Expo '98 projesi gözlemlendiği zaman ortaya çıkarılmış kriterlerin Kapalı Maraş projesi için de dikkat edilmesi gerekliliği Tablo 3'deki gibi sıralanmıştır.

Tablo 3. Expo '98 Projesi'nin gözlemlemesi sonucunda ortaya çıkan Kapalı Maraş Proje kriterleri

Kapalı Maraş Proje Kriterleri
1. Evrensel tasarım kavramı ile iyileştirme çalışmalarının ele alınışı; (Sosyal Değerler) • Ulaşım: yaya ulaşımı ve araç ulaşımı • Dolaşım: kent içi, kent merkezi ve diğerleri • Erişim: Kent merkezi ve kent içi fonksiyonları
2. Form-Fonksiyon ilişkisi • Yatay-dikey yapılaşmalar • Farklı fonksiyonların bir arada kullanılması (konut-ticari...vb.)
3. İyileştirme çalışmalarında Malzeme seçimi (Ekonomik Değerler) • Mevcuttaki Malzemeler (Kent merkezi ve çevre binalardaki malzemeler) • Güncel Malzemeler
4. Kullanıcı Gereksinimleri • Eski kullanıcı gereksinimleri • Yeni kullanıcı gereksinimleri
5. Kendi kendini finanse edebilen tasarım önerileri
6. Çevreye uyumlu tasarımlar (açık, yarı-açık ve kapalı mekan ilişkileri)

Tüm bu çalışmalar ışığında ortaya çıkarılan yöntem Kapalı Maraş için uyarlanmıştır.

3. EXPO'98 PLANLAMA AŞAMALARININ KAPALI MARAŞ'A UYARLANMASI

Expo '98'de yapılan incelemeler ve araştırmalar sonucunda Lizbon kentinde Tagus Nehri kıyısındaki bölge için belirlenmiş proje stratejileri Kapalı Maraş'a uyarlanmıştır. Bu stratejiler iki önemli hedefe göre belirlenmiştir. Birincisi tasarlanacak bölgenin atıl alanlarının kendi kendini finanse edebilmesi ikincisi ise; çevre ile uyumlu bir şekilde bölgenin yeniden canlanmasıdır. Bu stratejiler Tablo 4'deki gibidir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 4. Kapalı Maraş'a uyarlanan Proje Stratejileri (Aelbrecht, 2014'den yazarlar tarafından uyarlanmıştır.)

Kapalı Maraş'a uyarlanacak Proje Stratejileri		
(1)Planlama Seviyesi	(2)Tasarım Seviyesi	(3)Geliştirme, Yönetim ve Finansal Seviyesi
1974 yılı öncesi ve sonrası bir arada düşünülerek planlama çalışmalarına başlanmıştır. Amaç: Bir merkez oluşturmak ve Kapalı Maraşı yeniden işlevlendirip, ticaret ve turizimin merkezi haline getirmek Kullanılan ilkeler ise; • Karma kullanımın sağlanması (konut, hizmet alanları ve ticari birimler) • Ekonomik kaynakların sağlanması • Stratejik alt yapının gelişmesi	<u>Mimari Tasarım:</u> Bölgede kullanılamaz durumdaki bina stoğunun yerine yenilerinin tasarlanması. <u>Kentsel Tasarım:</u> Kalıcılık ve işlevsellik fikriyle kent merkezindeki mevcut dokuya uyumlu kentsel mekanlar tasarlamak.	<u>Model Geliştirme/Yönetme:</u> Bölge arazilerini satın alma, geliştirme ve satma görevi verilen kamu sermayesine erişimi olan özel şirketler oluşturulması. <u>Finansal Model:</u> Projenin uygulanma sonrası özel yatırımcı ve geliştiricilere satışının veya kiralanmasının sağlanması.

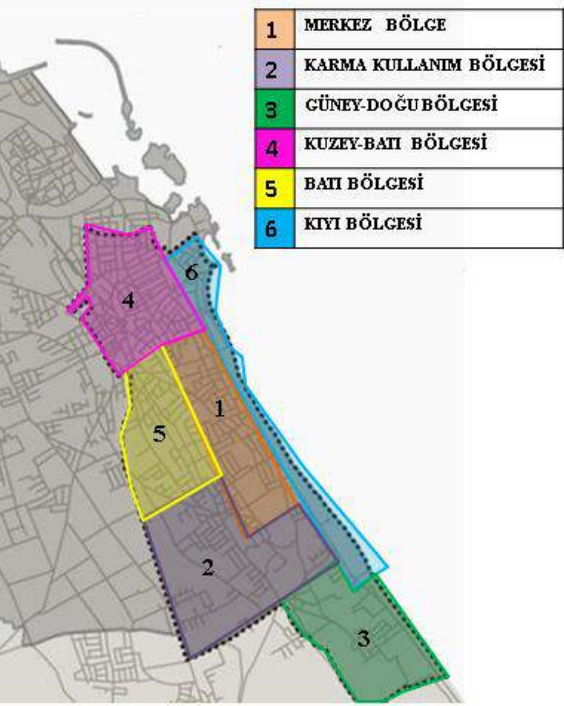
Tablo 4'deki veriler bağlamında, planlama seviyesinde ilk hedef olarak, bölgeye farklı ulaşım stratejileri düşünülmüş, ulusal ve uluslararası yollar planlanmıştır. İkinci hedef, karma kullanımı sağlamaktır. Bu bağlamda merkezi, ticari, iş, eğlence ve kültürel faaliyetler için kentsel tesislerin dengeli dağılımının yanısıra Maraş'ın kuzey-doğu ve batı bölgeleri ağırlıklı olarak konut yerleşimine ayrılmıştır. Karma kullanımın sağlanması için, tek istasyonla tranvay-otobüs ulaşım ağı düşünülmüşken, kıyı şeridi boyunca kent merkezi ile bağlantı kuracak teleferikle ulaşım planlanmıştır. Buna ek olarak, yarı-açık, kapalı ve açık sergi merkezi, bir adet Akdeniz akvaryumu, çok işlevli bir pavilyon, çeşitli kamusal alanlar ve parklar gibi farklı fonksiyonlara yer verilmiştir. Önceden atıl durumdaki Kapalı Maraş bölgesi bu kapsamda meydana gelen dönüşüm ve yeniden yapılandırma projesi ile topluma kazandırılması düşünülmektedir.

Planlamada kullanılacak ~450 hektarlık atıl alan, altı ana bölgeye ayrılarak tasarlanmıştır. 1. Merkez bölge 2. Karma Kullanım Bölgesi 3. Güney-Doğu bölgesi-Koruma Bölgesi (özel Fauna ve Floranın korunduğu bölge) 4. Kuzey-Batı bölgesi-Liman ve tarihi doku ile Bağlantı Bölgesi,

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

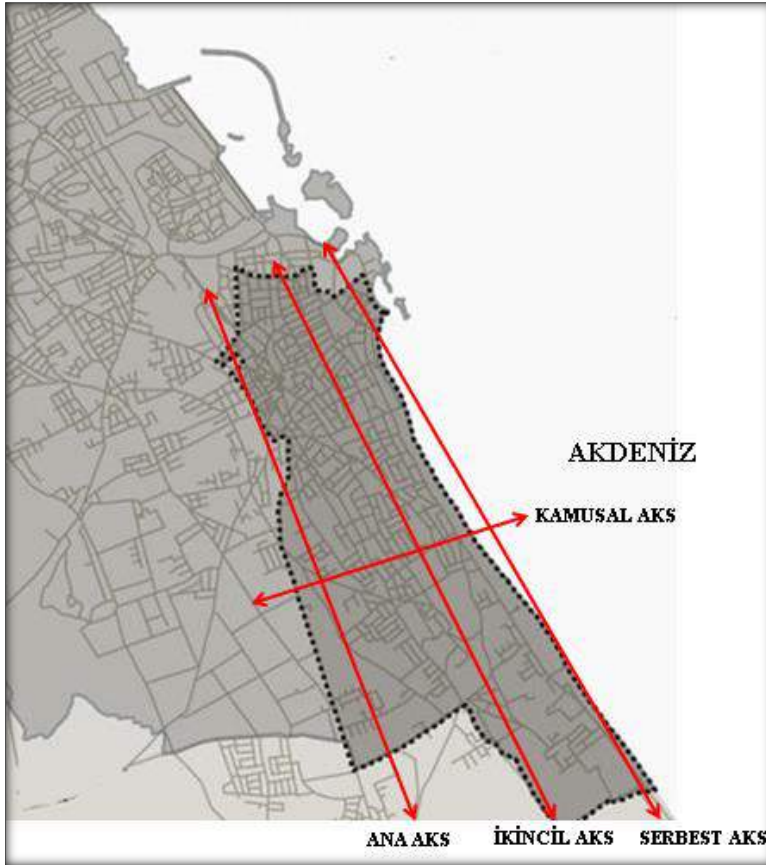
5. Batı Bölgesi-Aşağı Maraş ve Güney Kıbrıs Bağlantı Bölgesi ve 6. Kıyı Bölgesi- Serbest dolaşım bölgesi olarak düşünülmüştür.

Tablo 5. Kapalı Maraş bölgelendirme planı

KAPALI MARAŞ BÖLGELENDİRME PLANI	BÖLGE İSİMLERİ	İÇERİKLERİ
	(1)Merkez Bölge	Kapalı, açık, yarı-açık sergi merkezi, parklar, meydan, sosyal ve kamusal faaliyetlerin gerçekleştiği mekanları içermektedir.
	(2)Karma Kullanım Bölgesi	Turistik, konut, ticari ve idari binaların bulunduğu bölgedir.
	(3)Güney-Doğu Bölgesi	Koruma bölgesi özel fauna ve floranın korunduğu bölge olup milli park olarak planlanması düşünülmektedir.
	(4)Kuzey-Batı Bölgesi	Liman ve tarihi doku ile bağlantı bölgesi olup yoğun olarak konut, eğlence ve ticari alanları içermektedir.
	(5)Batı Bölgesi	Aşağı Maraş ve Güney Kıbrıs bağlantı bölgesidir. Otobüs ve tramvay istasyonu bu bölgede konumlandırılması düşünülmektedir.
	(6)Kıyı Bölgesi	Serbest dolaşım bölgesidir. Turistik, ticari ve eğlence mekanlarını içerir. (oteller, barlar, diskolar, restoranlar, yaya-bisiklet dolaşım yolları) içerir.

Yeni düzenleme kriterleri uygulanırken Expo'98 fuarında da olduğu gibi temel akslar belirlenmiştir. Tablo 5'deki bölgelere göre ulaşım-dolaşım-erişim ağının çalışma sisteminine katkı sağlamak ve oluşturulan bölgelerin bağlantılarına imkan sunmak amacıyla dört temel aks

kararlaştırılmıştır. Bunlar ana aks, ikincil aks, serbest aks ve kamusal akstır. Ana aks yaya ve yoğun araç trafiğini şehir merkezi ile bağlayan ve komşu bölgeler arası erişilebilirliği sağlayan birincil akstır. İkincil aks ise, bölgeleri (yerleşim bölgeleri ile merkezi halka açık alanları) birbirine bağlayan mahallelerin omurgası olarak çalışan trafik ve yaya aksıdır. Serbest aks tüm sahil şeridi boyunca uzanan yaya aksıdır. Kamusal aks da alışveriş merkezi, ana meydan gibi ana kamu faaliyetlerini toplayan denize dik Aşağı Maraş ile sahil şeridini bağlayan bir akstır. Kamusal aks ile ana aksın kesiştiği noktada ise istasyon bulunmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Kapalı Maraş için belirlenen planlama aksları

Tüm bu çalışmalar ışığında Expo '98 planlama stratejileri, bölgelendirme kriterleri ve belirlenen akslar Kapalı Maraş için uyarlanmıştır.

4. DEĞERLENDİRME

Bu bölümde Kapalı Maraş için belirlenmiş proje stratejilerinin seviyelerinde dikkate alınan kriterlerin, bölgelendirme çalışmalarının ve planlamada kararlaştırılan aksların değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede öncelikle Kapalı Maraş proje kriterleri ile proje stratejileri ortak tabloda çapraz kontrolü yapılmıştır (Tablo 6). Bu kontrol ile ortaya

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

çıkan proje kriterleri ve stratejileri arasındaki bağlantı, Kapalı Maraş canlandırma projesi için ayrılmış bölgelerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Tablo 6. Proje kriterleri ve stratejilerinin çapraz kontrolü

PROJE KRİTERLERİ	PROJE STRATEJİLERİ		
	(1)Planlama Seviyesi	(2)Tasarım Seviyesi	(3)Geliştirme, Yönetim ve Finansal Seviyesi
1-Evrensel tasarım kavramı ile iyileştirme çalışmalarının ele alınışı; (Sosyal Değerler) • Ulaşım: yaya ulaşımı ve araç ulaşımı • Dolaşım: kent içi, kent merkezi ve diğerleri • Erişim: Kent merkezi ve kent içi fonksiyonları	✓	✓	
2-Form-Fonksiyon ilişkisi • Yatay-dikey yapılaşmalar • Farklı fonksiyonların bir arada kullanılması (konut-ticari...vb.)	✓	✓	
3-İyileştirme çalışmalarında Malzeme seçimi (Ekonomik Değerler) • Mevcuttaki Malzemeler (Kent merkezi ve çevre binalardaki malzemeler) • Güncel Malzemeler		✓	✓
4-Kullanıcı Gereksinimleri • Eski kullanıcı gereksinimleri • Yeni kullanıcı gereksinimleri	✓	✓	✓
5-Kendi kendini finanse edebilen tasarım önerileri		✓	✓
6-Çevreye uyumlu tasarımlar (açık, yarı-açık ve kapalı mekan ilişkileri)	✓	✓	

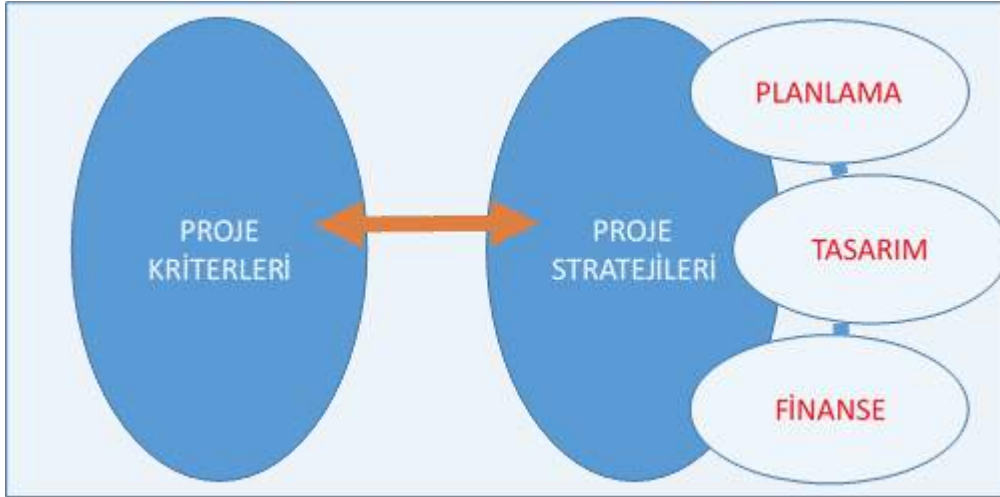
Planlama ve tasarım seviyesine (mimari ve kentsel tasarım) başlamadan önce eski kullanıcı gereksinimleri göz önünde bulundurularak, yeni kullanıcı gereksinimleri belirlenmiştir. Yapılacak planlama ve tasarımların çevre ile uyumlu açık, yarı açık ve kapalı mekan ilişkilerini sunmasına dikkat edilmiştir. Bunun yanında evrensel tasarım kavramı ile ulaşım dolaşım ve erişim birlikte düşünülmüştür. Kent içi, kent merkezi ve ana ulaşım istasyonları (havaalanı ve liman) bağlantıları önemsenmiştir. Ayrıca yapılar arasında farklı kat yüksekliklerinin kullanılması bölgenin yatay ve dikeyde dengeli gelişimin sağlamıştır. Bu ise her türlü gelire sahip bireylerin bir arada yaşamasına fırsat sunmuştur. Tasarlanacak bölgelerde kullanılmak üzere mevcut binalarının yapımında kullanılmış malzemeler (çoğunlukla betonarme), finansal durum ve uluslararası ticari anlaşmalar göz önünde bulundurularak yeni malzemelerin seçilmesine önem verilmiştir. Bölge tasarımları yapılırken sonuçta kendi kendini finanse edebilen tasarımlar yapılması önerilmektedir. Yapılacak projenin planlama ve tasarlama seviyesinde herkes tarafından kullanılabilir olması kullanıcı gereksinimlerini karşılaması mevcut

kent dokusu ile uyumlu olması ekonomik olması gibi durumlar tasarımcı tarafından dikkate alınırken, geliştirme, yönetim ve finansal seviyede ise finans kaynağı olabilecek özel şirketler, kamu kurum ve kuruluşları projenin uygulanması, kendi kendini finanse edebilmesinde görev almaktadırlar. Böylece birbirine bağlantılı olarak çalışan geliştirme/yönetme ve finansal model yap-işlet-devret mentalitesinin çalışır durumda olmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak planlanıp, tasarlanacak projenin kendi kendini finanse edebilen, herkesin kullanımına uygun, kullanıcı gereksinimlerine cevap veren bir proje olması beklenmektedir. Bunun yanında projeyi bir bütün olarak düşündüğümüzde ticari ve turistik olarak uluslararası statüde yer edinmesi eski canlılığını geri kazanması açısından önem taşımaktadır.

5. SONUÇ

Kentler yerleşim alanları, yeşil alanlar gibi bölgelerin yanı sıra terk edilmiş atıl alanlar da içermektedir. Kapalı Maraş bölgesi de bu alanlardan biridir. Bu çalışmada günümüzde açılması söz konusu olan Kapalı Maraş için bir canlandırma projesi önerilmiştir. Yeniden canlandırılacak atıl alanlara yönelik çalışmalar günümüzde dikkat çekmektedir. Bu çalışmada terk edilmiş alanlar için yapılacak projelere başlanmadan önce kriterlerin ve stratejilerin belirlenip birlikte düşünülmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu sebeple çalışma şeması oluşturulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Canlandırılacak atıl bölgeler için çalışma şeması

Bu çalışmada ile ortaya atılan şema Kapalı Maraş bölgesinde uygulanmıştır. Bu şemaya göre proje çalışmasına başlamadan önce stratejiler ve kriterler belirlenmelidir. Ayrıca atıl durumdaki diğer alanlara proje yapılması durumunda da bu strateji ve kriterler kullanılabilecektir. Bu

kullanım ile bu tür alanların yeniden işlevlendirilmesinde tasarımcının başlıca sorunları arasında sayılan ulaşım-dolaşım-erişim, form fonksiyon ilişkisi, kullanıcı ihtiyaçları, kullanılacak malzeme seçimi, eski yeni kullanım ilişkileri, kendi kendini finanse edebilen tasarım olması karmaşalarının da önüne geçilmesi beklenmektedir.

Yapılan bu çalışmanın gündemde açılması planlanan Kapalı Maraş'ta çalışacak proje ekibinin yanında, bu tarz canlandırma projeleri ile ilgili mimarlar, mühendisler, şehir planlamacılar, finansörler, araştırmacılar, kamu kurum ve kuruluşları için katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Akansu, V. (2015). Expo'98 arşivinden yazar tarafından alınmıştır.

Akengin H. ve Kaykı, A. (2013). Şehirleşme Üniversite ilişkisine bir örnek:Gazimağusa. *Marmara Coğrafya Dergisi* 28 (501-525). İstanbul.

Bjorkdahl, A. Ve Kappler, S., (2017). Peacebuilding and Spatial Transformation: Peace, Space and Place. 32-51, London: Routledge.

Boğaç, C., (2002). *Adaptation and Place Attachment in a Physically Foreign Settlement: A Study of A Local Environment in Aşağı Maraş, Gazimağusa*. Master thesis, Eastern Mediterranean University, 7-15. Gazimağusa.

Bueno-Lacy ve Houtum, H. V. (2018). The Glocal Green Line: The Imperial Cartopolitical Puppeteering of Cyprus. *Geopolitics*, 24 (3), 586-624, Routledge- Taylor & Francis Group.

Christodoulou, N. (2016). *The Role of Planning in Ethno-Nationally Contested Cities: The Case of Famagusta*. Unpublished Phd thesis. Nicosia-Cyprus.

Cobham, C., D. (1969). *Experta Cypria*. Nicosia Library. Sf.254.

Daily sabah diplomacy. (2019). *Northern Cyprus opens 'ghost town' Varosha for settlement*. 27 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.dailysabah.com/diplomacy/2019/06/18/northern-cyprus-opens-ghost-town-varosha-for-settlement> adresinden alınmıştır.

Delipetrou, P., Makhezoumi, J., Dimopoulos, P., Georghiou, K. (2008). Cyprus in: Vogiatzakis, I., Pungetti, G., Mannion, A. M. (Eds.), *Mediterranean Island Landscapes, Natural and Cultural Approaches*. 170-219. Berlin:Springer.

Detay. (2019). *Hayalet Şehrin Hikayesi; "Maraş"*. 28 Ağustos 2019 tarihinde <http://www.detaykibris.com/hayalet-sehrin-hikayesi-maras-10g-p9.htm> adresinden alınmıştır.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI İLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Dover & Partners Town Planning (1998). *Brained Town Center: Plan & Design Guidelines*. Gibbs Planning Group, Inc. Economic & Retail Planning. Glatting Jackson Kercher Anglin Lopez Reinhart Inc. Transportation Planning, Chattanooga, Tennessee.

Feronti, S.M. (2003) 'Greyfield Redevelopment for community Revitalization: An Exploration of Applications'. *Unpublished Post Graduate Thesis*. University of Florida.

Google Earth, (2019). 19 Ağustos 2019 tarihinde alıntılanmıştır.

İbili, M. M. (2011). *Kapalı Maraş ... Varosha.. Ammochostos...* 21 Ağustos 2019 tarihinde <http://www.mutluibili.com.tr/default.asp?q=14&h=71&l=2>, adresinden alınmıştır.

Kapalı Maraş Çocukları. (2019). 27 Ağustos 2019 tarihinde https://www.facebook.com/search/top/?q=kapali%20mara%C5%9F%20%C3%A7ocuklari&epa=SEARCH_BOX adresinden alınmıştır.

Kaypak, Ş. (2012). Kıyı ve Kent İlişkilerinde Gelişmeler ve Liman Kentleri (İskenderun Liman Kent Örneği). *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi 14-17 Kasım 2012*. Antakya-Hatay.

Keshisian, K. (1985). *Famagusta Town and District Cyprus*. Lefkoşa: Zavallis Press.

Michael, M. S. (2011). *Resolving the Cyprus Conflict: Negotiating History*. Newyork: St. Martin's Press LLC.

Monclús, F. J. (2009). *International Exhibitions and Urbanism: The Zaragoza Expo 2008 Project*. Sf.93. England: Ashgate Publications.

Önal, Ş., Dağlı, U., & Doratlı, N. (1999). The urban problems of Gazimagusa (Famagusta) and proposals for the future. *Cities*, 16 (5) 333-351.

Pearce, C., Schweizer, B., Hollengreen, L. ve Rouse, R. (2014). *Meet Me at the Fair: A World's Fair Reader*. Sf. 485-501 Pittsburgh, Pensilvanya: ETC Press.

Rafiemanzelat, R. (2014). A study on the development of Livable City Centres: The Case of Famagusta, North Cyprus. Master Thesis. Eastern Mediterranean University. Famagusta.

Randolph, B. ve Freestone, R. (2008). *Problems and prospects for suburban renewal: an australian perspective*. Sydney: City Future Research Centre, University of New South Wales, Research Paper, no:11, Sydney.

Sterling, C. (2014). Spectral Anatomies: Heritage, Hauntology and the 'Ghosts' of Varosha. *Present Pasts*, 6(1), p.Art. 1. DOI: <http://doi.org/10.5334/pp.57>

Swyngedouw, E., Moulaert, F. ve Rodriguez, A. (2002). Neoliberal Urbanization in Europe: Large-Scale Urban Development Projects and the New Urban Policy. *Antipode*. 547-582. Blackwell Publishing, USA.

Veles, J.P. (2000). *Expo 98 Historia De Um Territorio Reinventado*. 06 Ağustos 2019 tarihinde <https://archive.org/details/Expo98HistoriaDeUmTerritorioReinventado/page/n49> adresinden alınmıştır.

**EVRENSEL TASARIM KAVRAMI BAKIŞ AÇISI İLE YAT LİMANLARI
KULLANICI MEMNUNİYETİNİN ARAŞTIRILMASI: GİRNE ANTİK YAT LİMANI
ÖRNEĞİ**

THE RESEARCH OF MARINA USER SATISFACTION WITH THE VIEWPOINT OF
THE CONCEPT OF UNIVERSAL DESIGN: KYRENIA ANTIQUE MARINA SAMPLE

Yüksek Mimar Öğretim Görevlisi Ümran DUMAN

Yakın Doğu Üniversitesi

Dr. Vedia AKANSU

Yakın Doğu Üniversitesi

ÖZET

Hizmet öncelikli (zihinsel ve çeşitli bedensel engelli) bireylerin topluma kazandırılması önem taşımaktadır. Evrensel tasarım kavramı hiçbir bireyi ayırt etmeksizin, herkesin kullanımına olanak sağlayacak tasarımlar yapmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda farklı kullanıcı kitlesini barındıran mekanların herkes tarafından aktif olarak kullanılabilirliği ancak evrensel tasarım kavramının benimsenmesi ile sağlanacaktır. Böylece, çeşitli kullanıcıları ve farklı fonksiyonları bir arada barındıran yat limanlarının tasarlanmasında ortaya çıkacak fiziksel yapı problemlerinin çözümü, evrensel tasarım kavramı ile birlikte düşünülmelidir. Çalışma kapsamında, Girne Antik Limanı evrensel tasarım bakış açısı ile gözlemlenmiş ve sorunlar saptanmıştır. Bu belirlemeler ışığında, dolaşım aksı, iskele-yat bağlantı noktaları, çevredeki açık, yarı-açık ve kapalı mekan ilişkilerinin, kullanıcı memnuniyetinin evrensel tasarım ilkeleri ile incelenmesi uygun görülmüştür. Böylece evrensel tasarımın yedi prensibi göz önünde bulundurularak hazırlanan anket çalışması ile Girne Antik Limanı kullanıcılarının memnuniyeti saptanmıştır. Çalışmanın yöntemi, görsel analiz (fotoğraflar, haritalar ve kişisel gözlemler), anket çalışması ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Öncelikle Girne Antik yat limanında evrensel tasarım bakış açısıyla, görsel analizlerle ulaşım, dolaşım ve erişim durumları ortaya konulmuştur. Çalışmanın bir sonraki aşamasında ortaya konulan görsel analizler sonucunda ulaşım, dolaşım ve erişim ana konu başlıkları altında anket soruları tasarlanmıştır. Hazırlanan anket bölge kullanıcılarından rastgele seçilmiş seksen beş bireye uygulanmıştır. Sonuç olarak, kullanıcı memnuniyeti anketi aracılığı ile elde edilen veriler göz önünde bulundurularak, yat liman tasarımlarına evrensel tasarım bağlamında kullanıcı memnuniyetini artırıcı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Evrensel tasarım, yat liman tasarımı, kullanıcı memnuniyeti, hizmet öncelikli bireyler, Girne Antik Liman

ABSTRACT

The socialization of individuals with service priority (mentally and physically disabled) is of great importance. The concept of universal design aims at designs which will enable the equal and fair use by considering each individual. In this context, the active use of spaces with different user groups will be ensured only by adopting the concept of universal design. Thus, the solution of the physical structure problems (ramp, stairs, pedestrian access and circulation path, closed open and / or semi-open space entrance exit and connection points, positioning of structural elements, yachts and pier fasteners, city and space furniture, etc.) that will arise in the design of marinas which harbours various users and different functions should be considered in line with the concept of universal design. In this study, theoretical knowledge has been acquired with internet sources, books related with subject and many articles. The continuity of the study was carried out by using observation method and the datas were collected by a survey. As part of the study, Kyrenia Antique Marina has been observed with a universal design viewpoint and problems have been identified. In the light of these identifications, the identification of pedestrian axis, pier-yacht junctions, open, half-open and closed space relations, user satisfaction in line with universal design principles has been approved. The method of the study consists of visual analysis (photographs, maps and personal observations), survey work and evaluation stages. First of all, transportation, circulation and access situations have been revealed in the ancient marina of Kyrenia with a universal design perspective and visual analysis. As a result of the visual analysis revealed in the next stage of the study, survey questions were designed under the main topics of transportation, circulation and access. The questionnaire was applied to eighty-five individuals randomly selected from the region users. With this, satisfaction of Kyrenia Antique Marina users has been identified via the survey based on the 7 universal design principles As a result: By taking the data obtained via the user satisfaction survey into consideration, suggestions in the interest of increasing user satisfaction had been made for the marian designs in the context of universal design.

Keywords: Universal design, marina design, user satisfaction, individuals with service priority, Kyrenia Antique Marina

1. GİRİŞ

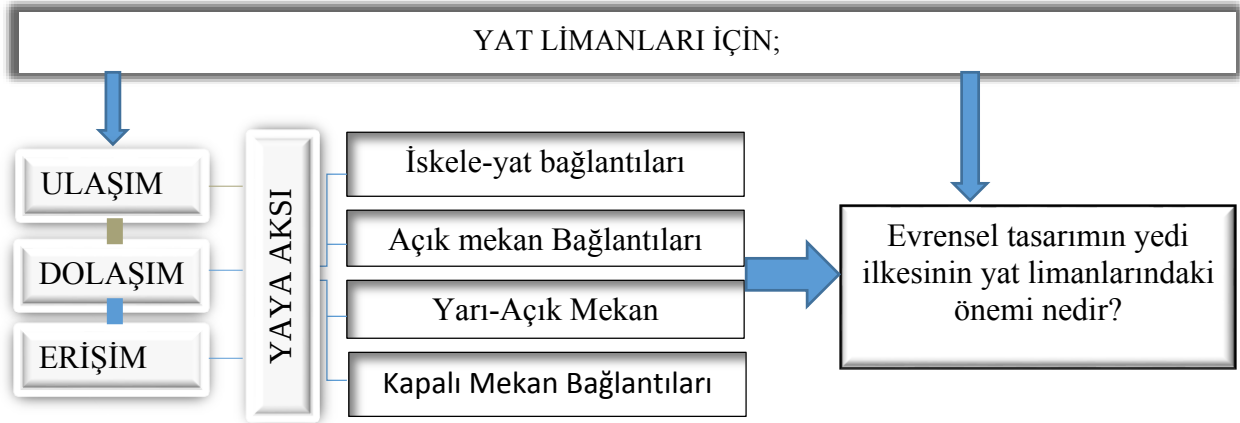
Kentler özel, yarı özel ve kamusal alanları içermektedir. Bu sebeple kent tasarımlarında bireysel kullanım mekanlarının yanında herkesin kullanımına uygun mekan tasarımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özel mekanlar daha çok kişisel kullanıcı ihtiyaçlarına göre tasarlanırken, kentte yaşayan herkesin ortak kullanımındaki kamusal mekanların tasarımında ise çeşitli kullanıcıların gereksinimlerini karşılamak ön planda tutulmaktadır. Kamusal mekanlar açık, yarı-açık veya kapalı mekanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapalı mekanlar daha çok belirli aktivitelere (alışveriş, yeme-içme mekanları, kültür merkezi, idari yapılar vb.) yönelik tanımlanmış fonksiyonlar içerirken, açık ve/veya yarı-açık mekanlar ise kent kullanıcılarını farklı amaçlar

için (toplanma alanı, geçiş mekanı, geçici ticari etkinlik alanları vb.) bir araya getiren mekanlardır. Kentin cazibe merkezlerinden açık/yarı-açık mekanlar kentin ortasında ve/veya kıyısında bulunabilir.

Kıyılarda bulunan açık/yarı-açık mekanlar genellikle yat limanları ile bütünleşmiş durumdadır. Yat limanları, yolcu indirip-bindirme, yükleme-boşaltma işlevlerini içeren, yatların bağlama ve beklemlerine elverişli yeterli su derinliğine sahip, yönetim, destek, bakım-onarım birimleri bulunan, tabii ve suni olarak rüzgar ve deniz tesirlerinden korunmuş kıyı alanlarıdır (Duyguluer, 2012). Bu alanlara getirilecek düzenlemelerinde herkesin kullanımına uygun tasarlanması önem taşımaktadır. Bunu sağlayabilmek için evrensel tasarım kavramının benimsenmesi gerekmektedir.

Evrensel tasarım mümkün olduğunca farklı kullanıcı türlerinin ortak kullanımına uygun tasarım yapmayı amaçlayan bir kavramdır (The Center for Excellence in Universal Design, 2014; Evcil, 2014). Bu kavramı kullanarak tasarım yapıldığı zaman ulaşım, dolaşım ve erişim herkes için sağlanmış olur. Bunun yanında, yat limanı tasarımlarında evrensel tasarımın benimsenmesi durumunda farklı fonksiyonların çeşitli kullanıcı kitleleri (engelli bireyler, bebek arabalı ebeveynler, çocuklar, yaşlılar, hamileler v.b) tarafından kullanımına imkan sunulacağı söylenebilir.

Bu çalışmada, Girne Antik Yat Limanı evrensel tasarım bakış açısı ile gözlemlenmiş ve herkesin kullanımına uygun olmadığı görülmüştür. Buradaki sorunlar, dolaşım aksı, iskele-yat bağlantı noktaları, çevredeki açık, yarı-açık ve kapalı mekanların bulunduğu bölgede tespit edilmiştir. Çalışma ‘Evrensel tasarımın yedi ilkesinin yat limanlarındaki önemi nedir?’ sorusuna cevap aramaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yat limanlarında ulaşım, dolaşım, erişimin evrensel tasarım bakış açısıyla ilişkisi

Bu sorunsala yönelik çalışmanın amacı, yat limanlarına getirilecek düzenlemelerde evrensel tasarımın yedi prensibi doğrultusunda kullanıcı memnuniyetinin incelenmesidir. Çalışma, yat limanlarının herkes tarafından kullanılabilirliğini sağlayacak tasarım önerilerinin ortaya çıkarılması bakımından önemlidir.

Araştırma, sorunlu bölge olarak ortaya konulan Girne Antik yat limanının açık ve yarı-açık mekanlarını kapsamaktadır. Belirlenen bu alan için öncelikle gözlemler yapılmış ve sorunsal

saptanmıştır. Bu saptamaya göre, anket hazırlanıp, kullanıcı memnuniyeti ölçülmüştür. Sonuç olarak evrensel tasarım kavramı bakış açısı ile Girne Antik yat limanının iyileştirilmesi için öneriler ortaya konulmuştur.

2. TEORİK ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde evrensel tasarım, yat limanları ve bu iki kavram arasındaki ilişkiler irdelenecektir.

2.1. Evrensel Tasarım

İnsan, yaşamı boyunca çocukluk, yetişkinlik, hamilelik, yaşlılık gibi farklı fiziksel özelliklere sahip olduğu evrelerden geçmektedir. Toplumda ömrünün bir bölümünde veya tamamında işitme, görme, duyma, yürüme gibi bedensel ve/veya herhangi bir zihinsel engelle sahip bireyler bulunmaktadır. Eşit haklara sahip tüm bu bireyler kentte bir arada yaşamlarını sürdürmektedirler.

Eski çağlardan beri var olan engelli bireylerin önemsenmesiyle ortaya atılmış engelsiz tasarım fikri engelliler için çözüm olarak görülmüşse de zamanla bu fikrin engelli bireyleri ötekileştirmesi problemi ortaya çıkmıştır. Buna göre yalnızca engellilerin kullanımı için tasarımlar yapmak yerine, engellileri de kullanıcı kitlesi içinde bulunduran herkesin kullanımına uygun tasarımlar yapmayı hedefleyen evrensel tasarım kavramını benimseyerek tasarım yapmak bu problemi ortadan kaldıracaktır. 20. yüzyılın ortalarında Amerikalı mimar Ronald L. Mace tarafından ortaya atılmış, evrensel tasarım kavramının benimsenmesi çeşitli kullanıcı grupları için ortak kullanıma uygun tasarımlar yapılmasını sağlayacaktır. Birçok kaynakta yaşam boyu tasarım, herkes için tasarım gibi kavramlarla eş anlamlı olarak kullanılan evrensel tasarım Mace tarafından “Tüm ürünlerin, binaların, açık alanların mümkün olduğunca çok sayıda kişinin kullanımını sağlamak için tasarlanmasıdır” şeklinde tanımlanmaktadır (Mace ve diğ., 1991).

Evrensel tasarımın 1994-1997 yılları arasında Mace ve çalışma arkadaşları tarafından ortaya konulmuş ve birkaç kez değişikliğe uğradıktan sonra 1 Nisan 1997 tarihinde son şekli kabul edilmiş yedi ilkesi bulunmaktadır (Story, 2001). Tasarımcıya en anlaşılabilir biçimde bilgi veren, günümüzde de kullanılmaya devam eden bu ilkeler Tablo 1’de verilmiş ve açıklanmışlardır.

Tablo 1. Evrensel tasarımın yedi ilkesi ve açıklamaları (Evcil, 2014).

İlke Adı	Açıklama
1. Eşit kullanım (<i>equitable use</i>)	Kullanıcılar arasında ayrımcılık yapılmadan herkes için cazip özellikte tasarımlar yapmayı hedeflemektedir.
2. Esnek kullanım (<i>flexible use</i>)	Tasarım farklı kabiliyetteki kullanıcılara seçenekler sunarak farklı tercihler yapabilmelerine imkân tanımalıdır.
3. Basit ve sezgisel kullanım (<i>simple and intuitive use</i>)	Kullanıcının tecrübesine, dil becerisine, konsantrasyon düzeyine bakılmadan, herkes tarafından kolay anlaşılıp kullanılabilen tasarımlar yapmayı hedeflemektedir.
4. Algılanabilir bilgi (<i>perceptible information</i>)	Tasarım, kullanıcının duyuşal yetilerine bakmaksızın herkes tarafından aynı şekilde algılanabilmelidir.
5. Hata toleransı (<i>tolerance for error</i>)	Tasarımcı kullanıcılar arasında farklı bireylerin var olduğunu unutmadan, bu farklılıklardan doğabilecek eksiklere veya yanlışlara dayanıklı, kullanıcı açısından güvenli tasarımlar yapmalıdır.
6. Düşük fiziksel güç (<i>low physical effort</i>)	Minimum oranda güç harcayarak tasarımın kullanılmasını sağlamayı hedeflemektedir.
7. Yaklaşım ve kullanım için yeterli alan (<i>size and space for approach and use</i>)	Tasarımda kullanıcıların yaklaşım ve kullanımı için yeterli boyut ve boşlukların bırakılması gereklidir.

Bu ilkeler tasarımcının evrensel tasarım anlayışını anlayıp benimsemesi için belirlenmiş yol göstericiler olup, tasarıma doğrudan etki eden kurallar değildir. Bu sebeple, evrensel tasarımı özümseyen tasarımcılar ilkeleri tasarımlarına uygun çözümlerle kullanmalıdırlar (Evcil, 2014).

Kamusal alanlardan yat limanlarında da evrensel tasarım kavramının benimsenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yat limanlarının incelenmesi önem taşımaktadır.

2.2. Yat Limanları

Yat limanı deniz turizmini destekleyen gezi teknelerinin, demirleme ve bağlama yapmasına uygun, sürekli ve düzenli olarak suyla çevrili korunmuş alanlar olarak tanımlanmaktadır (Burgaz, 2008). Yat limanları teknelerin her biri için doğrudan geçiş imkanı veren sürekli olarak yeterli su derinliği bulunan, otopark, tuvalet hizmeti ve diğer olanakları sağlamalıdır. Başka bir tanımla, yatlara güvenli bir bağlama, her yata doğrudan yürüyerek çıkılmasına olanak sağlayan, yeterli derinlikte su bulunan ve yatlara teknik ve sosyal alt yapı, yönetim, destek, bakım ve onarım hizmetlerini sunan, rüzgar ve deniz tesirlerinden korunmuş başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı'ndan işletme belgesi almış turizm belgeli kıyı yapılarıdır (Duyguluer, 2012).

Önemli turizm alanlarından yat limanları ile evrensel tasarım ilişkisinin ortaya konulması kullanıcı çeşitliliğinin bu mekanlarda artması bakımından önem taşımaktadır.

2.3. Yat Limanları ile Evrensel Tasarımın İlişkisi

Yat limanları kentsel, tarihsel, sosyal çevre ile sürekli ilişki içerisindeki kamusal alanlardır. Bu sebeple herkesin kullanımına uygun tasarlanmaları gerekmektedir.

Bu kapsamda marinalar için FEEE (Foundation for Environmental Education in Europe) tarafından belirlenmiş maddeler (Donkin, 2000) yat limanları içinde geçerli kabul edilebilir. Bu maddelerin yat limanları için uyarlanmış hali aşağıdaki gibidir.

- Denizcilik yaşam kalitesini artırır.
 - Açık alan eğlencesi sağlar
 - İnsanları doğa ile buluşturur
 - İnsanları bir araya getirir (aile, arkadaş vb.)
- Yat limanları bir kum saatidir.
 - Yat limanları denizle kara arasındaki geçiş noktalarıdır.
 - Yat limanları insanların denize ait ortamla bağlantı kurmalarını ve denize ait ortamın içine açılmalarını mümkün kılar;
- Yat limanları kendi içerisinde özel bir ortam, hem doğal hemde insan yapısı yerleşimleri barındıran daha büyük kıyısız alana ait bir ortamın elemanıdır.

Bu maddelerden yola çıkarak evrensel tasarım bakış açısıyla yat limanlarının (ulaşım, dolaşım ve erişim yönünden) tasarlanması kullanıcı memnuniyetinin ve yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlamaktadır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Yöntem

Çalışma literatür taraması, görsel analiz (fotoğraflar, haritalar ve kişisel gözlemler), anket çalışması ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle Girne Antik yat limanı hakkında tarihsel bilgiler verilmiş ve evrensel tasarım bakış açısıyla genel durum değerlendirilmesi yapılmıştır. Daha sonraki aşamada buna göre görsel analizlerle ulaşım, dolaşım ve erişim durumları ortaya konulmuştur. Görsel analizlerin veri kaynaklarını kişisel gözlemler ve çalışma alanından çekilen fotoğraflar oluşturmaktadır. Çalışmanın bir sonraki aşamasında ortaya konulan görsel analizler sonucunda ulaşım, dolaşım ve erişim ana konu başlıkları altında anket soruları tasarlanmıştır. Hazırlanan anket bölge kullanıcılarından rastgele seçilmiş bireylere uygulanmıştır. Ortaya çıkan veriler sonucunda değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2. Çalışma Alanı: Girne Antik Yat Limanı

Girne kenti Kıbrıs Ada'sının kuzey kıyısı boyunca uzanan en küçük kaza sınırına sahip, doğal ve tarihi değerleri nedeniyle çok önemli turizm merkezi olarak çekiciliğini sürdüren yerleşimlerinden bir tanesi Girne Antik yat limanıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Girne Antik Yat Limanı çalışma alanı (Google Earth, 2019)

Girne kentinin kıyısında bulunan cazibe merkezlerinden açık/yarı-açık ve kapalı mekanları barındıran Girne Antik Yat limanı tarihsel süreç içerisinde farklı uygarlıklara ev sahipliği yapmıştır ve bu uygarlıkların izlerini halen taşımaktadır. Bunlar; Romalılar (M.Ö 58 – M.S 395), Bizanslılar (395-1192), Lüzinyanlar (1192-1489), Venedikliler (1489-1571), Osmanlılar (1571-1878), İngilizler (1878-1960), Türkler ve Yunanlılar (1960) olarak bilinmektedir. Günümüzde, tarihi mirasıyla önemli bir yere sahip olan Antik Liman turistlerin yanında yerli halkın da her mevsim vakit geçirmek için kullandıkları kentsel mekanlardandır. Başka bir deyişle bölge turistlere ve yerli halka hizmet edecek ticari aktivitelerinde merkezi konumundadır (Oktay, 2000; Castelli, 1974).

Girne Antik yat limanı ile bölgedeki ticari fonksiyonları barındıran yapılar (hediyelik eşya ve yeme-içme aktivite alanları) birbirlerinden bağımsız olarak çalışmaktadır. Literatür taramaları ve gözlemler sonucunda elde edilen verilerle burasının tasarlanırken balıkçıların konaklamaları için konut yapıları olarak düşünüldüğü, günümüzde ise farklı fonksiyonlar olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu mekanlar; yatların bulunduğu sahil ile bağlantılı kullanıma sahiptir (Şekil 3).



Şekil 3. Girne Yat Limanı kuşbakışı görünüşü (Yılmaz, 2019)

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Çalışma alanı kentteki herkes tarafından kullanılan kamusal mekanlardan biridir. Bu sebeple evrensel tasarım bakış açısıyla mevcut durumu ulaşım (Tablo 2), dolaşım (Tablo 3) ve erişim (Tablo 4) yönleriyle şekillerle desteklenerek aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.

Tablo 2. Ulaşım yönünden Girne Yat Limanı'nın mevcut durumu

ULAŞIM		Girne Yat Limanı'na toplu taşıma ile ulaşım sağlayabilmek için Girne toplu taşıma seferlerinin durak noktasından yat limanına yürümek gerekmektedir. Doğrudan yat limanına gelen toplu taşıma aracı bulunmamaktadır. Taksi ile veya özel araç ile de alana ulaşım sağlanabilmektedir. Bölgede farklı noktalarda bulunan ücretli ve ücretsiz otoparklar şahsi araçların park edilmesi için uygun olsa da bu noktalardan sonra da yat limanına ulaşmak için yürümek gerekmektedir. Bu sebeple özel araçla gelen kullanıcılar yat limanına yakın konumdaki araç yollarının kenarlarını park için kullanmaktadırlar. Girne Yat Limanı'nın araç ile erişiminin son bulunduğu noktada engelli park alanı olarak ayrılmış park yerleri de bulunmaktadır. Fakat bu alanlara zaman zaman engelliler dışındaki kişilerin de park ettiği tespit edilmiştir. Engelli park yerinin farklı renkte boyanmış olması evrensel tasarımın algılanabilir bilgilendirme ilkesine örnek olabilir. Buna rağmen düzenlemeleri engelli standartlarında uygun düzenlenmiş değildir.
---------------	--	--

Tablo 3. Dolaşım yönünden Girne Yat Limanı'nın mevcut durumu

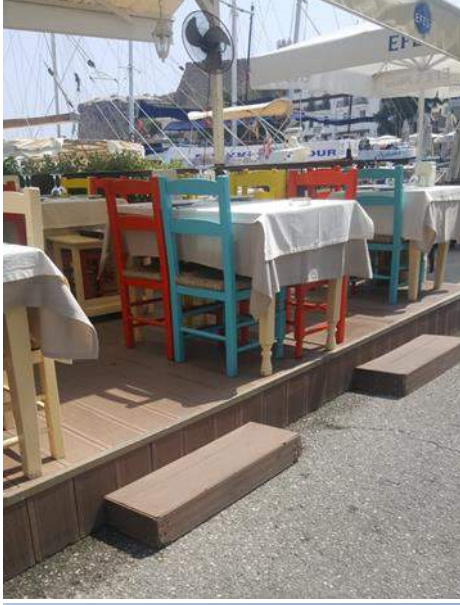
DOLAŞIM



Girne Yat Limanı boyunca kapalı ve yarı açık mekanlar arasında uzanan dolaşım aksı mevcuttur. Bu aks günün belli saatlerinde (05:00-11:00 saatleri arası) servis yolu olarak kullanılmaktadır. Kullanıcıların grup halinde veya yalnız dolaşabilmeleri için yeterli alana sahiptir. Fakat bu aks boyunca görme engellilerin dolaşabilmeleri için hissedilebilen yüzeyler düşünülmemiştir. Bu durum evrensel tasarımın basit ve sezgisel kullanım ilkesinin dikkate alınmadığını göstermektedir. Ayrıca kapalı ve yarı-açık mekanlar arasında bağlantı noktası da olan bu aks, mekanlar arasındaki servisinde sağlandığı yerdir. Çalışma alanında bulunan yarı-açık mekanlarda mobilyalar arasında herkes için dolaşım imkanı sağlayacak yeterince alan bulunmamaktadır. Bu durum evrensel tasarımın yaklaşım ve kullanım için yeterli alan ilkesine göre uygun olmadığını göstermektedir. Rıhtım ile yatların bağlantı noktaları dolaşım için uygun görünse de rıhtım ile yarı-açık mekanlar arasındaki yükseklik farklılıklarının aşılmasında farklı kullanıcılar için uygun fiziksel koşulların (rampa) olmadığı görülmektedir. Bu fiziksel koşulların sağlanmaması evrensel tasarımın eşit kullanım ve kullanımda esneklik ilkelerinin dikkate alınmadığını göstermektedir.

Tablo 4. Erişim yönünden Girne Yat Limanı'nın mevcut durumu

ERİŞİM



Dolaşım aksı ile yarı-açık ve kapalı mekanlara erişim noktalarında herkes için kullanıma uygun fiziksel koşulların bulunmadığı görülmüştür. Bu durum evrensel tasarımın düşük fiziksel güç ilkesinin benimsenmediğini göstermektedir. Bunun yanında yarı-açık mekanlardan rıhtıma erişimlerin de herkes için uygun olmadığı tespit edilmiştir. Rıhtımdan yat içerisine gerek rıhtıma ulaşım probleminden dolayı gerekse yatın rıhtıma bağlantı elemanının elverişsizliğinden dolayı erişimin sağlanması herkes tarafından mümkün olmamaktadır.

Evrensel tasarım ilkeleri arasında bulunan hata toleransı ilkesine göre rıhtım ile deniz rasındaki bağlantı noktalarında korkuluk bulunmaması çalışma alanının yeterince güvenli olmadığını göstermektedir.

Çalışma alanında bulunan yarı-açık mekanlardaki mobilyalar farklı kullanıcıları düşünülerek tasarlanmamıştır. Her mekan içerisinde aynı tipte mobilyalar bulunmaktadır. Bu durum evrensel tasarımın kullanımda esneklik ilkesinin dikkate alınmadığını göstermektedir.

3.2. Anketin Tasarlanması

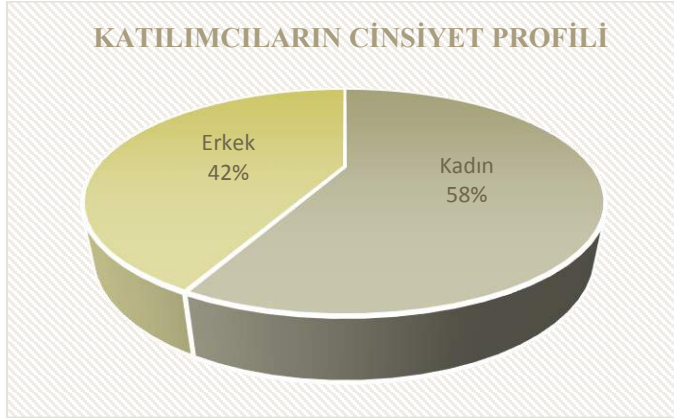
Bu araştırma beş ana bölüm altında cevaplanan anket kapsamında sürdürülmüştür. Birinci bölümde katılımcıların yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu gibi konularda sorular sorularak sosyo-demografik veriler toplanmıştır. Anketin ikinci bölümünde, Girne Antik yat limanına ulaşımaya yönelik özel araç veya toplu taşıma durumu ile ilgili sorular kullanıcı memnuniyetini ölçmek için sorulmuştur. Üçüncü bölüm, Girne Antik yat limanında dolaşım aksı, iskele-yat bağlantı noktaları, çevredeki açık, yarı-açık ve kapalı mekanlar arasında dolaşım ile ilgili kullanıcı memnuniyetini ölçmeye yönelik soruları içermektedir. Dördüncü bölümde Girne antik yat limanındaki mekanlara, rıhtımdan yat içine erişim gibi konularda kullanıcı memnuniyeti

ölçülmüştür. Son bölümde ise Girne antik yat limanı ile ilgili rıhtım ile deniz arasındaki bağlantıların güvenliği gibi genel değerlendirme soruları bulunmaktadır.

3.3. Örneklem

Anketler çalışma alanına gelen rastgele seçilmiş 85 katılımcı tarafından doldurulmuştur. Bu katılımcılardan 49'u kadın, 36'sı erkektir. Detaylar aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Şekil 3).

Cinsiyet: Katılımcıların %58'i kadın, %42'si ise erkektir.



Şekil 3. Katılımcıların cinsiyet profili

Yaş: Ankete katılanların çoğunluğu (% 43) 18-24 yaş aralığında, bir kısmı (% 31) 25-34 yaş aralığında idi. Geriye kalanların bir bölümü (%13) 45-54 yaşları arasında iken, diğer bir bölümü (%11) 35-44 yaş aralığında idi. En az katılımcı ise (%1) 55-64 yaş aralığı ve (%1) 64 yaş üzeri bireylerden oluşturmakta idi. Ayrıntılar Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların yaş profili

Yaş Aralığı	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	64-+
Katılımcılar	43%	31%	11%	13%	1%	1%

Eğitim durumu: Katılımcıların çoğunluğu (%52) üniversite mezunu idi. Verilere göre lise mezunu ve yüksek lisans/doktora mezunlarının eşit yüzdelerde (%19) oldukları görülmüştür. Geriye kalan %10 katılımcı grubu ilkokul mezunu idi. Detaylar için Tablo 3'e bakınız.

Tablo 3. Katılımcıların eğitim durumu

Eğitim Durumu	İlköğretim	Lise	Üniversite	Yüksek Lisans / Doktora
Katılımcılar	10%	19%	52%	19%

Özel Durum: Özel durum olarak belirtilen katılımcılar tekerlekli sandalye kullanıcıları, hamileler, bebek arabalı ebeveynler, otizmli çocuk ebeveynlerinden oluşmakta idi. Katılımcıların %14'ü özel duruma sahip bireylerdi. Detaylar Tablo 4'de incelenebilir.

Tablo 4. Katılımcıların özel durum değerlendirmesi

Özel Durum	Evet	Hayır
Katılımcılar	14%	86%

3.4. Ölçüm Yöntemi

Anketin tamamı beş ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, katılımcıların sosyo-demografik profili hakkında bilgi toplamak için dört madde kullanılmıştır. İkinci, üçüncü ve dördüncü bölümler ise kullanıcıların Girne Antik Limanı'na ulaşım, dolaşım ve erişim memnuniyetlerine yönelik soruları içermektedir. Beşinci bölümde ise bölge ile ilgili genel değerlendirme soruları sorulmuştur. Anketin ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümleri hazırlanırken beşli likert ölçeği kullanılmıştır.

3.5. Anket Prosedürü

Anket, araştırmanın yazarları tarafından Ağustos 2019 – Eylül 2019'da sekiz hafta içerisinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar araştırma hakkında kısaca bilgi sahibi olduktan sonra bölgeyi kullanan rastgele seçilen kişilere yönelik kullanıcı anketi uygulanmıştır. Daha sonra toplanan bilgiler excel veri sayfasına dönüştürülmüş, analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde ulaşım, dolaşım ve erişim ana konuları dikkate alınarak uygulanmış anketin her ögesi incelenip elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Ortaya konulan bulgulara göre tartışmalar yapılmıştır.

4.1. Bulgular

'Girne Antik Yat limanı'na sıklıkla gelirim' ögesi değerlendirilirken katılımcıların %27'sinin 'katılıyorum' diye cevap verdiği görülmüştür. En az cevap ise 'kesinlikle katılmıyorum' seçeneği olmuştur. Detaylar Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5. Girne Antik Yat Limanı'na sıklıkla gelirim ögesine katılımcıların cevapları (%)

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum	Toplam
Girne Antik Yat limanı'na sıklıkla gelirim.	12%	23%	24%	27%	14%	100%

Ulaşım: 'Girne Antik Yat Limanı'na kolay ulaşabilirim' ögesine katılımcıların %40'ı 'katılıyorum' ve %21 'katılmıyorum' cevabını vermiştir. 'Girne Antik Yat Limanı'na toplu taşıma ile kolaylıkla ulaşabilirim' ögesinin sonuçları değerlendirildiğinde 'kararsızım' ve 'kesinlikle katılmıyorum' cevaplarının eşit yüzdeliğe (%27) sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca bu ögede katılımcıların %23'ü 'katılıyorum' cevabını vermiştir. 'Girne Antik Yat Limanı'na özel aracım ve/veya taksi ile ulaşabilirim' ögesine katılımcıların %45'i

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

‘katılıyorum’ cevabını vermişken %19’u ‘kesinlikle katılıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı’na geldiğimde aracımı kolaylıkla park edebilirim’ ögesine katılımcıların %32’si katılmıyorum ve %27’si ‘kararsızım’ cevabını vermişlerdir. ‘Girne Antik Yat Limanı’na yürüyerek kolaylıkla ulaşabilirim’ ögesine katılımcıların %34’ü ‘katılıyorum’ ve %21’i ‘kararsızım’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı’na kolaylıkla servis imkanı sağlayabilirim’ ögesi değerlendirildiği zaman ise %31 ‘kararsızım’ ve %29 ‘katılmıyorum’ yanıtı ortaya çıkmıştır. Ayrıntılar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Ulaşım durumuna göre Girne Antik Yat Limanı’nın değerlendirilmesi (%)

	Kesinlikle Katılmıyorum			Kesinlikle Katılıyorum		Toplam
Girne Antik Yat Limanı’na kolay ulaşabilirim	6%	21%	18%	40%	15%	100%
Girne Antik Yat Limanı’na toplu taşıma ile kolaylıkla ulaşabilirim.	27%	15%	27%	23%	8%	100%
Girne Antik Yat Limanı’na özel aracım ve/veya taksi ile ulaşabilirim.	10%	12%	14%	45%	19%	100%
Girne Antik Yat Limanı’na geldiğimde aracımı kolaylıkla park edebilirim.	26%	32%	27%	12%	3%	100%
Girne Antik Yat Limanı’na yürüyerek kolaylıkla ulaşabilirim.	17%	14%	21%	34%	14%	100%
Girne Antik Yat Limanı’na kolaylıkla servis imkanı sağlayabilirim.	15%	29%	31%	21%	4%	100%

Dolaşım: ‘Girne Antik Yat Limanı boyunca rahatlıkla dolaşabilirim’ ögesine katılımcıların çoğunluğu (%45) ‘katılıyorum’ cevabını verirken, %27’si ‘kesinlikle katılıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı’nda bulunan mekanlar arasında rahatlıkla dolaşabilirim’ ögesine cevap olarak katılımcıların %44’ü kesinlikle katılıyorum seçeneğini tercih ederken, bir kısmı (%22) ‘kesinlikle katılıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı boyunca rıhtımda kolaylıkla dolaşabilirim’ ögesine katılımcıların %38’i ‘katılıyorum’ cevabını, %22’si ‘kesinlikle katılıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı’nda yarı açık mekanlardaki mobilyalar arasında rahatlıkla dolaşabilirim’ ögesine katılımcıların %38’i ‘katılıyorum’, %27’si ‘katılmıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı’nda grup (aile ve/veya arkadaş) olarak rahatlıkla dolaşabilirim’ ögesine katılımcıların çoğunluğu (%39) ‘katılıyorum’ cevabını vermiş, %26’sı ise ‘kesinlikle katılıyorum’ cevabını vermiştir. Detaylar Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7. Dolaşım durumuna göre Girne Antik Yat Limanı'nın değerlendirilmesi (%)

	Kesinlikle Katılmıyorum			Kesinlikle Katılıyorum		Toplam
Girne Antik Yat Limanı boyunca rahatlıkla dolaşabilirim.	5%	7%	16%	45%	27%	100%
Girne Antik Yat Limanı'nda bulunan mekanlar arasında rahatlıkla dolaşabilirim.	6%	12%	16%	44%	22%	100%
Girne Antik Yat Limanı boyunca rıhtımda kolaylıkla dolaşabilirim.	12%	11%	14%	41%	22%	100%
Girne Antik Yat Limanı'nda yarı açık mekanlardaki mobilyalar arasında rahatlıkla dolaşabilirim.	7%	27%	21%	38%	7%	100%
Girne Antik Yat Limanı'nda grup (aile ve/veya arkadaş) olarak rahatlıkla dolaşabilirim.	7%	18%	10%	39%	26%	100%

Erişim: ‘Girne Antik Yat Limanı'nda bulunan mekanlara kolaylıkla erişebilirim’ öğesine katılımcıların %48’i katılıyorum, %24’ü ise kesinlikle katılıyorum yanıtını vermiştir. ‘Girne Antik Yat Limanı'ndaki rıhtımdan yat içine kolaylıkla erişebilirim’ ögesi için katılımcılardan %34 katılıyorum %26 kararsızım cevapları alınmıştır. ‘Girne Antik Yat Limanı yarı-açık mekanlarındaki mobilyaları rahatlıkla kullanabilirim’ ögesi için katılımcıların %41’i katılıyorum cevabını vermiştir. Ayrıca bu öge için katılmıyorum ve kararsızım cevapları eşit yüzdeliklere (%22) sahiptir. ‘Girne Antik Yat Limanı'ndaki kent mobilyalarını kolaylıkla kullanabilirim’ ögesi için ise katılımcılar %40 ‘katılıyorum’, %31 ‘kararsızım’ cevaplarını tercih etmişlerdir. Detaylar Tablo 8’de bulunmaktadır.

Tablo 8. Erişim durumuna göre Girne Antik Yat Limanı'nın değerlendirilmesi (%)

	Kesinlikle Katılmıyorum			Kesinlikle Katılıyorum		Toplam
Girne Antik Yat Limanı'nda bulunan mekanlara kolaylıkla erişebilirim.	5%	9%	14%	48%	24%	100%
Girne Antik Yat Limanı'ndaki rıhtımdan yat içine kolaylıkla erişebilirim.	12%	15%	26%	34%	13%	100%
Girne Antik Yat Limanı yarı-açık mekanlarındaki mobilyaları rahatlıkla kullanabilirim.	11%	22%	22%	41%	4%	100%

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Girne Antik Yat Limanı'ndaki kent mobilyalarını kolaylıkla kullanabilirim.	8%	14%	31%	40%	7%	100%
--	----	-----	-----	-----	----	------

Genel Değerlendirme: Bu bölümde 'Girne Antik Yat Limanı'nda bilgilendirme levhaları herkes tarafından anlaşılabilir' ögesine %35 'katılıyorum', %30 'kararsızım' cevapları verilmiştir. Son olarak 'Girne Antik Yat Limanı rıhtım ile deniz arasındaki bağlantılar yeterince güvenlidir' ögesine yönelik %32 'kararsızım' ve %22 'katılmıyorum' cevapları alınmıştır. Ayrıntılar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Girne Antik Yat Limanı'nın genel durum değerlendirilmesi (%)

	Kesinlikle			Kesinlikle		
	Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Katılıyorum	Toplam
Girne Antik Yat Limanı'nda bilgilendirme levhaları herkes tarafından anlaşılabilir.	15%	8%	30%	35%	12%	100%
Girne Antik Yat Limanı rıhtım ile deniz arasındaki bağlantılar yeterince güvenlidir.	17%	22%	32%	21%	8%	100%

4.2. Tartışma

Tartışma bölümünde kullanıcılara uygulanmış anket ile demografik durum değerlendirilmesi yanında ulaşım, dolaşım ve erişim yönünden elde edilen bulgulara göre kullanıcı memnuniyeti değerlendirmesi yapılmıştır.

Demografik Veriler: Anketin bu kısmına göre katılımcıların çoğunluğunun 18-24 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Buna rağmen 55-64 yaş aralığı ve 64 yaş üstü bireylerin katılımcılar arasında yok denecek kadar az olduğu söylenebilir. Anket katılımcılarının çoğunun üniversite mezunu olduğu saptanmıştır. Anketin bu bölümünde özel durumlu bireylerin (tekerlekli sandalye kullanıcıları, hamileler, bebek arabalı ebeveynler, otizimli çocuk ebeveynleri) katılımcılar arasında az olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre özel durumlu bireylerin ve yaşlıların çalışma alanını sıklıkla kullanamadığı saptanmıştır.

Ulaşım: Anketin ulaşım ile ilgili bölümünde sorulara verilen yanıtlardan toplanan verilere göre toplu taşıma ile ulaşımdan memnun olmadığı görülmektedir. Buna rağmen özel araç veya taksi ile ulaşımdan kullanıcılar memnun durumdadır. Verilere göre özel araç ile ulaşımını sağlayan bireylerin çoğunluğunun araçlarını park etme konusunda sorun yaşadıkları için memnun olmadıkları söylenebilir. Anket katılımcılarından toplanan genel verilere bakıldığında Girne kentinde bulunan bir bireyin yürüyerek Antik Yat limanına ulaşabilme durumundan memnun oldukları görülmektedir. Girne Antik yat limanındaki mekanlara ve yatlara servis sağlanması durumundan ise katılımcıların memnun olmadığı görülmüştür.

Dolaşım: Anketin dolaşım ile ilgili bölümünde sorulara alınan yanıtlardan elde edilen verilere göre katılımcıların çoğunluğu Girne Antik yat limanı boyunca kapalı ve yarı-açık mekanlar arasında bulunan dolaşım aksında, rıhtımda ve mekanlar arasındaki dolaşımdan memnun oldukları saptanmıştır.

Erişim: Anketin erişim ile ilgili bölümünde sorulara alınan yanıtlardan elde edilen verilere göre katılımcıların çoğunluğu Girne Antik yat limanı boyunca bulunan mekanlara ve rıhtımdan yat içerisine erişimden memnun oldukları saptanmıştır. Ayrıca katılımcılar çalışma alanında bulunan yarı-açık mekanlardaki mobilyaları ve kent mobilyalarını kullanımdan memnun durumdadırlar. Bunun yanı sıra kullanıcıların çalışma alanında bulunan mobilyaları kullanımdan da memnun olmadıkları saptanmıştır.

Genel değerlendirmeler: Anketin genel durum değerlendirmesi ile ilgili bölümünde sorulara alınan yanıtlardan elde edilen verilere göre katılımcıların çoğunluğu Girne Antik yat limanında bulunan bilgilendirme levhalarının herkes tarafından anlaşılabilirliğinden memnundur. Fakat bu levhalarda görme yetisini kaybetmiş kullanıcıların anlayabilmesi için kabartma harflerle yazılmış kısmın ve okuma yazma sorunu bulunan bireyler için sesli uyarı sistemine sahip özelliğin bulunmadığı yazarlar tarafından saptanmıştır. Bu sebeple herkes tarafından anlaşılabilir olduğu yazarlarca kabul edilmemektedir. Ayrıca katılımcılar arasında çalışma alanında rıhtım ile deniz arasındaki bağlantıların yeterince güvenliği konusunda kararsız kalan bireyler dışındaki çoğunluğun memnun olmadığı saptanmıştır.

5. SONUÇ

Çalışma evrensel tasarım bakış açısı ile ulaşım, dolaşım ve erişim ana konuları altında ortaya konulmuştur. Bu konular bağlamında yat limanlarında yaya aksı (iskele-yat bağlantıları, açık mekan bağlantıları, yarı-açık mekan ve kapalı mekan bağlantıları) incelenmiştir. Buna göre ortaya atılan '*Evrensel tasarımın yedi ilkesinin yat limanlarındaki önemi nedir?*' sorusuna cevap aranmıştır. Bu kapsamda yat limanları tasarlanırken evrensel tasarım kavramının benimsenmesi durumunda kentin tüm kullanıcılarına uygun tasarımlar yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Buna göre yat limanları için aşağıdaki uygulamaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

- Yat limanlarına farklı ulaşım yolları aracılığıyla (yakın çevre, kentin bütünü dikkate alınarak) ulaşım sağlanabilmelidir. Bu sebeple toplu taşıma araçlarının durakları yakın mesafede konumlandırılmalı veya özel araçlarla gelen çeşitli kullanıcıların araçlarını park etmesine fırsat sunacak park alanlarının sağlanması konusunda dikkatli olunmalıdır.
- Yat limanlarında bulunan açık, yarı-açık ve kapalı mekan giriş çıkışlarının herkesin kullanımına uygun olması gerekir. Bunun için seviye farkı vermeden girişler tasarlanması veya seviye farklılıklarının aşılmasında kullanıcıya tercih şansı sunularak merdiven ve rampa tasarımlarını bir arada kullanılması önerilir.
- Yat limanlarında bulunan açık, yarı-açık ve kapalı mekanlarda donatı elemanlarının (oturma mobilyaları, masalar, bankolar vb.) herkesin yaklaşım ve kullanımına uygun olması önemlidir. Aynı donatının kullanımında farklı fonksiyonların yerine getirilmesine imkan sunulmalıdır.

- Kentin bütününde olması gerektiği gibi yat limanlarında da ulaşım, dolaşım ve erişimde görme yetisini kaybetmiş kullanıcıların da tasarımın kullanıcıları arasında olduğu dikkate alınmalıdır. Bu sebeple tasarımda gerekli yerlerde hissedilebilir yüzeylerin, sesli uyarıcı sistemlerin bulunması gibi uygulamalar tasarımın detayları arasında olması gerekmektedir.
- Kentin bütününde olması gerektiği gibi yat limanlarında da kullanıcılar arasında işitme engelli kullanıcıların da olduğu dikkate alınarak uygun yöntemlerle (görsel uyarı elemanları vb.) gerekli uyarı ve bilgilendirmelerin olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Burgaz, S. (2008). Yat Limanı Yatırım, İnşa Ve İşletme Kalemleri Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Castelli, R. (1974). *Girne: Historical Study*. Auighi Printing. Nicosia.

Donkin, T. (2000). The European Blue Flag Campaign. ICOMIA library, Avrupa Mavi Bayrak Kampanyası. Şubat 2006 tarihinde <https://www.icomia.org> adresinden alınmıştır.

Duyguluer, F. (2012). Kıyı Mevzuatında Tanımlar. Ersoy, M. *Kentsel Planlama: Ansiklopedik Sözlük*, sf. 276-278.

Evcil, A. N. (2014). *Herkes İçin Tasarım Evrensel Tasarım*. İstanbul: Boğaziçi Yayınları.

Google Earth. (2019). Uydu görüntüsü. 12 Eylül 2019 tarihinde <https://earth.google.com/web/@35.33026309,33.33114746,39.21288389a,13685.91035332d,35y,0.54355376h,0.23752113t,-0r> adresinden alınmıştır.

Mace, R.L., Hardie, G. J. Ve Place, J.P. (1991). *Accesible Environments: Towards Universal Design*. The Center for Universal Desgn. North Carolina Staate University. Raleigh NC. USA.

Oktay, B. (2000). Evaluation of Impacts of Tourism at the Coastal City of Girne, unpublished M.A Thesis, Eastern Mediterranean University.

Story, M.F.(2001). *Principles of Universal Design, Universal Design Handbook*. New York: McGrawHill.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

The Center For Excelence in Universal Design. (2014). Building for everyone: A universall design approach. 24 Eylül 2019 tarihinde <http://universaldesign.ie/> adresinden alınmıştır.

Yılmaz, A. (2019). 28 Eylül 2019 tarihinde <http://www.instagram.com/al7nho7/> adresinden alınmıştır.

KARADENİZ EREĞLİ MÜZESİ ENVANTERİNE KAYITLI KİLİMLER

RUGS IN THE KARADENİZ EREGLİ MUSEUM INVENTORY

Arş. Gör. Dr. Gözde UZGİDİM

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

ÖZET

Kilimler, Türk kültüründe önemli bir yer edinen somut kültürel miras ürünlerinden biridir. Anadolu topraklarında yüzyıllardır dokunan kilimler, geleneksel sanatlar içinde önemli bir yere sahiptir. Kilim tarihi açısından oldukça köklü bir geçmişiz bulunmaktadır. Eski ev yaşamının vazgeçilmez bir parçası olan bu ürünler günümüzde de halen tercih edilmektedir. Geleneksel motifler ve özellikleri ile dokunanların yanında günümüz teknoloji imkanlarından yararlanılarak da üretilen kilimler bulunmaktadır.

Genel anlamda tüm düz dokuma yaygılarına kilim denmesine rağmen, kilim dokumacılığında teknik farklılık göstermektedir. Anadolu’da hemen hemen her şehrin veya kasabanın adıyla bilinen oraya özgü kilimleri bulunmaktadır. Kullanılan dokuma tekniği, iplik özelliği, hammadde türü farklıdır. Genellikle yörede bulunan ve oranın iklim şartlarına uygun hammadde türü tercih edilmektedir. Bu kilimler birbirinden farklı renk, motif ve kompozisyon özelliklerine sahiptir. Her birinin taşıdığı anlam ve değerler çeşitlilik göstermektedir. Sadece ev eşyası olarak kullanılmamış aynı zamanda insanların iletişim aracı da olmuştur. Kullanılan renkler ve motifler dokuyucu tarafından kilime anlam katmaktadır.

Araştırmaya konu olan kilimler Karadeniz Ereğli Müzesinde teşhirde bulunan eserlerdir. Günlük oda, oturma odası ve sofada bulunan 3 adet kilim araştırmanın örneklem grubunu oluşturmaktadır. Kilimler bağış veya satın alma yoluyla temin edilmiştir. En-boy ölçüleri, dönemi, renk, motif ve kompozisyon özellikleri, hammadde türü incelemeleri yapılacaktır. Genel ve detay çekimleri ile fotoğraf kayıtları alınacaktır. Mevcut durumu incelenip daha iyi koşullar altında saklanabilmesine yönelik önerilerde bulunulacaktır. Müze teşhirinde kilim dokumacılığında kullanılan araçlar da incelenmeye alınmıştır. İp hazırlık sürecinde kullanılan çıkırcık ve kirman örnekleri açıklanacaktır. Bu araştırma ile müzede bulunan kilimler tanıtılmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: Ereğli, Müze, Kilim

ABSTRACT

Rugs are one of the tangible cultural heritage products that have taken an important place in Turkish culture. Rugs that have been woven in Anatolia for centuries have an important place in traditional arts. We have a long history in terms of rug history. Rugs which are an indispensable part of the old home life, are still prefer today. Besides woven with traditional motifs and features, there are produced by using modern technology facilities.

Although the technique differs in rug weaving, all flat weaving mats are called rugs in general. Almost every town or town in Anatolia, known by its name, has rugs that are unique to it. The weaving technique, yarn characteristics and raw material type are different. Generally, the type of raw material which is suitable for the climatic conditions of the region is preferred. These rugs have different color, motif and composition characteristics. The each rug have different meaning and values. It was not only used as household goods but also as a means of communication for people. The colours and motifs add meaning to the rug by the weaver.

The rugs that are the subject of the research exhibited in the Karadeniz Ereğli Museum. The sample group of the study consists of 3 rugs in daily room, living room and hall. Rugs were provided by donation or purchase. Length measurements, period, color, pattern and composition properties, raw material type will be examined. Photo records will be taken with general and detail shots. The current situation will be examined and recommendations will be made to ensure it can be stored under better conditions. The tools used in rug weaving in the museum exhibition were also examined. The spinning wheel and ram samples used in the yarn preparation process will be explained. This research will introduce the rugs in the museum.

Key words: Ereğli, Museum, Rug

1. GİRİŞ

Kilimler, Türk kültüründe önemli bir yer edinen somut kültürel miras ürünlerinden biridir. Anadolu topraklarında yüzyıllardır dokunan kilimler, geleneksel sanatlar içinde önemli bir yere sahiptir. Genel anlamda tüm düz dokuma yaygılarına kilim denmesine rağmen, kilim dokumacılığında teknik farklılık göstermektedir. Düz dokuma yaygılar kilim, cicim, zili ve sumak olarak sınıflandırılmaktadır. Fonksiyonel anlamda aynı işleve sahip olmasına rağmen, her birinin farklı bir dokuma tekniği bulunmaktadır.

Kilim; “havsız, düz yüzeyli, yer yaygısı olarak kullanılan bütün atkı yüzölçümlü dokumalara verilen isim olarak basit bir şekilde tanımlanır”.Türk kilimleri; atkı yüzölçümlü olup, tersi ile yüzü aynı olan dokumalardır. Atkı ipliği aynı zamanda desen ipliği olarak kullanılmaktadır (Soysaldı, 2009: 4, 379). Farklı kilim dokuma teknikleri olmasına rağmen genel anlamda desen ipinin çözgü ipinden bir alt bir üst şeklinde geçmesi ile elde edilen bir dokuma türüdür.

Kilim tarihi açısından köklü bir geçmişiz bulunmaktadır. Anadolu’da M.Ö. 7.yy’a dayanan düz dokuma yaygı örneği Gordion’da Frigyalılar dönemine ait olduğu bilinmektedir. Düz dokuma yaygılara benzer teknikte keçi kılı ve keten ile dokunmuş sumak, cicim ve kilime benzer dokuma parçaları ele geçirilmiştir (Sevim ve Canay,2013: 62). M.Ö. 2300 yıllarına uzanan ve kraliçenin örtüsü olarak bilinen kilim örneği de Çanakkale Truva yakınlarında bulunmuştur. Bu kilimin geometrik desenlerle oluşturulmuş bir yapıya sahip olduğu ve açık yeşil, kahverengi, kırmızı renklerin hakim olduğu bulunan resimlerinden anlaşılmaktadır (Deniz, 2000:49).

Kilimler her yöreye özgü isimler ile anılmaktadır. Bulunduğu bölgeye ait motif, renk, hammadde ve kompozisyon özellikleri bulunmaktadır.

Araştırmaya konu olan kilimler Karadeniz Ereğli Müzesinde teşhirde bulunan eserlerdir. Günlük oda, oturma odası ve sofada bulunan 3 adet kilim araştırmanın örneklem grubunu oluşturmaktadır. Kilimler bağış veya satın alma yoluyla temin edilmiştir. En-boy ölçüleri, dönemi, renk, motif ve kompozisyon özellikleri, hammadde türü incelemeleri yapılmıştır. Genel ve detay çekimleri ile fotoğraf kayıtları alınmış ve mevcut durumu incelenip daha iyi koşullar altında saklanabilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur. Müze teşhirinde kilim dokumacılığında kullanılan araçlar da incelenmeye alınmıştır. İp hazırlık sürecinde kullanılan çıkırcık ve kirman örnekleri açıklanmıştır.

2. Ereğli Müzesi ve Müzede Bulunan Kilimler

Kdz.Ereğli Müzesi, Halil Paşa Konağı olarak bilinen zemin + 3 katlı, orta sofalı plan tipinde ve kagir olan bir yapı içinde hizmet vermektedir. Halil Paşa Konağı 19. yüzyıl sonlarında (tahminen 1870’li yıllar) Padişah 2. Abdülhamit döneminde sancak beyi (mirimiran) olan

Halil Paşa Karamahmutoğlu tarafından yaptırılmıştır¹

Müzenin her katında ve bahçesinde arkeolojik ve etnografik eserler sergilenmektedir. Ayrıca müze deposunda da eserler yer almaktadır.

Müzenin 3.katı etnografik eserlerin sergilendiği alan olarak düzenlenmiştir. İncelenen kilimler bu katta yer alan oturma odası ve salonunda bulunmaktadır. Eski geleneksel yaşamı göstermek amacıyla oluşturulan odalarda kilimler yerde yer yaygısı olarak sergilenmektedir. Araştırmanın örneklemini 3.katta teşhirde olan kilimler ile sınırlandırılmıştır. Depo da yaklaşık 60 adet kadar kilimin de olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Müzede düz dokuma yaygılar grubundan halı ve seccade örnekleri de teşhirde bulunmaktadır.

Ayrıca oturma odasında ahşap ve demirden yapılmış iki adet çıkırık ve bir adet ahşap kirman bulunmaktadır. Çıkırık liflerden iplik eğirmeye yarayan bir araçtır.



Fotoğraf 1: a)Ahşap çıkırık b) Demir çıkırık c) Ahşap kirman

2.1. Birinci Örnek



¹ (<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/zonguldak/gezilecek yer/kdzeregli-muzesi>) 04.09.2019/ 10:50 tarihinde alınmıştır.

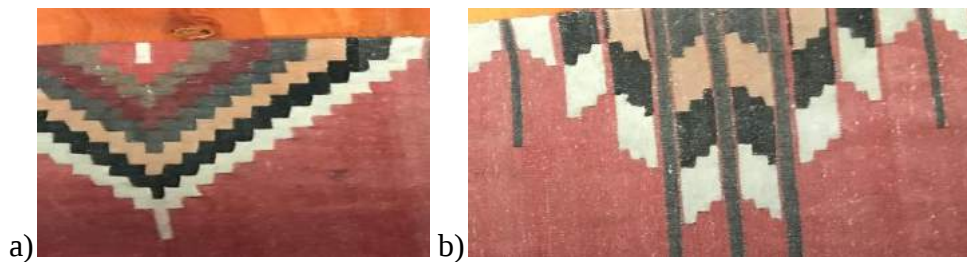
Örnek no : 1
İnceleme Tarihi : 08.08.2019
İlgili Koleksiyon : Karadeniz Ereğli Müzesi
Bulunduğu Yer : Salon
Dönemi : 20.yy.başı
Müzeye Geliş Tarihi : 1998
Türü : Kilim
Boyutları : 68x223 cm
Hammadde Türü:
Çözü: Pamuk **Desen:** Yün
Kullanılan Renkler:
Çözü: Beyaz **Desen:** Siyah, beyaz, gri, bordo, açık pembe, krem, lacivert

Motif ve Kompozisyon Özellikleri: Başka bir kilimin kesilmesiyle elde edilmiş bir eserdir. Eserin orta zemininde beyaz, kahverengi, siyah, pembe, lacivert renklerde çubuklar bulunmaktadır. Merkezde konumlandırılmış iki adet göbek bulunmaktadır. Biri gri, siyah, krem ve beyaz renklerinden oluşan zincir göbek, diğeri ise basamaklı göbektir. Basamaklı göbeğin aralarından siyah çubuklar geçmektedir.

Mevcut Durumu: Eser tozlu durumdadır. Yer yer yırtılmalar ve doku kaybı görülmektedir. Kenarlarda sökûlmeler mevcuttur. Desen iplerinde kayıplar oluşmuştur.



Fotoğraf 2: Kilimde oluşan delikler ve sökûlmeler



Fotoğraf 3: a) Zincir göbek b) Basamaklı göbek

2.2.İkinci Örnek



Örnek no :2
İnceleme Tarihi : 08.08.2019
İlgili Koleksiyon : Karadeniz Ereğli Müzesi
Bulunduğu Yer : Salon
Dönemi : 20.yy.başı
Müzeye Geliş Tarihi : 1988
Türü : Kilim
Boyutları : 150x350 cm
Hammadde Türü:

Çözü: Pamuk **Desen:** Yün

Kullanılan Renkler:

Çözü: Beyaz **Desen:** Siyah, beyaz, gri, bordo, turuncu, krem, sarı

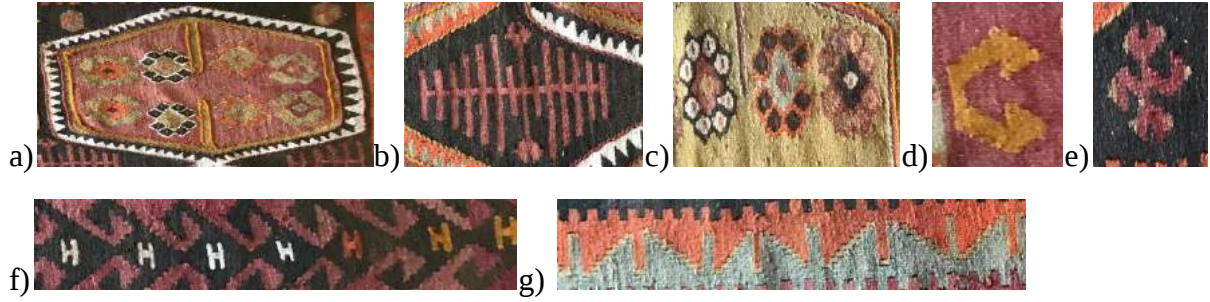
Motif ve Kompozisyon Özellikleri: Kilimin etrafı bir kalın bir ince olmak üzere iki bordür ile çevrelenmiştir. Uzun kenar bordürlerde bordo zemin üzerinde sıralı olarak elibelinde motifi devam etmektedir. Motifin merkezinde H harfi biçimli dolgu motifi dokunmuştur. Kısa kenar bordürlerde ise bordo zemin üzerinde koçboynuzu motifi görülmektedir. İnce bordürlerin uzun kenarında küpe ve tarak motifleri; kısa kenarında ise eğri yanış motifleri kullanılmıştır. Orta zemin siyah renkte olup yan yana iki adet olmak üzere boyuna doğru toplamda on dört altıgen toplu² bulunmaktadır. İçlerinde rozet çiçeği merkezinde aşk ve birleşim motifi bulunmaktadır. Altıgen topların yan yana durması ile oluşan eşkenar dörtgenlerin içinde tarak dişi ile dolgu yapılmıştır. Yer yer kurt ağzı ve dilimli elma motifleri görülmektedir.

Mevcut durumu: Eser tozlu durumda olup, fonksiyonel özelliğini yitirmemiştir.

² Toplu kilimler Yozgat'ta en çok karşılaşılan kilim tipidir. Bu toplu kilimler yaygın olarak iki tiptir. Toplu kilimlerde; kenarları parmak ya da taraklı altıgen toplar yatay bordürler içinde bağlantısız sıralamalıdır. Topların ortasında motifler bulunur. İkinci tip toplu kilimlerde ise; zeminde altıgen toplar (kıvrımlı göl), üst üste tekli, ikili veya üçlü sıralanmıştır (Soysaldı, 2016: 465).



Fotoğraf 4: a) Kilimin arka yüzü b)Motif detay



Fotoğraf 5: a) Altıgen toplu b)Tarak dişi c) Aşk ve birleşim d) Koçboynuzu e) Kurtağzı f) Elibelinde g) Tarak motifleri

2.3.Üçüncü Örnek



Örnek no :3
İnceleme Tarihi : 08.08.2019
İlgili Koleksiyon : Karadeniz Ereğli Müzesi
Bulunduğu Yer : Oturma odası
Dönemi : 20.yy.
Müzeye Geliş Tarihi : 1996

Türü : Kilim
Boyutları : 165x395 cm

Hammadde Türü:

Çözü: Pamuk **Desen:** Yün

Kullanılan Renkler:

Çözü: Beyaz **Desen:** Siyah, bordo, krem, sarı, kahverengi, gri
(açık mavi)

Motif ve Kompozisyon Özellikleri: Kilim boyuna doğru dokuz şeride bölünmüştür. Her şeritte zemin farklıdır ve siyah, gri, bordo, krem renkleri kullanılmıştır. Tüm şeritlerde aynı kompozisyon düzeni hakimdir. Şeritler çengel motifinin yatay şeklinde sıralanması ile birbirinden ayrılmaktadır. Yan yana dizilmiş beş adet koçboynuzu ile süslenmiş tarak motifleri vardır. Bu motifin altında ve üstünde elibelinde, içinde ise kurtağzı motifleri yer almaktadır.

Mevcut durumu: Eser tozlu durumda olup, fonksiyonel özelliğini yitirmemiştir. Ayrıca oturma odasında teşhirde olduğundan dolayı üzerinde objeler bulunmaktadır. Bu durumdan dolayı eser üzerinde ağırlık izleri oluşmuştur.



Fotoğraf 6: a) Çengel b) Tarak c) Elibelinde d) Kurtağzı motifleri

SONUÇ

Envanter kayıtları incelendiğinde kilimlerin satın alma ve bağış yoluyla müzeye alındığı görülmektedir. Çözü iplerinde pamuk, desen iplerinde ise yün kullanılmıştır. Motif ve kompozisyon düzeninde geleneksel motifler kullanılmış ve bazı motifler yöreye özgü adlandırılmıştır. Çözü ipleri beyaz, desen iplerinde ise kırmızı, siyah, sarı, bordo, gri, kahverengi, krem, turuncu ve lacivert renkleri tercih edilmiştir. Kilimlerde çengel, tarak, elibelinde, kurtağzı, küpe, koçboynuzu, aşk ve birleşim, altıgen toplu, tarak dişi, zincirli göbek, basamaklı göbek ve tahta motiflerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Tozlu durumda olan kilimler daha önceden konservasyon işlemi geçirmemiştir. İncelen birinci örnekte ki kilim başka bir kilimin kesilmesi ile elde edilmiştir. Kilim yıpranmış durumda olup yırtılmalar oluşmuştur. Bu kilime sağlamlaştırma işlemi yapılması kilimin daha uzun süre yaşatılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Deniz, B. (2000). *Türk Dünyasında Halı ve Düz Dokuma Yaygıları*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayınları.

Sevim, K. ve Canay, A. (2013).Anadolu’da Üretilen Kilim Motiflerinden Bukağı Motifi Ve Bu Motifden Çıkan Seramik Çalışmalar, *İdil Dergisi*, Cilt 2, Sayı 6, ss.60-70.

Soysaldı, A. (2009). *Düz Dokuma Teknikleri ve Teknik Desen Çizimleri*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayınları.

Soysaldı, A. (2016). Yozgat Dokuma Atlası, I. *Uluslararası Bozok Sempozyumu 05-07 Mayıs 2016 Bildiri Kitabı*, 3.Cilt, s.454-478.

(<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/zonguldak/gezilecekyer/kdzeregli-muzesi>)
04.09.2019/ 10:50 tarihinde alınmıştır.

**DİJİTAL BÖLÜNME ÇERÇEVESİNDE BİLGİ TOPLUMUNA DÖNÜŞÜM
SÜRECİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

EVALUATION OF THE TRANSFORMATION PROCESS IN THE INFORMATION
SOCIETY IN THE FRAMEWORK OF DIGITAL DIVISION

Arş. Gör. Rukiye Gizem ÖZTAŞ

Bartın Üniversitesi

Doç. Dr. Burcu H. ÖZÜDURU

Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY

Bartın Üniversitesi

ÖZET

Günümüz toplumlarında bilgi, çevresel, kültürel, siyasal, ekonomik ve sosyal sistemlerin geleceğini yakından ilgilendirmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte, bilginin ekonomik kalkınma ve toplumların gelişimindeki önemi de artmaktadır. Bu artan önemle birlikte “bilgi toplumu” (Castells, 1989) ve “bilgi iletişim teknolojileri (BİT) (Webster, 1995)” kavramlarından sıklıkla söz edilmektedir. Bilgi toplumu, bilginin toplumun her alanında kullanıldığı, çok boyutlu yeni bir toplum tipidir. Bilginin, toplumun her alanında kullanılmasını sağlamadaki en önemli unsur teknolojidir. En önemli araç ise BİT’tir.

Bilgi toplumunun en temel unsurlarından biri haline gelen BİT’ler, kullanım farklılıklarına bağlı olarak eşitsizliklere sebep olmaktadır. Eşitsizlikler çevresel, sosyal ve ekonomik yapıyı olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Toplumların sürekli bir dönüşüm ve gelişim içerisinde olması bireyler üzerinde de önemli etkilere neden olmaktadır. Dijital bölünme de bu etkilerden biridir. Bireyler arasında var olan eşitsizlik bilgi toplumunda kendini “dijital bölünme” (Hoffman and Novak, 1999) şeklinde göstermektedir. Kırsal ve kentsel halk arasında ki mevcut gelir ve eğitim eşitsizliğine bilişim araçları sahipliği konusundaki eşitsizlik de eklenince dengeli bilgi toplumuna geçiş süreci uzamakta ve daha zor hale gelmektedir.

Bu çalışma, dünyada ve Türkiye’de bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde dijital bölünme kavramına kırsal alan eşitsizliği perspektifinden yaklaşarak, oluşturulan politikalarla kırsal halkın dijital dünyadaki yerine dair bir çerçeve çizmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde oluşturulan politikalarda ve uygulamalarda yaşanan değişimler ve bunların kırsal halk üzerindeki etkileri belirlenecek, Türkiye’nin değişimlerden nasıl etkilendiği ve ne tür politika seçenekleri oluşturmaya çalışıldığı ortaya konulacaktır. Çalışmanın yöntemi konu ile ilgili literatürün incelenmesi ve çalışma hedefi kapsamında derlenmesini kapsamaktadır. Konunun ortaya konulması ve tartışılması için, kırsal politikalar irdelenerek kırsal alan ve dijital bölünme konuları arasında neden-sonuç ilişkisi aranarak tartışmaya çalışılmış ve çıkarımlarda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgi toplumu, bilgi iletişim teknolojileri, dijital bölünme, kırsal alan.

ABSTRACT

Information in today's societies is closely related to the future of environmental, cultural, political, economic and social systems. With the developing technology, the importance of information in terms of economic development and development of societies is gradually increasing. With this increasing importance, the concepts of “information society” (Castells, 1989) and “information communication technologies (ICT) (Webster, 1996)” are frequently mentioned. Information society is a new multidimensional type of society in which knowledge is used in all areas of society. Technology is the most important element in ensuring that information is used in all areas of society. The most important tool is ICT.

ICTs, which have become one of the most fundamental elements of the information society, cause inequalities due to differences in usage. Inequalities are among the main factors that negatively affect the environmental, social and economic structure. The continuous transformation and development of societies also has significant effects on individuals. Digital division is one of these effects. The inequality among individuals manifests itself as “digital division” in the information society (Hoffman and Novak, 1999). When the current inequality between rural and urban people is added to the inequality of information tools ownership, the transition to a balanced information society becomes longer and more difficult.

In this study, the digital divide in the world and the concept of transformation into an information society in Turkey approached from the perspective of inequality in rural areas, rural policy made public with a framework that aims to replace the digital world. In this context, information society transformation process changes policies and practices , determine their impact on rural communities, influence the future of Turkish rural policies. The goal of this study offer an extensive literature review on rural area policies and ICT, and to put forward and discuss the issue, discussion and inferences along with the cause-effect relationship between rural areas and digital division issues.

Keywords: Information society, digital divide, rural areas

1. GİRİŞ

Toplumlar, gelişmişlik seviyelerine bağlı olmaksızın sürekli gelişim ve değişim içinde olan dinamik bir yapıya sahiptir. İnsanlığın varoluşundan bu yana toplumsal gelişme ve değişim çeşitli etkenlerle, farklı zamanlarda, farklı hızla ve özelliklerle gerçekleşmiştir. Günümüze kadar toplumlar ilkel toplum, tarım toplumu, sanayi toplumu ve bilgi toplumu olmak üzere 4 önemli aşamadan geçmiş, üç önemli devrim yaşayarak dönüşüme uğramıştır. Bu aşamaları belirleyen etmenler ise teknoloji, üretim biçimi, sınıflaşma, yönetme kültürü olarak sıralanabilir (Şentürk 2003; Kocacık 2003). İlk devrim ilkel toplumdan tarım toplumuna geçiştir. Avcı ve toplayıcılar, hayatta kalabilmek için hayvanları evcilleştirmiş ve belli toprak parçalarını ekmişlerdir. Kır toplumları hayatta kalmak için hayvanları evcilleştirirken, tarım toplumları ise tahıl yetiştirip tarım ile uğraşmışlardır (Giddens, 1980).

İkinci büyük değişiklik dalgası ile Avrupa’da “Sanayi Devrimi” başlamıştır. Bu değişim dalgası ülkeler arasında çok hızlı bir şekilde yayılmıştır. 1950’li yıllarda ikinci dalga maksimum seviyeye ulaşmış ve ilk olarak ABD’de de güç toplayan üçüncü değişiklik dalgası başlamıştır (Toffler, 1981). Toffler’in “üçüncü dalga” olarak belirttiği “İletişim-Bilişim Devrimi” olan bu toplumu, yönetimi, kültürü ve siyaseti dönüştüren üçüncü dönüşüm devri; gelişen BİT araçları ile dönüştürme sürecine devam etmektedir (Kongar, 2002).

1950’lilerde başladığı kabul edilen, beşeri faaliyetlere sayısal iletişim ağlarının entegre edildiği, bu ağların kullanımının arttığı ve her türlü teknolojinin üretildiği bu çağa “bilgi toplumu çağı” adı verilmektedir (TÜİK, 2002). Bilgi toplumu; gelişen bilgi ve iletişim teknolojileriyle bu bağlamda da bilgi üretiminin ve sermayesinin, bilgi sektörünün ve nitelikli insan olan bilgi işçisinin öne çıktığı, sanayi toplumunun ötesinde yeni bir toplum tipidir (Aydınlı, 2004).

2. BİLGİ TOPLUMU VE BİLGİ İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ (BİT)

Günümüz toplumlarında bilgi, çevresel, kültürel, siyasal, ekonomik ve sosyal sistemlerin geleceğini yakından ilgilendirmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte, bilginin ekonomik kalkınma ve toplumların gelişimindeki önemi de artmaktadır. Bu artan önemle birlikte “bilgi toplumu” (Castells, 1989) ve “bilgi iletişim teknolojileri (BİT) (Webster, 1996)” kavramlarından sıklıkla söz edilmektedir. Bilgi toplumu, bilginin toplumun her alanında kullanıldığı, çok boyutlu yeni bir toplum tipidir. Bilginin, toplumun her alanında kullanılmasını sağlamadaki en önemli unsur teknolojidir. En önemli araç ise bilgi ve iletişim teknolojileridir.

2.1. Bilgi toplumu

Yeni bir kavram gibi görünen bilgi toplumunun temellerinin aslında 1900’lü yıllardan önceye dayandığı düşünülmektedir. Bunun yanında, bilgi toplumu kavramını ilk kimin kullandığı üzerine çok farklı görüş bulunmaktadır (Yeşilorman ve Koç, 2014). Bir görüşe göre, Kanada’lı iletişimci Marshall Mc Luhan ilk kez “iletişim çağı” kavramını, ABD’li iktisatçı Fritz Machlup da 1962 yılında “bilgi toplumu” terimini ortaya koymuştur (Geray, 1997). Diğer yandan, Japon Yoneji Masuda ise, “Sanayi Sonrası Toplum Olarak Bilgi Toplumu (1981)” isimli çalışması ile bilgi toplumu terimini kullanmıştır (Sarıgöz, 2012).

1950’lerden sonra ortaya çıkan bu yeni toplum tipi bilgi toplumu teorisyenleri tarafından aşağıdaki şekilde (Şekil 1) ifade edilmiştir (Yeşilorman ve Koç, 2014).

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

	Bilgi Toplumu Teorisyenleri	Yeni Toplum Tipi
1	Marshall Mc Luhan	İletişim çağı
2	Fritz Machlup	Bilgi toplumu
3	Yoneji Masuda	Bilgi toplumu
4	Alvin Toffler	Üçüncü dalga
5	Herman Kahn	Ekonomi sonrası toplum
6	Kenneth Boulding	Uygarlık sonrası toplum
7	George Lichtheim	Burjuva sonrası toplum
8	Amittai Etzioni	Modernlik sonrası çağ
9	Daniel Bell	Endüstri sonrası toplum
10	Paul Holmes	Kişisel hizmet toplumu
11	Ralf Dahrendorf	Hizmet sınıfı toplum
12	Zbigniew Brzezinski	Teknokratik çağ
13	Peter F. Drucker	Bilgi toplumu

Şekil 1. Bilgi toplumu ifadeleri

Ancak terimin en yaygın kullanım biçimi “bilgi toplumu” şeklindedir. Veri, enformasyon ve bilgi ise oluşan bu yeni toplum tipinin en önemli kavramlarıdır (Hazar, 2006).

Bilgi toplumunun kabul gören tek bir tanımı bulunmamaktadır. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu’na (BTK) göre bilgi toplumu; bilginin kendisinden üretilmesine, işlenmesinden dağıtılmasına yönelik yapılan her eylemin ekonomik, siyasi, sosyal ve kültürel alanlarda temel girdi olduğu toplumları ifade etmektedir (URL-1). Dikkaya ve Özyakışır (2006)’a göre, teknoloji ve bilgi temelli sanayi sonrası toplum tipidir.

Bilgi toplumunun çıkış sebebi teknolojik vurgu içermektedir. Özellikle bilgi iletişim alanında gelişen teknoloji ile bilginin üretiminin ve dağıtımının artması, bilginin ticari mal olarak görülmesi bilgi toplumunun temellerini oluşturmaktadır (Yılmaz, 1998).

McLuhan, Toffler ve Bell gibi teorisyenler çalışmalarında bilgi toplumunun yapısal dönüşümünü sanayi toplumu ile kıyaslayarak açıklamıştır (Törenli, 2005). Bilgi toplumunun, sanayi toplumundan sonra ortaya çıkan bir aşama olduğu ifade edilmektedir. (Sarıgöz, 2012). Bilgi toplumunun açıklanmasında kullanılan diğer bir olgu ise BİT’lerdir. Çünkü gelişen bilgi teknolojileri beraberinde bu gelişmelere uyum sağlayabilecek bir toplum yapısını da getirmektedir. Bu toplum yapısında insanlar kendilerine yer bulabilmek için yeni kaynaklar üreterek teknolojiye hâkim olmaya çalışmaktadırlar (Numanoğlu, 1999; İçyer, 2010).

2.2.Dijital bölünme

Bilgi toplumunun en temel unsurlarından biri haline gelen BİT’ler, kullanım farklılıklarına bağlı olarak eşitsizliklere sebep olmaktadır. Eşitsizlikler çevresel, sosyal ve ekonomik yapıyı olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Toplumların sürekli bir dönüşüm ve gelişim içerisinde olması bireyler üzerinde de önemli etkilere neden olmaktadır. Dijital bölünme de bu

etkilerden biridir. Bireyler arasında var olan eşitsizlik bilgi toplumunda kendini “dijital bölünme” (Hoffman ve Novak, 1999) şeklinde göstermektedir.

OECD (2001), dijital bölünme kavramını, hem BİT'lere erişim fırsatları hem de interneti çok çeşitli faaliyetler için kullanmaları bakımından bireyler, haneler, işletmeler ve coğrafi alanlar arasındaki farklı sosyo-ekonomik düzeyler arasındaki boşluk olarak tanımlamaktadır (Van Deursen, vd., 2015; Alizadeh, 2017; Alizadeh ve Farid, 2017; Gonçalves vd., 2018; Jordá-Borrell vd., 2018). Bu bağlamda, son on yılda yapılan çok sayıda çalışma, erişilebilirliği ve/veya bilgisayarları ve interneti kullanan bir toplum arasındaki farklılıkları ölçüp anlama ihtiyacını ele almıştır (Yu, 2006; World Economic Forum, 2017).

Kırsal ve kentsel halk arasındaki mevcut gelir ve eğitim eşitsizliğine bilişim araçları sahipliği konusundaki eşitsizlik de eklenince dengeli bilgi toplumuna geçiş süreci uzamakta ve daha zor hale gelmektedir.

Kırsal halk, BİT'lere erişim ve BİT'leri kullanım açısından süreci etkileyen değişkenlerden biridir. Dünyada bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde kırsal alanlarda BİT'lere erişimin ve kullanımının artırılmasına yönelik oluşturulan politikaların, projelerin ve yapılan çalışmaların sayısı son yıllarda artış göstermektedir. Avrupa Birliği Raporu (2015)'na göre, gelişmiş ülkelerde kırsal alan ve kentsel alan arasındaki dijital bölünmenin giderek azaldığı ortaya konulmakta; neredeyse tüm dünyada gelişmiş ülkelerde yaşayan kırsal halkın BİT kullanımı konusunda daha avantajlı konumda olduğu gösterilmektedir.

2.3.Bilgi iletişim teknolojileri

Dünyada pek çok değişim yaşanmaktadır. Bu değişimlerin en etkililerinden biri de temel teknolojilerde yaşanan gelişmelerdir. Sanayi devrimi ile geçmişte siyasal, ekonomik, kültürel ve sosyal boyutta dönüşümler yaşanmıştır. Günümüzde ise bu değişimler, gelişen temel teknolojilerin etkisi ile yaşanmaktadır. Temel teknolojilerde yaşanan değişim; tüm sektörleri (sanayi, tarım, hizmetler) ve alt sektörleri, eğitim, sağlık vb. gibi insanların yaşam kalitesini etkileyen sosyal yatırımları, bireylerin kültür seviyesini ve siyasal değişimleri ve gelişimleri de etkilemektedir (Aktan ve Tunç, 1998).

Bu bağlamda ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal gibi çok boyutlu bir olgu olan bilgi teknolojilerinin, bilgi toplumunun dönüşmesindeki önemi göz ardı edilemez. Bu dönüşüm sürecinde belirli düzeydeki teknolojik altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi takdirde bilginin yaşamın her alanında kullanımı ve paylaşımı gerçekleştirilemez. Özetle günümüzde bilgi toplumu olmayı sürdürebilmek için BİT'lerin etkin ve halkın her kesimi tarafından kullanımı gerekmektedir.

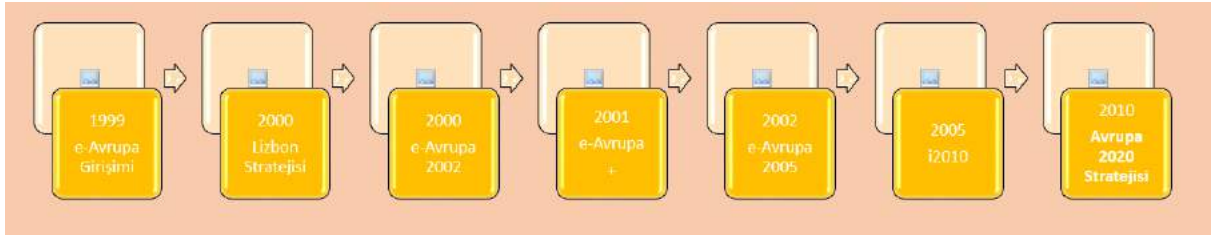
3. AB'DE VE TÜRKİYE'DE BİLGİ TOPLUMUNA DÖNÜŞÜM SÜRECİ

3. dalga ile oluşan yeni küresel yapılanmada bilgi, bilim ve teknolojiye sahip olan insanlar, kentler, toplumlar vb. yeni teknolojilerin imkânlarından daha etkin faydalanarak, gücü ellerinde tutmaya çalışmaktadırlar. Ülkeler küresel sistemde bilgi toplumu olmak için tüm kaynaklarını ve potansiyellerini kullanmaktadırlar. Küresel yapıda 3.dalgaya ilk katılarak bilgi toplumu olma öncülüğünü ABD ve sonrasında Japonya yapmıştır (Çukurçayır ve Çelebi, 2009). Ancak, bu çalışma kapsamında AB'de ve Türkiye'deki bilgi toplumuna dönüşüm süreçleri irdelenmiştir. Özellikle AB politikalarının incelenmesinin sebebi ise, ABD ve Japonya'ya kıyasla AB'nin daha sonra bilgi toplumuna geçiş yapması ve yapılan politikaların daha bu sürecin başında olan Türkiye'nin dönüşüm sürecine daha fazla katkı sağlayacağını düşünülmesidir.

Türkiye'nin yıllardır Avrupa Birliği'ne girme isteği ve çabası ile bu bağlamda; Türkiye'nin özellikle 2001 yılında e Avrupa+ Girişimine taraf olmasıyla, Türkiye'de bilgi toplumuna dönüşüm çabaları başlamıştır.

3.1. AB'de bilgi toplumuna dönüşüm süreci

1990'ların sonlarında AB; bilgi toplumuna geçiş sürecini hızlandırmak ve ABD ile arasındaki farkı gidermek için "sayısallaşma" kavramına odaklanmıştır. Bu nedenle, BİT alanında AB'de parçacı olarak oluşturulan ulusal çabaların birleştirilmesi ve eşgüdümle kısa vadede daha etkin çözümler üretilmesi için politikalar oluşturulmuştur. Bu kapsamda oluşturulan politikalar (Şekil 2) ise "e-Avrupa Girişimi" (1999), "Avrupa Birliği Lizbon Stratejisi" (2000), "e-Avrupa 2005" (2002), "i2010: Büyüme ve İstihdam için Bilgi Toplumu Stratejisi" (2005) ve "Avrupa 2020 Stratejisi" dir.



Şekil 2. AB'de Bilgi Toplumu Dönüşüm Sürecinde Oluşturulan Politikalar

- **Lizbon Stratejisi ve E-Avrupa Süreci**

1999 yılında Helsinki'de e-Avrupa Girişimi kabul edilmiştir. Bu girişimin ana hedefi; Avrupa'nın oluşan yeni ekonominin imkânlarından en etkin biçimde faydalanmasını sağlamak ve Avrupa'yı herkes için (kırsal ve kentsel halk) gerçek bilgi toplumuna dönüştürmektir.

Ayrıca, e-Avrupa Girişimini destekleyen ve 2010 yılına kadar Avrupa'yı dünyanın en rekabetçi ve dinamik bilgi ekonomisine dönüştürmeyi hedefleyen "Lizbon Stratejisi" 2000 yılında ortaya konmuştur (Tuncer, 2008; URL-2; Lisbon European Council, 2000).

e-Avrupa 2002 Eylem Planı, Lizbon'da oluşturulan hedeflere ulaşmak için ihtiyaç duyulan eylemleri içermektedir. Eylem Planı, e-Avrupa Girişiminde ortaya konan amaçların, Lizbon kararları ile revize edilmesiyle oluşturulmuştur. e-Avrupa 2002 Eylem Planı, plandaki hedeflerin çoğunluğunun başarılı bir şekilde uygulanmasıyla Haziran 2002 yılında sonuçlanmıştır (Akçam, 2006).

2001 yılında, e-Avrupa+ Eylem Planı hazırlanmıştır. e-Avrupa+ Eylem Planı da, e-Avrupa gibi aday ülkelerin ekonomilerinin dönüşümünü ve gelişimini hızlandırmak, kurumsal kapasitelerini geliştirmek ve rekabet güçlerini artırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bu yönde aday ülkelerin her birinin özelliklerini dikkate alarak eylemler ortaya koymaktadır.

İnternetin etkin kullanımına yönelik çalışmalar üzerine yoğunlaşarak oluşturulan yeni politikalar sonucunda e-Avrupa 2005 Girişimi ortaya çıkmıştır. Bu girişimin genel amacı, güvenli geniş bant internet erişiminin dağıtımını hızlandırırken hizmetlerin, uygulamaların ve içeriklerin gelişimini teşvik etmektir. Geniş bant (Broadband), internet'e yüksek hızlı ve sürekli erişim sağlayacaktır. Ayrıca, yaşlılık, hastalık, coğrafi konum veya yeterlilik gibi belirli sebeplerden dolayı internete erişim sağlayamayanların sosyal dışlanma yaşamaması için her kesime internet erişimi sağlamak gibi genel amacı da vardır (COM, 2002). Bu girişimde oluşturulan politikalar, BİT'lerin kullanımının, kaliteli altyapı, dikkat çekici hizmetlerin sunulması ve kurumsal yapıların yenilenmesinin desteklenmesine yöneliktir. Avrupa Konseyi tarafından 2002 yılında Barcelona'da düzenlenen toplantıda yeni bir eylem planının hazırlanmasına karar verilmiş ve Sevilla toplantısında da e-Avrupa 2005 Eylem Planı kabul

edilmiştir. Bu eylem planı; 2005 yılına kadar genişbant erişiminin ve kullanımının yaygınlaştırılması, ağ ve bilgi güvenliğinin sağlanması, “e-Devlet, e-Sağlık, e-Eğitim ve e-İş” gibi konulara odaklanmıştır. E-Avrupa’nın başarıyla sonuçlanmasıyla, 2004 yılında Türkiye de e-Avrupa 2005’e gözlemci statüsünde taraf olmuştur (Akçam, 2006).

Lizbon Stratejisi büyüme ve üretkenliğin yanında sosyal uyum ve istihdamı da içermektedir. Bu bağlamda oluşturulan e-Avrupa 2005 eylem planı, insan kaynağına odaklanan bir yaklaşımla ele alınmıştır. Bu yaklaşımın başarılı olmasındaki en önemli araçlardan biri özellikle hizmetlerin çeşitli kanallardan sunumudur. Ayrıca, internet bağlantı seviyesinin geliştirilmesi ve artırılması e-Avrupa 2002’de hedeflenirken, e-Avrupa 2005’te ise bu altyapının ekonomik faaliyetlere dönüşümü hedeflenmiştir. Bu da katma değer yaratma potansiyeli olan politikaların ve iş dünyasına fayda sağlayacak ortamların oluşturulmasının önemini ortaya koymaktadır (Yaşa ve Çolak, 2011).

Sonuç olarak ortaya çıkan iyi örneklerin sonuçları ekonomik gelişme ve istihdama yansımadığı için Lizbon hedeflerine yeterince ulaşılammıştır. Bu bağlamda Lizbon hedeflerine ulaşmak için Haziran 2005’te “i2010 Gelişme ve İstihdam için Bir Avrupa Bilgi Toplumu” girişimi hazırlanmıştır.

- **i2010 – İstihdam ve Büyüme İçin Avrupa Bilgi Toplumu” Girişimi**

Avrupa Birliği, Lizbon Stratejisinde (2000) ortaya konulan politikaları da revize ederek, e-Avrupa 2005 Eylem Planının tamamlanmasından sonra “i2010: Büyüme ve İstihdam için Avrupa Bilgi Toplumu” stratejisini kabul etmiştir. Bilgi toplumu politikaları bağlamında kapsamlı bir strateji olan i2010 girişiminde, ar-ge yatırımları ve yenilikçilik ile BİT’in geliştirilmesine yönelik farklı politikalar yer almaktadır. Ayrıca i2010 ifadesindeki “i” bilgi (information), yenilikçilik (innovation) ve ar-ge yatırımları (investment) olmak üzere üç “i” politika önceliğine dayanmaktadır (COM, 2005).

- **Tek Avrupa Bilgi Alanı:** AB, bilgi toplumu hizmetlerinde rekabetçi bir iç pazarın yaratılmasını hedeflemiştir.

- **Yenilikçilik ve Araştırma-Geliştirmeye Yatırım:** AB, BİT araştırmasında yenilikçiliği ve yatırımı artırmak için, Avrupa’nın önde gelen rakipleriyle arasındaki farkı kapatıp, BİT’te araştırma ve yenilikte dünya standartlarında performansı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca BİT yatırımlarının %80 oranında artırılması hedeflenmiştir.

- **Kapsayıcı Avrupa Bilgi Toplumu:** AB, kapsayıcı bir Avrupa bilgi toplumu kurarak sosyal, ekonomik ve bölgesel uyumu arttırmak istemektedir. Büyüme ve işlerin sürdürülebilir kalkınmaya uygun bir şekilde teşvik edilmesini ve daha iyi kamu hizmeti ve yaşam kalitesine öncelik verilmesini amaçlamıştır.

i2010’da AB, özellikle istihdam ve büyümeye odaklanmış, bu da Lizbon Stratejisinin yeni bir boyut kazanmasına neden olmuştur. Ayrıca, i2010, BİT’in gelişimine yönelik farklı politika uygulamaları içermesi ile ilk defa BİT’in önemini vurgulayan bir girişim olmuştur (COM, 2005).

- **Avrupa 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme İçin Avrupa Stratejisi**

30 Mart 2010 tarihinde Avrupa Komisyonu, krizden kurtulabilmek ve gelecekte oluşabilecek sorunlara çözüm bulabilmek amacıyla “Avrupa 2020 Stratejisini” benimsemiştir. “Avrupa 2020 Stratejisi AB için bir dönüm noktasıdır. Bu strateji; düşük karbon ekonomisini, yüksek istihdamı, üretkenliği ve sosyal bütünlüğü sağlamak adına katı uygulamaları beraberinde getirmektedir. “Avrupa 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme için Avrupa Stratejisi” AB’nin 2020 yılı için hedeflerini ve yeni ekonomik dönüşüm stratejilerini içermektedir (COM, 2010).

Özellikle Avrupa ekonomisinin küreselleşmenin yarattığı problemleri ve çözüm önerilerini içermektedir. Bu bağlamda Lizbon Stratejisi'nin devamı niteliğindedir. Ancak Lizbon Stratejisi'nden ayrılan temel özelliği, krizleri fırsata çevirme yaklaşımının benimsenmiş olması, üye ülkelerde AB önceliklerini ele alan uygulamaların yapılması, politikaların oluşturulması ve daha bütüncül yaklaşımın benimsenmesi hususuna değinmesidir (Akçam, 2006; COM, 2010).

Ülkemizde de bilginin öneminin farkına varılması ile e-dönüşüm süreci başlamıştır. Aslında e-Dönüşüm süreci konusunda çalışmalar eskiye dayanmakla birlikte özellikle küreselleşme ve 2001 yılında AB'ye aday ülkeler için tasarlanan e-Avrupa girişimine Türkiye'nin taraf olmasıyla başlamıştır. Bu bağlamda ülkemizde bilgi toplumuna dönüşüm çalışmaları 2000'li yılların başından itibaren hız kazanmıştır (DPT, 2006; Akçam, 2006).

3.2. Türkiye'de bilgi toplumuna dönüşüm süreci

Dünyada yaşanan gelişmeler ve Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne girme çabaları doğrultusunda 1990'lı yılların sonlarından itibaren, ülkemizde bilgi toplumu olma yönündeki çalışmalar artmıştır. Türkiye'nin sanayileşme sürecine biraz geç başlaması, bilgi toplumunun altyapısının temel koşullarını oluşturan gelişmelerden yeterince yararlanmasına engel olmuştur. Bu bağlamda oluşturulan çeşitli politikalar bulunmaktadır (URL-3). Bilgi toplumu olma sürecinde hazırlanan bu politikalar; “Bilişim ve Ekonomik Modernizasyon Raporu (1993)”, “KamuNET (1998-2002)”, “Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Ana Planı- TUENA (1999)”, “e-Türkiye Girişimi Eylem Planı (2000)”, “e-Dönüşüm Türkiye Projesi Kısa Dönem Eylem Planı (2003- 2004)”, “e-dönüşüm Türkiye Projesi Eylem Planı (2005)”, “Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (2006-2010) ve Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (2015- 2018)” dir. Bu çalışmalarda genellikle bilgi toplumu alanında oluşturulan politika ve stratejiler bütün olarak ele alınmıştır.

1993-2018 yılları arasında Türkiye'nin bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde hazırlanan Politika Metinleri'nin kapsamı özetlenecek olursa;

- **Bilişim ve Ekonomik Modernizasyon Raporu**

1993 yılında Türkiye ile Dünya Bankası işbirliğinde hazırlanmıştır. Bu raporda, Türkiye'de bilgi toplumuna yönelik bilgisayar kullanımı, bilgi ekonomisinde var olan insan kaynağı, iletişim ağları ve altyapı gibi çeşitli alanlarda tespitleri içeren bir eylem planı önerisi getirilmiştir (World Bank, 1993). Fakat Dünya Bankası ile kredi anlaşmasında sorun yaşandığı için eylem planı uygulanamamıştır (BTD, 2015).

- **Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Ana Planı (TUENA)**

1999 yılında TÜBİTAK ve Ulaştırma Bakanlığı işbirliğinde Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Ana Planı hazırlanmıştır. Bu planın amacı Türkiye'nin enformasyon politikalarının belirlenmesidir. Bu bağlamda planda, enformasyon alanındaki yasal düzenlemeler, teknoloji altyapı ve kullanımı gibi konularda Türkiye'deki mevcut durum, dünyadaki ve Türkiye'deki genel yönelimler ve geleceğe yönelik hedef ve stratejiler yer almaktadır. Ancak plan yürürlüğe girmemiştir (TUENA, 1999).

- **e-Ticaret Koordinasyon Kurulu (1998-2002)**

Türkiye'de 1998 yılında Dış Ticaret Müsteşarlığının başkanlığında Elektronik Ticaret Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. Bu kurulun oluşturulmasının amacı ise ülkemizde elektronik ticaretin yaygınlaştırılmasıdır. Bu kurul tarafından amaca yönelik raporlar hazırlanmış ve öneriler sunulmuştur (Ekonomi Bakanlığı, 2015). Bu kurul “e-Türkiye” ile ilgili çalışmalara yönelik oluşturulan ve yürütülen tüm faaliyetlerin Devlet Bakanlığı ve Başbakan

Yardımcılığı bünyesinde toplanması kararına kadar varlığını sürdürmüştür. (Başbakanlık, 2002a).

- **KamuNET(1998-2002)**

1998 yılında Başbakanlık Müsteşarının başkanlığında; kamu bilgisayar ağlarına yönelik yapılan çalışmalarda değerlendirme, koordinasyon, izlenme ve finansman konusunda yaşanan sorunlara çözüm bulmak için “Kamu-Net Üst Kurulu ve Teknik Kurulu” oluşturulmuştur. 1998 yılında kurul tarafından bir eylem planı önerisi sunulmuştur. Bu kurul da “e-Türkiye” ile ilgili çalışmalara yönelik oluşturulan ve yürütülen tüm faaliyetlerin Devlet Bakanlığı ve Başbakan Yardımcılığı bünyesinde toplanması kararına kadar varlığını sürdürmüştür. (Başbakanlık, 2002a).

- **E-Türkiye Girişimi (2001)**

2001 yılında, AB’ye aday ülkelerde uygulanmasına yönelik hazırlanan “e-Avrupa+ Eylem Planı’nın” hedefleri doğrultusunda ihtiyaç duyulan stratejilerin belirlenerek, ulusal bilgi politikasının oluşturulması ve uygulanması için, “e-Türkiye Girişimi” uygulamaya konulmuştur (BTD, 2015). e-Türkiye Girişimi’nde, bilgi toplumunun temel yapı taşlarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda; internetin etkin ve etkili kullanımının, toplumun ve hukuki ve teknik altyapının bilgi çağına hazırlanması sürecinin ve e-Sağlık, e-Arşiv gibi projelerin yer aldığı bir plan hazırlanmıştır. Bu girişim, e-Dönüşüm Türkiye Projesi’nin ilanı ile son bulmuştur.

- **e-Dönüşüm Türkiye Projesi (2002)**

Yukarıda özetlenen çalışmaların ortak özelliği genellikle birbirleri ile bütünlük sağlayamaması, ülkenin önceliklerinden ziyade kurumsal önceliklerin ön plana çıkması ve genel olarak uygulama imkânı bulamamış olmasıdır.

Bilgi toplumu olmak için daha bütüncül planlamayı içeren, ekonominin gelişmesini bu bağlamda katma değer yaratılmasını ve toplumun yaşam kalitesini yükseltmeyi öncelikli gören, katılımcı bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda ortaya çıkan yeni bir kurumsal yapıya duyulan ihtiyaç, e-Dönüşüm Türkiye Projesi’ni ortaya çıkarmıştır. e- Türkiye Dönüşüm Politika Belgesinde; BİT’i etkin bir şekilde kullanmak, ileri düzeyde bilim ve teknoloji üretmek, küresel dünyada başarılı olmak ve refah seviyesi yüksek bir ülke konumuna gelmek gibi hedefler Türkiye’nin bilgi toplumuna dönüşüm vizyonunu oluşturmaktadır (DPT, 2006). 2003 yılında ise DPT bünyesinde Bilgi Toplumu Dairesi (BTD) kurulmuştur. BTD ile, e-Dönüşüm Türkiye Projesi’nin yürütülmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi, kamu kurumlarının BİT yatırımları arasında eşgüdümün sağlanması ve bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde ihtiyaç duyulan stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır (URL-4).

- **Kısa Dönem Eylem Planı (KDEP) (2003-2004)**

e-Dönüşüm Türkiye Projesi’nde, geçmişten beri hazırlanan çalışmalardan ve elde edilen bilgi birikiminden yararlanılmıştır. Bu çerçevede, 2003 yılında e-Türkiye Girişimi kapsamında kurulan çalışma grupları tekrardan düzenlenmiştir. Ortaya çıkan bu yeni çalışma grubu koordinatörleri ile 2003-2004 Kısa Dönem Eylem Planı (KDEP) hazırlanarak uygulamaya konmuştur (URL-5; Yüksek Planlama Kurulu, 2003; DPT, 2004).

- **e-Dönüşüm Türkiye Projesi Eylem Planı (2005)**

Kısa Dönem Eylem Planının uygulamasının tamamlanmasından sonra, 2005 yılında DPT’nin koordinasyonunda hazırlanan "e-dönüşüm Türkiye Projesi 2005 Yılı Eylem Planı" kabul

edilmiştir. Eylem Planının uygulanması ve izlenmesine yönelik oluşturulan faaliyetler de DPT tarafından yürütülmüştür (Yüksek Planlama Kurulu, 2005; DPT, 2005).

- **Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (2006-2010)**

2006 yılında, Türkiye’de bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde eşgüdümü sağlamak için Bilgi Toplumu Stratejisi (DPT, 2006a) ve Eylem Planı (DPT, 2006b) (2006-2010) kabul edilmiştir (Yüksek Planlama Kurulu, 2006). 7 temel stratejik önceliği içeren Bilgi Toplumu Stratejisi diğer yandan da Eylem Planının başlıklarını içermektedir.

Eylem Planı’nda; Sosyal Dönüşüm (14 eylem), Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin İş Dünyasına Nüfuzu (12 eylem), Vatandaş Odaklı Hizmet Dönüşümü (41 eylem), Kamu Yönetiminde Modernizasyon (21 eylem), Küresel Rekabetçi Bilgi Teknolojileri Sektörü (13 eylem), Rekabetçi, Yaygın ve Ucuz İletişim Altyapı ve Hizmetleri (7 eylem) ve Ar-Ge ve Yenilikçiliğin Geliştirilmesi (3 eylem) başlıkları altında toplam 111 eylem yer almaktadır (DPT, 2006b).

- **Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (2015-2018)**

2014 yılında Yüksek Planlama Kurulu tarafından, 2015-2018 yılları arasında Türkiye’nin Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (BTSEP) kabul edilmiştir (Yüksek Planlama Kurulu Kararı, 2015). BTSEP’in hazırlanmasının nedeni ise bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde bireylerin ve kurumların yaşadığı sorunlar ve yaşanan bu dönüşüm ile yeni bir hukuk düzenine ve politikalara duyulan ihtiyaçlardır (BTSEP, 2015). BTSEP 7 ana bölüm ve 8 ana eylemden oluşmaktadır. Bunlar; bilgi teknolojileri sektörü, genişbant altyapısı ve sektörel rekabet, nitelikli insan kaynağı ve istihdam, bilgi ve iletişim teknolojilerinin topluma nüfuzu, bilgi güvenliği ve kullanıcı güveni, bilgi ve iletişim teknolojileri destekli yenilikçi çözümler, internet girişimciliği ve e-ticaret ve kamu hizmetlerinde kullanıcı odaklılık ve etkinliktir (BTSEP, 2015).

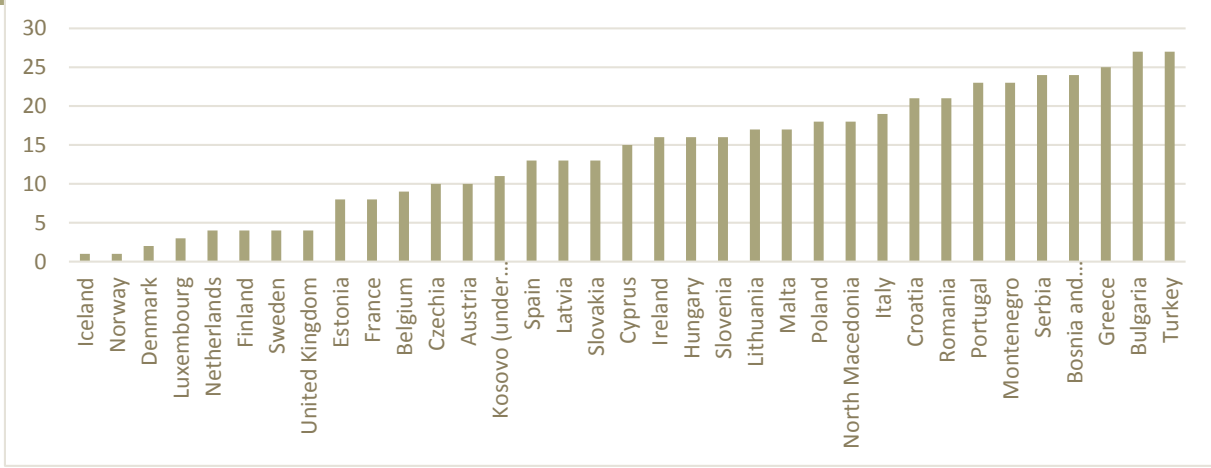
4. ULUSLARARASI BİLGİ TOPLUMU İSTATİSTİKLERİNDE TÜRKİYE

Bu bölümde kurumsal kaynaklardan biri olan Eurostat’dan elde edilen veriler kullanılarak Türkiye’deki bilgi toplumuna dönüşüm süreci uluslararası karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilmiştir.

4.1.Eurostat bilgi toplumu istatistikleri

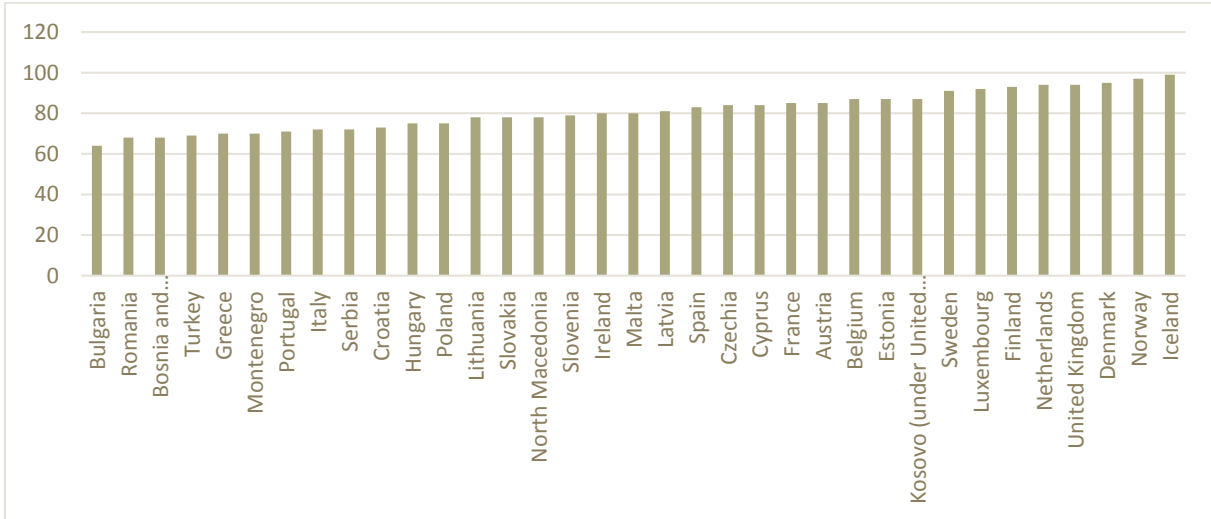
Türkiye’de internet kullanımı her geçen gün daha fazla yaygınlaşmaktadır. Buna rağmen Türkiye, Avrupa Birliği ülkeleri arasında %27 ile hayatında hiç internet kullanmamış en yüksek nüfusa sahiptir (Grafik 1). Türkiye’yi sırasıyla Bulgaristan, Yunanistan, Bosna-Hersek gibi Balkan ülkeleri takip etmektedir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019



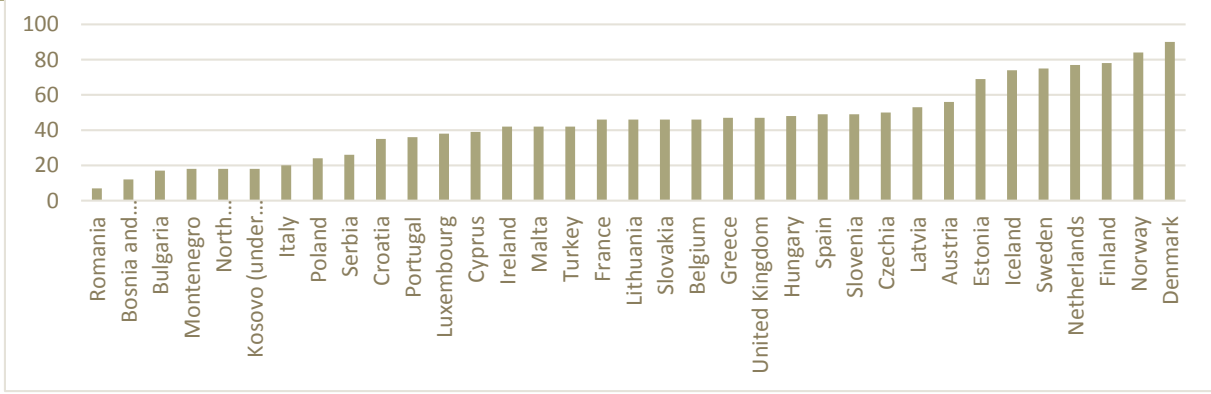
Grafik 1. İnterneti Hiç Kullanmamış 16-74 Yaş Arası Bireylerin Oranı (Eurostat, 2018)

Son üç ay içerisinde haftada en az bir kere düzenli internet kullanan 16-74 yaş arası bireyleri değerlendirdiğimizde (Grafik 2) Türkiye bu sıralamada da Avrupa Birliği ülkeleri arasında Bulgaristan, Romanya ve Bosna Hersek'in ardından %72 ile en düşük internet kullanımına sahip ülke olarak yer almaktadır. Hiç internet kullanmamış bireylerin en düşük olduğu ülkeleri ise İskandinav yarımadasını oluşturan İzlanda, Norveç ve Danimarka oluşturmaktadır.



Grafik 2. Son 3 Ay İçerisinde İnterneti Düzenli Olarak Kullanan 16-74 Yaş Arası Bireylerin Oranı (Eurostat, 2019a)

Türkiye vatandaşları e-devlet üzerinden kamu kurumları ile ilişkisi değerlendirildiğinde, %42 ile orta sıralarda yer almaktadır. Bu da e-devlet sisteminin başarılı bir yönde faaliyet gösterdiğini ve hane halkı tarafından belirli düzeyde kullanım davranışının olduğunu göstermektedir. İnternet kullanım oranının en yüksek olduğu ülkeler ise İzlanda, Norveç ve Danimarka'dır.



Grafik 3. Kamu Kurumları ile İnternet Üzerinden Etkileşim İçerisinde Bulunan Bireylerin Oranı (Eurostat, 2019b)

Bilgi toplumu çerçevesinde Türk vatandaşlarının internet ve bilgisayar ilişkileri daha ayrıntılı değerlendirildiğinde; işletmeler tarafından bilgisayar ve internet kullanımının oldukça yüksek olduğu, internet sitesi sahipliği konusunda da önemli bir artış olduğu gözlenmektedir. Hanelerde ise bilgisayar ve internet kullanım oranında önemli bir artış görülmesine rağmen %60 seviyelerine gelindiği, aynı şekilde internet kullanımında ise %75 seviyelerine ulaşıldığı görülmektedir. Bu istatistikte de yine aynı şekilde Danimarka, Norveç ve Finlandiya üst sıralarda yer alırken, Romanya, Bosna Hersek ve Karadağ'ın alt sıralarda yer aldığı görülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada bahsedilen dünyada ve Türkiye'de gerçekleşen tüm bu girişimler, Bilgi Toplumu'nun bilgi çağının göstergelerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır. Bilgi Toplumu'nda, BİT'lerle ilişkili yaşanan gelişmeler sosyal yapıyı da hızlı bir şekilde dönüşüme uğratmıştır. Sosyal yapıda yaşanan bu hızlı dönüşümden herkes eşit ölçüde yararlanamamaktadır. Bu dönüşüm özellikle kırsal ve kentsel hayatların birbirinden daha da ayrılmasına sebep olarak dijital bölünmeyi artırmıştır. Bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu tür sorunların giderilmesine yönelik Türkiye'de ve AB'de bilgi toplumuna geçiş sürecinde çeşitli politikalar geliştirilmiştir.

AB'nin bilgi toplumuna geçiş sürecinde oluşturulan politikalar incelendiğinde, AB'nin aslında Avrupa 2020 Stratejisi'ne kadar yaptığı politika ve uygulamalarla bilgi toplumuna geçişten ziyade kendini entegrasyon sürecine vermiş olduğu görülmektedir. Çünkü ülkelere kendi bilgi toplumuna geçiş stratejileri oluşturma fırsatı verilmiştir. İngiltere, Finlandiya, İrlanda gibi bilgi toplumuna başarılı şekilde geçiş yapan ülkeler kendi oluşturdukları stratejiler ile bunu başarmıştır. Bu sebeple, AB projesi aslında bir bilgi toplumuna geçiş projesi değil asıl hedefi, öncelikli olarak ülkelere bırakılan bu yöndeki çabaların çerçeve ve ortamını entegre etmektir. Avrupa 2020 Stratejisi'nden sonra ise BİT'leri toplumun her kesiminin etkin kullandığı, yenilikçilik temelli, daha rekabetçi, istihdamı artırarak sosyal uyumu destekleyen stratejiler getirilmiştir.

Türkiye'deki bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde geliştirilen çalışmalar ve politikalar incelendiğinde TUENA ve e-Türkiye Girişimi Eylem Planı'nın uygulama olanağı bulamadığı ancak 2003 yılından itibaren Kalkınma Bakanlığı tarafından yürütülen strateji ve eylem planlarının uygulanmasında bir devamlılık sağlandığı görülmektedir. Türkiye'de günümüze kadar hazırlanan politikalar genellikle birbirinden kopuktur ve bu politikalarda dijital bölünme

gibi teknolojinin getirdiği sorunlara yönelik çözümlere odaklanılmamıştır. Bu da Türkiye'nin bilgi toplumuna geçiş sürecinde sorun oluşturmaktadır.

Şu an ülkemizde en son hazırlanan ve güncelliğini koruyan 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planında "kırsal" kavramına yalnız 2 başlık altında değinilmiştir. Ancak "Yerel Yönetimlerde Kamu Bilişim Merkezlerinin Kurulması" başlığı ve "Sayısal Bölünme Endeksi Oluşturulması" başlığı altında yer alan ibareler de dijital bölünmenin azaltılması/giderilmesi için yeterli değildir. Dijital bölünmenin giderilmesi için bilgi iletişim teknolojilerinin topluma entegrasyonu kentsel ve kırsal alan olarak ayrılmalı bütüncül bir şekilde ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, bilgi toplumuna dönüşüm sürecinin tamamlanabilmesi için dijital bölünmeyi azaltmaya yönelik oluşturulacak politikaların ve girişimlerin kırsal alanları da içermesi gereklidir. Bu yaklaşım bağlamında ortaya çıkan öneriler aşağıda verilmektedir.

Kırsal alanlarda;

- Bilişim teknolojilerinin sunduğu fırsatlardan kırsal kesimin etkin biçimde faydalanması sağlanmalı,
- Bu teknolojiler yaygınlaştırılmalı,
- BİT cihaz sahipliği ve erişim olanakları artırılmalı,
- Sayısal beceriler geliştirilmeli,
- BİT olanakları geliştirilmeli,
- BİT'in bilinçli kullanımı teşvik edilmeli,
- Sayısal bölünmeyi azaltmak için altyapı çalışmaları yapılmalı,
- Yeni teknolojilere dayalı telekomünikasyon altyapıları kurulmalı,
- BİT destekli uzaktan sağlık ve bakım uygulamaları ile BİT'in sağlık alanında kullanımı artırılmalı,
- BİT destekli uzaktan çalışma koşullarının oluşturularak ve kırsal halka özel bit yazılım ve donanımlarının yaygınlaştırılarak BİT'in eğitim alanındaki kullanımı artırılmalı,
- Türkçe sayısal içerik ve uygulamalar geliştirilmeli,
- Akıllı tarım ve akıllı sulama uygulamaları geliştirilmeli ve IoT'ler ile BİT'in tarım alanında kullanımı artırılmalıdır.

6. KAYNAKÇA

Akçam, S. (2006). Avrupa Birliğinde Bilgi Toplumuna Geçiş Aşamaları, TOBB Bilgi Hizmetleri Dairesi Raporu.

Aktan, C. ve Tunç, M. (1998). Bilgi Toplumu ve Türkiye, *Yeni Türkiye Dergisi*, Ocak-Şubat, 118-134.

Alizadeh, T. (2017). Planning Deficiencia and Telecommunication Infrastructure: A Multi-Level Investigation of The National Broadband Network in Australia, *disP-ThePlanning Rev.* 53 (3), 43–57.<https://doi.org/10.1080/02513625.2017.1380411>.

Alizadeh, T., Farid, R. (2017). Political Economy of Telecommunication Infrastructure: An Investigation of The National Broadband Network Early Rollout and Pork Barrel politics in Australia. *Telecommun. Policy* 41 (4), 242–252.<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.02.002>.

Aydınlı, İ. (2004). Sosyo-Ekonomik Dönüşüm Süreci (Post-Frodizm) ve Sanayi Ötesi Yaklaşımlar, *Kamu-İş*, 7(4), 1–20.

Başbakanlık. (2002a). e-Türkiye genelgesi. 2002/20 no.lu, 19.06.2002 tarihli ve 9259 sayılı. Erişim Adresi: http://www.basbakanlik.gov.tr/genelge_pdf/2002/2002-0320-09259.pdf (Erişim tarihi: 02.09.2019).

BTD. (2015). Bilgi Toplumu Dairesi Hakkında. Erişim Adresi: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/bilgitoplumu/bilgi-toplumu-dairesi-hakkinda/> (Erişim tarihi: 06.09.2019).

BTSEP. (2015). 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı. Bilgi Toplumu Stratejisi Proje ve Katılımcılık Portalı. Erişim Adresi: tarihinde <http://www.bilgitoplumustratejisi.org/tr> (Erişim tarihi: 06.09.2019).

Castells, M. (1989). The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban- Regional Process, Oxford: Blackwell.

Communication From The Commission to The Council, The European Parliament, The Economic and Social Committee and The Committee of The Regions, e-Europe 2005: An Information Society for All, COM (2002) 263 final, 21.06.2002.

Communication From The Commission to The Council, The European Parliament, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions “i2010 – A European Information Society for growth and employment”, COM (2005) 229 final, 01.06.2005.

Communication From The Commission, EUROPE 2020, A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth, COM (2010) 2020 final, 3.3.2010.

Çukurçayır, A.M., Çelebi, E. (2009). Bilgi Toplumu ve E-Devletleşme Sürecinde Türkiye, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 59–82.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2005c). e-dönüşüm Türkiye Projesi 2005 Eylem Planı Sonuç Raporu. Erişim adresi:

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

http://www.bilgitoplumu.gov.tr/Documents/1/2005_Eylem_Plani/060500_SonucRaporu.pdf
(Erişim tarihi: 09.09.2019).

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2006a). Bilgi Toplumu Stratejisi (2006-2010). Erişim adresi: http://www.bilgitoplumu.gov.tr/Documents/1/BT_Strateji/Diger/060700_BilgiToplumu_StratejiBelgesi.pdf (Erişim tarihi: 09.09.2019).

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2006b). Bilgi Toplumu Stratejisi Eylem Planı (2006-2010). Erişim adresi: http://www.bilgitoplumu.gov.tr/Documents/1/BT_Strateji/Diger/060700_EylemPlanı.pdf (Erişim tarihi: 09.09.2019).

Dikkaya, M., Özyakışır, D. (2006). Küreselleşme ve Bilgi Toplumu: Eğitimin Küreselleşmesi ve Neo-Liberal Politikaların Etkileri, *Uluslararası İlişkiler*, 3(9), 151–172.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2006). Bilgi Toplumu Stratejisi Eylem Planı (2006-2010), Yayın No: DPT: 2699 ISBN 975-3955-0 Erişim adresi: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/strateji-ve-eylem-planlari-2/2006-2010-bilgi-toplumu-stratejisi/> (Erişim tarihi: 13.09.2019).

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2004). e-Dönüşüm Türkiye Projesi Kısa Dönem Eylem Planı (2003-2004). Erişim adresi: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/> (Erişim tarihi: 13.09.2019).

eEurope Plus Action Plan. (2001). eEurope + Action Plan. A Co-Operative Effort to Implement the Information Society in Europe. Erişim adresi: http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/010600_eAvrupa+EylemPlanı_EN.pdf (Erişim tarihi: 13.09.2019).

Ekonomi Bakanlığı. (2015). Türkiye'de e-ticaretin Tarihçesi. Erişim adresi: <http://www.ekonomi.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.09.2019).

Eurostat. (2018). Eurostat_Graph_tin00093, Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Erişim tarihi: 02.10.2019).

Eurostat. (2019a). Eurostat_Graph_tin00028, Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Erişim tarihi: 02.10.2019).

Eurostat. (2019b). Eurostat_Graph_tin00012, Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Erişim tarihi: 02.10.2019).

Geray, H. (1997). İletişim, Bilgi Toplumu ve Küreselleşme, Işık Kansu (Yay. Haz.) Gerçekleştiremedikleri, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 2(1), 72–84.

Giddens, A. (1980). *The Class Structure of Modern Societies*, London: Hutchinson Publishing Group.

Gonçalves, G., Oliveira, T., Cruz-Jesus, F. (2018). Understanding Individual-Level Digital Divide: Evidence of An African Country. *Comput. Hum. Behav.*

Hazar, Ç. M. (2006). *Bilgi toplumu*, Ankara: Turhan Kitabevi.

Hoffman, D.L., Novak, T.P. (1996). *The Growing Digital Divide: Implications for an Open Research Agenda*, eLab Owen Graduate School of Management Vanderbilt University, November 29, 1999.

İçyer, A. (2010). Marka Kent Oluşturma Açısından Stratejik Kent Yönetimi, Karaman: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kaymakçı, Oğuz (2006).

Jordá-Borrell, R.M., López-Otero, J., Contreras-Cabrera, G. (2018). Factors that Influence ICT Adoption at The Country Level PLS-SEM Modelling. *Revista de economíamundial* 50, 153–176.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2002). KamuNET (1998-2002). Erişim adresi: http://www.bilgitoplumu.gov.tr/Documents/1/Yayinlar/021000_E-DevleteGecisSurecindeKAMU-NETCalismalari.pdf (Erişim tarihi: 21.09.2019).

Kocacık, F. (2003). Bilgi Toplumu ve Türkiye, *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 27 (1), 1–10.

Kongar, E. (2002). Toplumsal Değişim Kuramları ve Türkiye Gerçeği, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Kütüphan-e Türkiye. (2014). Türkiye’de bilgi toplumuna dönüşüm çabaları ve sonuçları değerlendirme raporu. Erişim Adresi: <https://docplayer.biz.tr/29222-Kutuphan-e-turkiye-planlama-ve-pilot-uygulama-projesi-turkiye-de-bilgi-toplumuna-donusum-cabaları-ve-sonuclari-degerlendirme-raporu.html> (Erişim tarihi: 01.08.2019).

Lisbon European Council. (2000). Erişim adresi: https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm (Erişim tarihi: 28.09.2019).

Masuda, Y. (1983). The Information Society: As Post-Industrial Society, *Bethesda: World Future Society*, USA.

Numanoğlu, G. (1999). Bilgi Toplumu-Eğitim-Yeni Kimlikler-I Bilgi Toplumu ve Eğitime Yansımalar, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 32(1), 331–339 Erişim adresi: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/40/127/901.pdf>, (Erişim Tarihi: 12.08.2019).

Organisation for Economic Co-operation and Development. (OECD) (2001). Understanding The Digital Divide, Erişim adresi: <http://www.oecd.org/dataoecd/38/57/1888451.pdf> (Erişim tarihi: 11.09.2019).

Sarıgöz, O. (2012). Bilgi Toplununun Eleştirisi ve Türkiye’de Modern Eğitimin Gerçekleştiremedikleri, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 2(1), 72–84.

Şentürk, Ü. (2003). Bilgi Toplumu Parametreleriyle Türkiye’nin Sorgulanışı, Erişim adresi: http://www.bilgiyoneti.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=195, (Erişim Tarihi: 01.05.2008).

Toffler A. (1981). Üçüncü Dalga, çev. Ali Seden, İstanbul, Altın Kitaplar Yayınevi, 1981.

Törenli, N. (2005). E-Devletin Ekonomi-Politikğine Giriş: Kullanıcı Dostu Ortamlarda “Sanallaşan” Kamu Hizmetleri, *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 60 (1), 191–224.

TUENA (1999). Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Ana Planı: Sonuç Raporu: Ankara: Ulaştırma Bakanlığı.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tuncer, T. (2008). AB Lizbon Stratejisi ve Uygulamalarının Türkiye'nin Ekonomi ve Bilim-Teknolojisi Politikalarına Etkisi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TUBITAK) (2002). Bilgi Toplumu Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme (Dünya ve Türkiye), Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Erişim adresi: http://www.bilten.metu.edu.tr/Web_2002_v1/tr/docs/dunya_bilgi_toplumu_zirvesi/TUBITAKBilgi%20Toplumu%20Politikalari%20Değerlendirmesi.pdf (Erişim tarihi: 06.08.2019).

URL-1: <http://www.btk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.10.2019).

URL-2: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/uluslararası-calismalar/avrupa-icin-sayisal-gundem/e-avrupa-girisimi/> (Erişim Tarihi: 12.10.2019).

URL-3: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/bilgi-toplumu/ulkemizde-bilgi-toplumuna-donusum/> (Erişim Tarihi: 12.10.2019).

URL-4: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/bilgi-toplumu/e-donusum-projesi/> (Erişim Tarihi: 12.10.2019).

URL-5: <http://www.bilgitoplumu.gov.tr/bilgi-toplumu/ulkemizde-bilgi-toplumuna-donusum/> (Erişim Tarihi: 12.10.2019).

Van Deursen, A.J., Van Dijk, J.A., Peter, M. (2015). Increasing Inequalities in What We Do Online: A Longitudinal Cross Sectional Analysis of Internet Activities Among The Dutch Population (2010 To 2013) Over Gender, Age, Education, and Income. *Telematics Inf.* 32 (2), 259–272.

Webster, F. (1995). Images of the Information Society, Routledge.

World Bank. (1993). Turkey: Informatics and Economic Modernization. Erişim Adresi: <http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/1993/03/01/000092653970128104047/Rendered/PDF/multi0page.pdf> (Erişim tarihi: 12.08.2019).

World Economic Forum (2017). Shaping the Future of Digital Economy and Society. Erişim adresi: <https://www.weforum.org/platforms/the-digital-economy-and-society> (Erişim tarihi: 12.08.2019).

Yaşa, S., Çolak, Y. (2011). Avrupa Birliği'nin Bilgi Toplumu Politikaları ve Avrupa için Sayısal Gündem Girişimi, Çalışma Raporu 3, Kalkınma Bakanlığı Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Yeşilorman, M., Koç, F. (2014). Bilgi Toplumu'nun Teknolojik Temelleri Üzerine Eleştirel Bir Bakış, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24 (1), 117-133.

Yılmaz, B. (1998). 'Bilgi Toplumu': Eleştirel Bir Yaklaşım, *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 147–158.

Yu, L. (2006). Understanding Information Inequality: making Sense of the Literature of the Information and Digital Divides. *J. Librarianship Inf. Sci.* 38 (4), 229–252.

Yüksek Planlama Kurulu. (2003). Kısa Dönem Eylem Planı (2003-2004). Yüksek Planlama Kurulu Başkanlık Genelgesi EK-1 Karar tarihi: 03/12/2003, Karar No: 2003/48. Erişim

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Adresi: <http://www.edevlet.gov.tr/2015/10/13/kisa-donem-eylem-planı-kdep-2003-2004/>
(Erişim tarihi: 04.10.2019).

Yüksek Planlama Kurulu. (2005). e-Dönüşüm Türkiye Projesi 2005 Yılı Eylem Planı. Yüksek Planlama Kurulu Karar tarihi: 24/3/2005, Karar No: 2005/5. Erişim Adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/Eskiler/2005/04/20050401-12.htm> (Erişim tarihi: 04.10.2019)

Yüksek Planlama Kurulu. (2006) Bilgi Toplumu Stratejisi (2006-2010) ve Bilgi Toplumu Stratejisi Eylem Planı (2006-2010). Yüksek Planlama Kurulu Karar tarihi: 11/07/2006, Karar No: 2006/38. Erişim Adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/07/20060728-7.htm> (Erişim tarihi: 04.10.2019).

Yüksek Planlama Kurulu. (2015). 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı'na ilişkin Yüksek Planlama Kurulu Kararı. T.C. Resmi Gazete. (29287, 6 Mart 2015) (Erişim tarihi: 04.10.2019).

FIRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORLARINDA KONTROL YÖNTEMLERİ VE UYGULAMASI

BRUSHLESS DIRECT CURRENT MOTOR CONTROL METHODS AND APPLICATIONS

Alban EXAUCE MOUANDZA MBOUNGOU

Marmara Üniversitesi (Yüksek Lisans Öğrencisi)

Prof. Dr. Mustafa Caner AKÜNER

Marmara Üniversitesi

ÖZET

Elektrik Motor kontrolü, endüstriyel sistem mühendisliği alanındaki en ilginç çalışma konularından biridir. Bugün, endüstriyel bilişim, mekanik ve elektronik alanındaki enerji kullanımı ile ilgili zorluklarla birleştığımız gelişmelerle birlikte, çok fazla enerji tüketmeden en iyi şekilde çalışabilecek yeni motor tipleri geliştirmek gerekli hale gelmekte ve bakım maliyetini azaltmak. Bu, fırçasız motorların nasıl geliştirildiğinden dolayı, arıza ve bakım riskini önemli ölçüde azaltan yoksundurlar. Daha sonra, bu tip motor oldukça yüksek motor torku geliştirir ve bu da asenkron motor için iyi bir alternatiftir. Bobin içindeki elektrik akımını değiştirmek için fırçalar ve mekanik anahtarlarla donatılmamış, bu eyleme izin vermek için yeni elektronik sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler sadece anahtarlama izin vermekle kalmaz, aynı zamanda motorun kendisini de kontrol eder. Bizim görevimiz, bu motorların farklı kontrol tiplerini sunmak ve hassas bir fırçasız motor durumu için bir hız kontrol sistemi gerçekleştirmektir. Fırçasız motorlar sensörler kullanılarak kontrol edilebilir. Kontrolü sensörsüz kullanacağız çünkü bu durumun olmaması, sensörlerin ve sensörlerin beslendiği elektrik kablolarının neden olacağı sorunların riskini azalttığı için daha avantajlıdır. Ayrıca motorun büyüklüğü üzerinde avantaj sağlayan etkileri olan motorun büyüklüğü azalır. Bu çalışmada vurgulamak istediğimiz en önemli şeylerden biri, darbe genişlik modülasyonu tekniğinin çok güçlü bir yöntem olduğudur, çünkü motorun iyi bir şekilde tepki vermesine izin verir. Bu, tork dalgalanmasının azaltıldığı anlamına gelir. Daha az harmonik elde edilir.

Bu gelişme, fırçasız doğru akım motorlarını kontrol etmenin yeni bir yolunu sunar; bu, bu motorların endüstriyel kelimelerdeki uygulamaları için büyük avantajdır. Motorun başlangıcında iyi bir tork ürettikleri için. Kiracılık, endüksiyon motorlarının kullanımını baskılayacak. Ayrıca, fırçasız doğru akım motorlarını modellemek için kullandığımız matematik denklemi, endüksiyon motorları denklemlerine kıyasla çok basittir. Tüm bu verilerin hesaplanması, fırçasız doğru akım motorları için çok basit hale gelir. Bu özellikleri, fırçasız DC motorları en çok kullanılan elektrik motorlarından biri haline getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fırçasız doğru akım motorları, Sensörsüz kontrol, Darbe genişliği modülasyonu

ABSTRACT

Electrical Motor control is one of the most interesting subjects of study in the field of industrial systems engineering. Today, with the developments we are witnessing in the field of industrial computing, mechanics and electronics combined with the challenges associated with the use of energy, it becomes necessary to develop new types of engines that are able to operate optimally without consuming a lot of energy and reducing the cost of maintenance. This is how the brushless motors have been developed because they are devoid of which reduces the risk of breakdowns and maintenance in a considerable way. Then, this type of motor develops quite high motor torque, which makes it a good replacement for the asynchronous motor. Not equipped with brushes and mechanical switches to switch the electrical current inside the coils, new electronic systems have been developed to allow this action. These systems not only allow switching but also control the engine itself. Our job is to present the different types of control of these motors and to realize a speed control system for a precise case of brushless motors. Brushless motors can be controlled using sensors or not. We will use the control without sensors because it is more advantageous insofar as the absence reduces the risks of problems due to the sensors and the electric cables supplying the sensors. Also the size of the engine decreases which has advantageous effects on the size of the motor. One of the most important things that we want to highlight in this study is that, the pulse width modulation technique is a very powerful method because it allows the motor to react in the good way. That is to say that, the torque ripple is reduced, we obtain less harmonic.

Those development introduces a new way of controlling brushless direct current motors which is great advantages for the applications of those motors in the industrial words. Due to the fact they produce a good torque at the starting of the motor. The tendency is going to suppress the use the induction motors. Also, the mathematic equation that we use to modelise the brushless direct current motors are very simple compared to the induction motors equations. The computation of all those data becomes very simple in the case of the brushless direct current motors. Those characteristics make the brushless DC motors becoming one of the most used electrical motors.

Keywords: Brushless direct current motors, sensorless control, pulse width modulation.

1. INTRODUCTION

The electric machines hold a major place nowadays in the industrial domain. The realization of most of the industrial process requires the presence of the electric machines, whether to provide a mechanical energy necessary to the mechanical practices, or to provide an electric energy permitting to supply a chain of power.

Among these machines, starting from the machines using some strong intensities to those using weak currents, we do have the electric transformers, the electric converters of the electronic power regarding to the static machines, the motors and the electric generators along with the machines in motion.

More specifically, the use of the electric motors is inherent to the activity of the humans and the technical processes. In general, it is impossible today to provide a motor couple without using a motor, what makes of the use of the electric motor an obligatory choice. The complexity of the industrial tasks requires the use of motors also presenting very special features as the speed of rotation, the electric power capable to be provided in constant regime,

the motor couple to the starting, the intensity of the acoustic noise and the controllability of the motor to mention these features only.

Among the electric motors, we find DC motors and AC motors. Each type of motor according to the nature of the energy used, presents very different functioning features and that can be sometimes very complex to the understanding, what has an influence on the techniques used concerning the control of these motors, whether for the control of speed, position or couple.

The control of the electric motors constitutes a concern still present for the companies and for the designers of rotary so-called electric machines. Indeed, the conception of the electric motors must respect very precise constraints such as the adaptability, the controllability etc... All created machine must show a certain easiness to control, what will have for effect an efficiency in its requisite function. Today, the control of the electric machines becomes a fully-fledged domain of the science considering the importance behind the piloting of the motors to adapt their working to a notebook which very often is a technical constraint necessary to the motion of an industrial task.

The progress of the Power electronics with the development of the electronical conductors and the static converters as the choppers, rectifiers and inverters made possible the development of several motor control systems which in themselves constitute control techniques. Furthermore, these techniques still present some limits in the realization of their requisite functions [1]. Beside the progress of the electronics in general, it is fundamental not to forget the contribution of the software of simulations such as MATLAB/Simulink that permits in an environment without risk to conduct tests of simulations of any type of electromechanical system. With the contribution of the simulation software, the recent works developed in the domain of the control of the electric motors do not only limit themselves. To present the techniques of control that already exist, but they rather go deepening the theoretical and practical knowledge as well that we have on the working of the electric machines and they search for the means to develop new types of more efficient control while leaning on new concepts or on the limits and ways of research of works developed by our predecessors.

This thesis is a work about the control of motors with direct current without brushes and more specifically on a very particular technique of the control of these motors that is called control without sensors. Two techniques allow to control the motors to alternating current without brushes: the technique of control with sensors which uses some sensors as the sensors of position and speed, Hall effects sensors, the sensors to variable reluctance [1] and the technique of control without sensors that are based on other technologies to allow the control of the motor. This thesis aims to present all these techniques of control and to make a deepening on the technique of control without sensors while achieving a simulation.

Having been at first motors of secondary importance, today, considering the progress achieved notably in electronics with the design of transistors, electronic cards, microprocessors, the microcontrollers of various categories and the progress in theory of control. These motors represent a big way toward applications till now unexpected as in the conception of the drones [2] in the military domain, in the car, aviation and a lot of other applications. All it is due to the features of these motors that are for example the high speed, an absent acoustic noise, a high efficiency, a fast-dynamic response couple features satisfying.

Thus, to get an efficient functioning of the motor, it is necessary to understand it in depth to know how better to control it, what requires passing necessarily by the stages of simulation that permit to collect convenient data and to compare them to the theoretical data.

2. MATERIAL AND METHODS

Our work aims to achieve control of a brushless motor with well-defined characteristics, using the technique called space vector pulse width modulation. At first, we proceed to a mathematical study of the electric motor. An electric motor being defined as an electromechanical device converting the electrical energy it receives into mechanical energy, we make a dynamic study of the motor by determining the operating equations of the motor from an electrical point of view and a point of view. mechanical view.

After having realized the study of the motor, we proceed to the study of the System of supply and the Control system. Our study is based on a simulation under MATLAB / Simulink software. That said, we determine the necessary code to be able to establish the space vector algorithm which coupled to the law of modulation of the pulse width that we choose gives us a control technique space vector pulse width modulation

2.1 Mathematical Model of the system

A brushless Direct current motor has three stator phase windings connected in star fashion. Permanent Magnets (PMs) are mounted on the rotor. Fig.1 shows the equivalent circuit of a BLDC motor and Fig. 2 illustrates the relationship between the back EMF waveform of an ideal BLDC motor and the armature current, where E , I denote the amplitude of back EMF and current respectively. The currents should have a rectangular waveform and must be in phase with the corresponding phase back EMF [1]

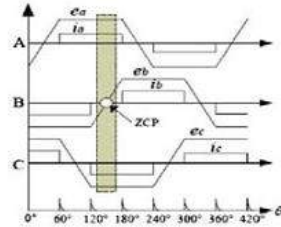
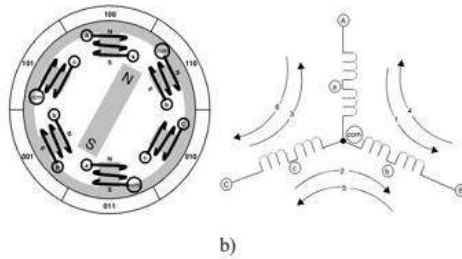
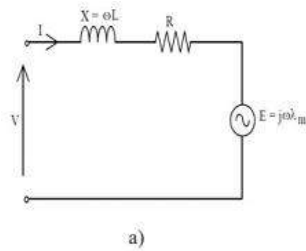


Fig.1 BLDC motor a) equivalent circuit and b) structure and star connected armature

Fig.2. Waveforms of ideal back EMF and phase current.

▪ Hypothesis

We will retain the following hypotheses:

- The machine is three-phase and balanced
- The windings of the motor are connected in star
- The magnetic material is not saturated
- The permeability of iron is supposed to be infinite
- The detent torque of the machine is considered as zero.

We also consider that the permeability of magnets is close to that of air, that it is equal to 1. The machine contains smooth poles. The inductor is of low value and does not vary. The air gap being wide, it is considered that the fluxes induced in the stator are small compared to the fluxes induced by the magnets of the rotor. The armature reaction is negligible. It is

considered that the values of the resistances do not vary. [2] They are therefore considered to be constant. The operating point of the machine has no influence on the flow distribution. The modelling of the BLDC motor is like the DC motor. [10]

BLDCM modelling consists of two parts:

An electrical part and a mechanical part.

Electrical modelling is based on the ohm law. By applying a mesh law in the electrical circuit representative of an electrical phase, it is possible to determine the electric model of the machine.

First by taking each phase individually, the following equations model the state of the motor electrically.

$$v_a = Ri_a + (L - M) \frac{d}{dt} i_a + e_a \quad (E 4.1)$$

$$v_b = Ri_b + (L - M) \frac{d}{dt} i_b + e_b \quad (E 4.2)$$

$$v_c = Ri_c + (L - M) \frac{d}{dt} i_c + e_c \quad (E 4.3)$$

Where V_a, V_b, V_c are the phase voltages, i_a, i_b and i_c represent the phase currents and e_a, e_b, e_c are the electromotive forces of the different phases a, b and c. L is the inductance of each motor phases.

The relation between the torque and the motor speed is given by:

$$T_e = k_f w_m + J \frac{dw_m}{dt} + T_L \quad (E 4.7)$$

The notations v_{ab}, v_{bc}, v_{ca} and i_a, i_b, i_c and e_a, e_b et e_c represent respectively the phase to phase voltage magnitude, the current and the electromotive force between phase a, phase b and phase c. [3]

The motion equation is given by : $\frac{dw_m}{dt} = \left(\frac{1}{J}\right) \left(T_e - T_L - \frac{k_f 2w_e}{P}\right)$ avec $w_e = \frac{P}{2} w_m$ (E 4.8)

P is the poles number of the motor, T_e represents the electromagnetic torque and T_L is the load torque. J is the rotor inertia, k_f the friction constant et w_m represents mechanical rotor speed.

$$e_a = \frac{k_e}{2} w_m F(\theta_e); e_b = \frac{k_e}{2} w_m F(\theta_e - \frac{2\pi}{3}); e_c = \frac{k_e}{2} w_m F(\theta_e - \frac{4\pi}{3}); \quad (E 4.9)$$

Knowing that the electromagnetic power $P_t = e_a i_a + e_b i_b + e_c i_c$ (E 4.10) alors

$$T_e = \frac{P_e}{w_m} \Leftrightarrow \frac{e_a i_a + e_b i_b + e_c i_c}{w_m} \quad (E 4.10)$$

2.2 BLDC Motors Control Techniques

In recent years, we have seen the development of several BLDC engine control techniques. Control of BLDC motors is done either with the use of mechanical sensors or with observation systems replacing the physical sensors but playing the same role. When the control is done with the use of the physical sensors, one speaks of control with sensor, When, the sensors are eliminated, one speaks about control without sensors. [4]

Sensor control is one of the most common. Hall effect sensors are used most of the time. We also find at a higher level, fuzzy control systems, smart controllers, adaptive control technique to the reference model.

The use of sensorless control systems is of great benefit and extremely powerful methods based on the control of non-linear systems have been developed to control BLDC motors. Among these techniques, we find the sliding mode variable structure control, the Kalman Filters method, the Terminal voltage Sensing, PWM Methods[5].

2.3 Block system drivers

The global system represented all the parts involved in the design is represented below.

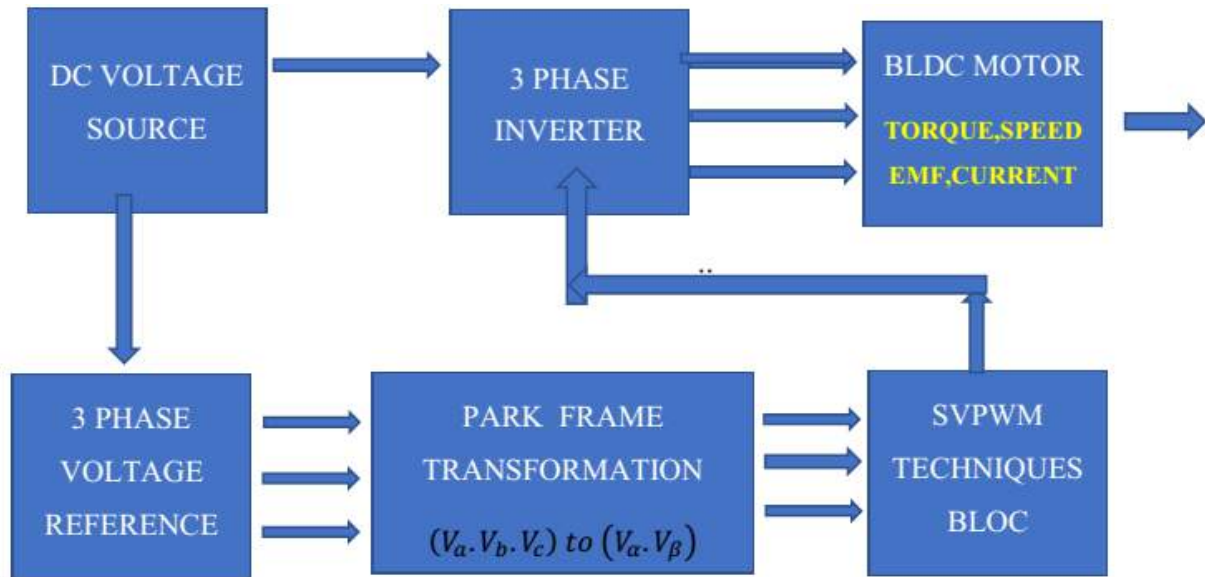


Fig.3 Drivers block system

Our job was to model all these blocks to allow the engine to work. The technique we used is the technique called Space Vector Width Modulation. The fig 3 shows the proposed designs.

The BLDC motor is a set with characters that is directly inserted in the set. One of the most important blocks is the SVPWM block. Indeed, the implementation of the SVPWM technique requires three major steps that are:

- Calculation of V_α, V_β and α
- Calculation of T_0, T_1 and T_2
- Determination of all the commutation time of all the switcher devices from S_1 to S_7

❖ Calculation of V_α, V_β and α

The reference voltage called V_{ref} is given by the following formula. That reference voltage is important because it gives the ability to operate SVPWM technique by determining V_α, V_β and α .

$$|V_{ref}| = \sqrt{V_\alpha^2 + V_\beta^2} \quad (E 4.34)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{V_\beta}{V_\alpha} \quad (E 4.35)$$

Starting from the relation established above to determine the matrix relation between the simple voltages and the switches, one deduces the relation between the composed voltages and the switches, thus

$$\begin{bmatrix} V_{ab} \\ V_{bc} \\ V_{ca} \end{bmatrix} = U_c \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \end{bmatrix} \quad (E 4.36)$$

The inverter system contains three arms each supporting two switches that are seen as variables. Each of these variables can be seen as a non-zero vector. Six vectors corresponding to the different states of the switches are thus determined, and two vectors which represent the zero state in order to be able to operate the system without problems. In the previous paragraphs, we have explained the operation of each of these switches. [6] By analysing the different states of these switches, the spatial vectors, which are eight in number, are determined. ($V_0, V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$) as we can see in the following pictures.

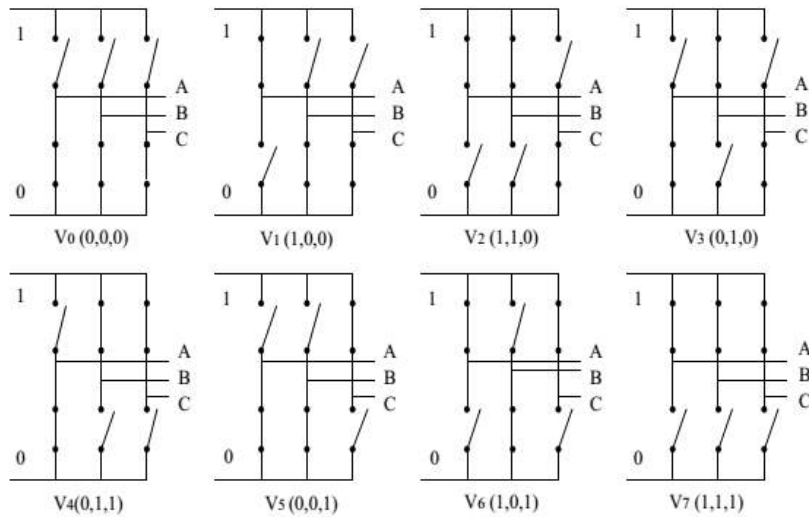


Fig.4 Eight states for the voltage inverter

The output voltages of the inverter are thus divided into six dials forming a hexagon as a trigonometric circle.

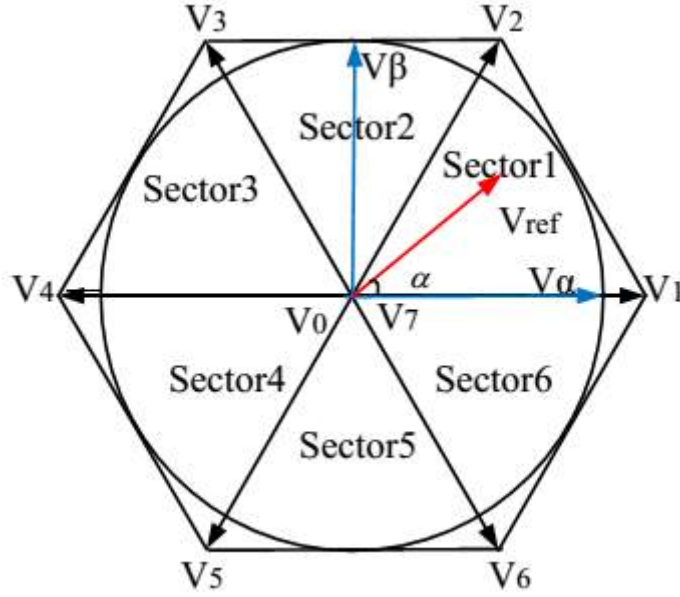


Fig.5 Representation of the different sectors

FIG. 10 represents the values of the voltages between phases and the voltages between phase and neutral as a function of the different states of the voltage vectors of the inverter. Clark's transformation allows us to establish an essential relationship between the tensions (V_α, V_β) and the voltages (V_a, V_b, V_c). It should be noted that the technical SVPWM receives the voltages (V_a, V_b, V_c) spaced 120 degrees apart from one another and converts them into a two-tension system (V_α, V_β) spaced 90 degrees apart from each other. [7]

Then,

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \quad (E 4.37)$$

❖ Calculation of T_0, T_1 and T_2

Beginning by the calculation of T_0, T_1 and T_2 in the sector 1

For generating a voltage vector V_{ref} in sector-1 at a sampling T_s time of , it requires two active voltage vectors and two null vectors. Let V_1 is the active voltage vector applied at fraction of time $\frac{T_1}{T_s}$ interval, and V_2 is the active voltage vector applied at time $\frac{T_2}{T_s}$, and V_0 and V_7 are two null vectors which are applied at a time intervals of $\frac{T_0}{T_s}$ and $\frac{T_7}{T_s}$ respectively. Below figure represents the generation of vector V_{ref} in sector-1.

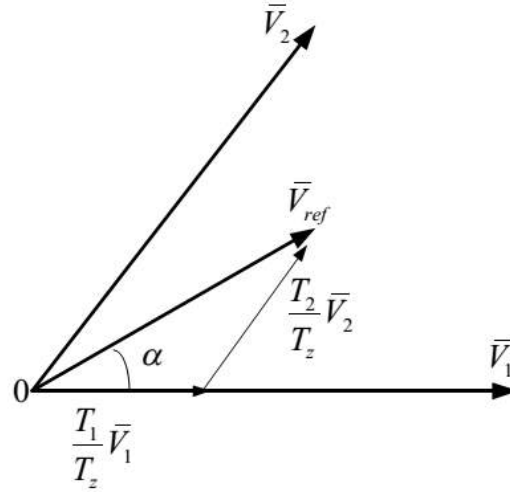


Fig.6 Calculation of V_{ref} in sector 1

By using the Volt-sec balance equation V_{ref} calculated as follows

$$T_s V_{ref} = T_1 V_1 + T_2 V_2 \quad (E 4.38)$$

$$V_{ref} = \frac{T_1}{T_s} V_1 + \frac{T_2}{T_s} V_2 \quad (E 4.39)$$

$$T_s = T_1 + T_2 + T_n \quad (E 4.40)$$

Where $T_n = T_0 + T_7$ and $|V_1| = |V_2| = |V_3| = |V_4| = |V_5| = |V_6| = |V_0| = |V_7| = \frac{2}{3} V_{dc}$ and

$$0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{3}$$

$$T_s |V_{ref}| \begin{bmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{bmatrix} = T_1 \frac{2}{3} V_{dc} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + T_2 \frac{2}{3} V_{dc} \begin{bmatrix} \cos \frac{\pi}{3} \\ \sin \frac{\pi}{3} \end{bmatrix} \quad (E 4.41)$$

Separate real and imaginary parts from the above equation, then

$$T_s |V_{ref}| \cos \alpha = \frac{2}{3} V_{dc} T_1 + \frac{2}{3} V_{dc} T_2 \cos \frac{\pi}{3} \quad (E 4.42)$$

$$T_s |V_{ref}| \sin \alpha = \frac{2}{3} V_{dc} T_2 \sin \frac{\pi}{3} \quad (E 4.43)$$

T_1 and T_2 are calculated as follows:

$$T_1 = \frac{|V_{ref}|T_s \sin\left(\frac{\pi}{3} - \alpha\right)}{\frac{2}{3}V_{dc} \sin \frac{\pi}{3}} \quad (E 4.44)$$

$$T_2 = \frac{|V_{ref}|T_s \sin(\alpha)}{\frac{2}{3}V_{dc} \sin \frac{\pi}{3}} \quad (E 4.45)$$

$$T_0 = T_s - T_1 + T_2 \quad (E 4.46)$$

❖ Determination of all the commutation time of all the switcher devices from S_1 to S_7

The calculation of these magnitudes in any other sector gives with $n = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$,

$$T_s |V_{ref}| \begin{bmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{bmatrix} = T_1 \frac{2}{3} V_{dc} \begin{bmatrix} \cos(n-1) \frac{\pi}{3} \\ \sin(n-1) \frac{\pi}{3} \end{bmatrix} + T_2 \frac{2}{3} V_{dc} \begin{bmatrix} \cos n \frac{\pi}{3} \\ \sin n \frac{\pi}{3} \end{bmatrix} \quad (E 4.47)$$

Separate real and imaginary parts from the above equation, then:

$$T_s |V_{ref}| \cos \alpha = \frac{2}{3} V_{dc} T_1 \cos(n-1) \frac{\pi}{3} + \frac{2}{3} V_{dc} T_2 \cos n \frac{\pi}{3} \quad (E 4.48)$$

$$T_s |V_{ref}| \sin \alpha = \frac{2}{3} V_{dc} T_1 \sin(n-1) \frac{\pi}{3} + \frac{2}{3} V_{dc} T_2 \sin n \frac{\pi}{3} \quad (E 4.49)$$

Then,

$$T_1 = \frac{\sqrt{3} T_s |V_{ref}| \sin\left(n \frac{\pi}{3} - \alpha\right)}{V_{dc}} \quad (E 4.50)$$

$$T_2 = \frac{\sqrt{3} T_s |V_{ref}| \sin\left(\alpha - \frac{(n-1)\pi}{2}\right)}{V_{dc}} \quad (E 4.51)$$

And

$$T_0 = T_s - T_1 + T_2$$

SVPWM and SPWM, the SVPWM method is self-instantaneous of the time at the value of the revolutions, is reduced, the total of the harmonics is also reduced and finally, this method allows a better use of the DC voltage bus. [8]

The inverter system will be controlled by the SVPWM block and it will act directly on the BLDC motor. The role of the Park Transformer Block is to transform the three-phase voltage system into a two-phase axis voltage system(α, β). [9]

3. Simulations results

In this part a position sensorless control scheme to drive the BLDC motor has been explained with the simulation results. The next figure shows the MATLAB/SIMULINK model of the BLDC motor driven by inverter fed by a space vector pulse width modulation . The following section represents the simulation results when a BLDC motor is driven by a six switch three phase inverter drive.

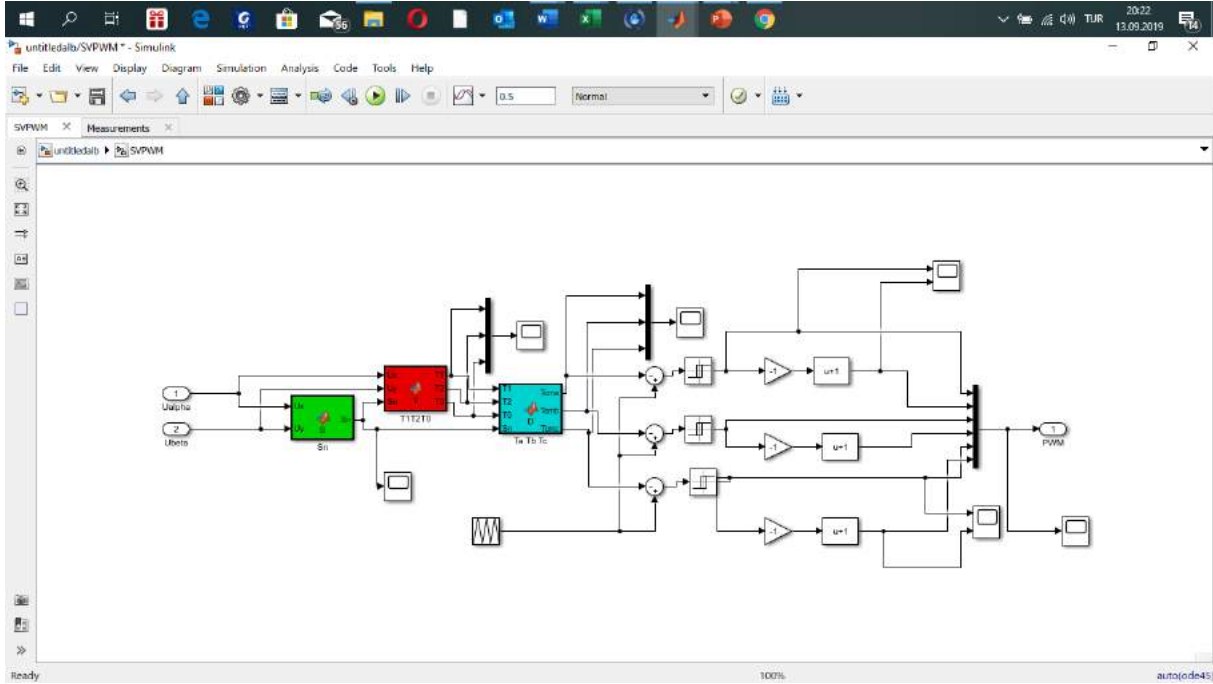
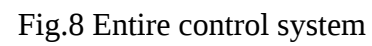


Fig.7 Space vector PWM structure

This block works in order to generate pulsed signals whose state makes it possible to control the inverter system. The SVPWM method uses a diagram defined by 6 sectors which contain the reference vector V_{ref} determined by V_α and V_β . Each sector is determined by two vectors that each determines the state of the inverter system and the time that the inverter system in this state. The SVPWM block therefore uses three functions that ultimately influence the gate of the inverter system. Each sector is determined by two vectors that each determines the state of the inverter system and the time that the inverter system in this state. The SVPWM block therefore uses three functions that ultimately influence the gate of the inverter system.



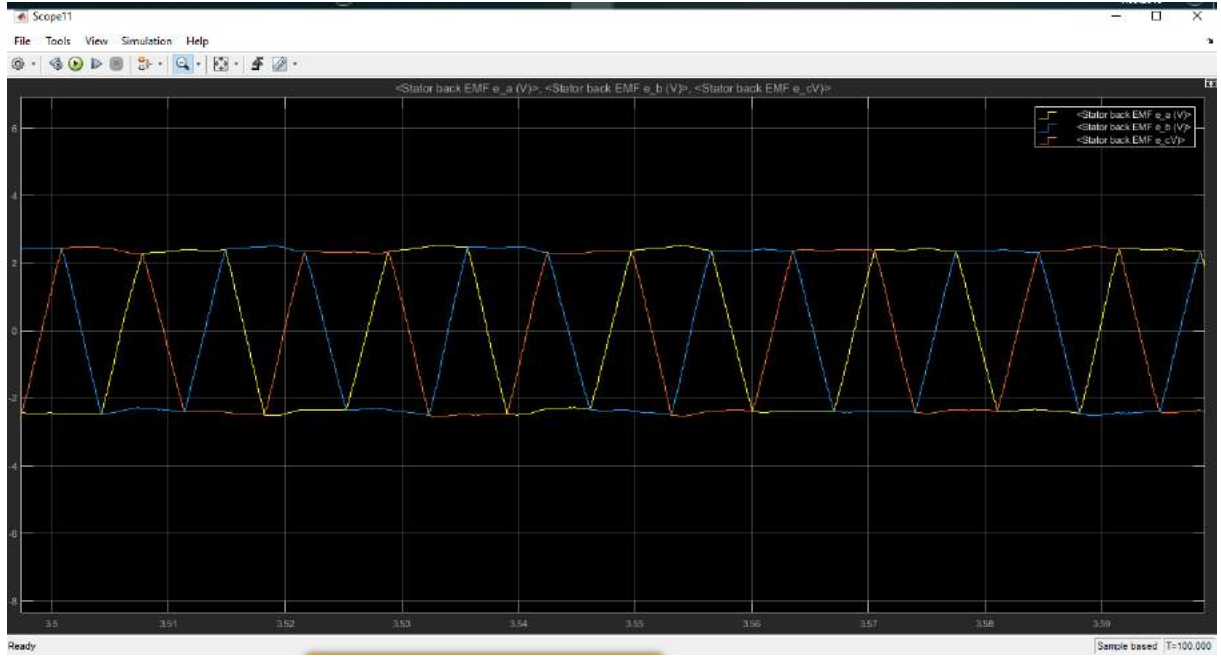


Fig.9 Trapezoidal Back EMF

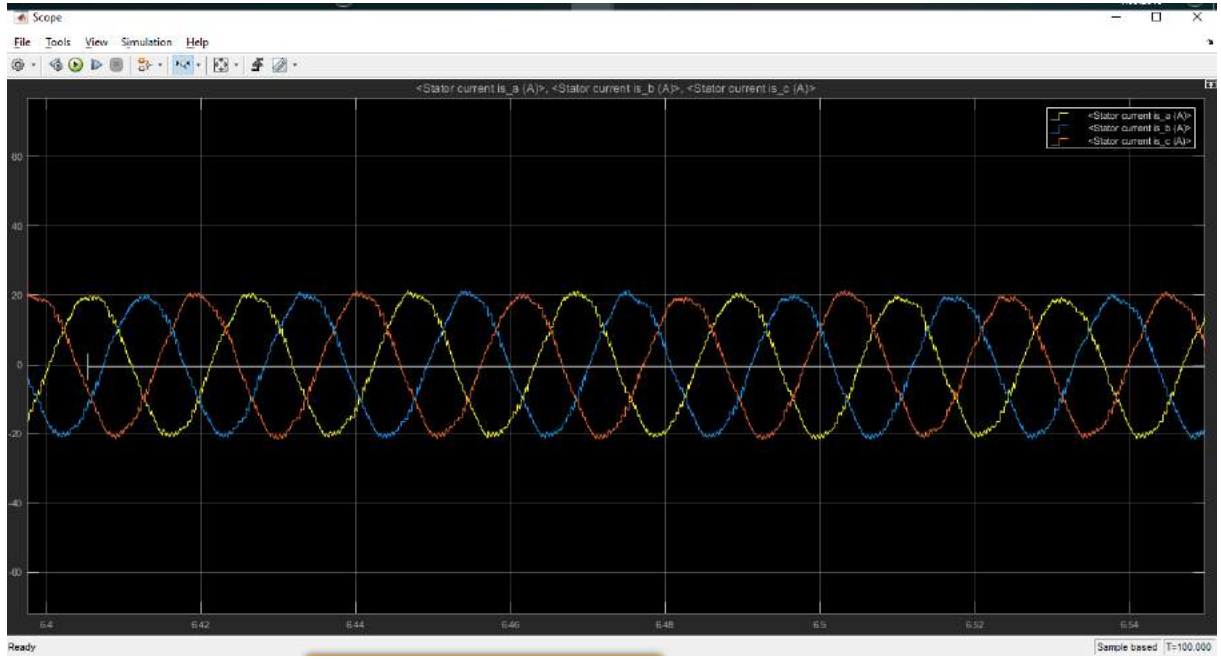


Fig.10 Stator Current representation

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

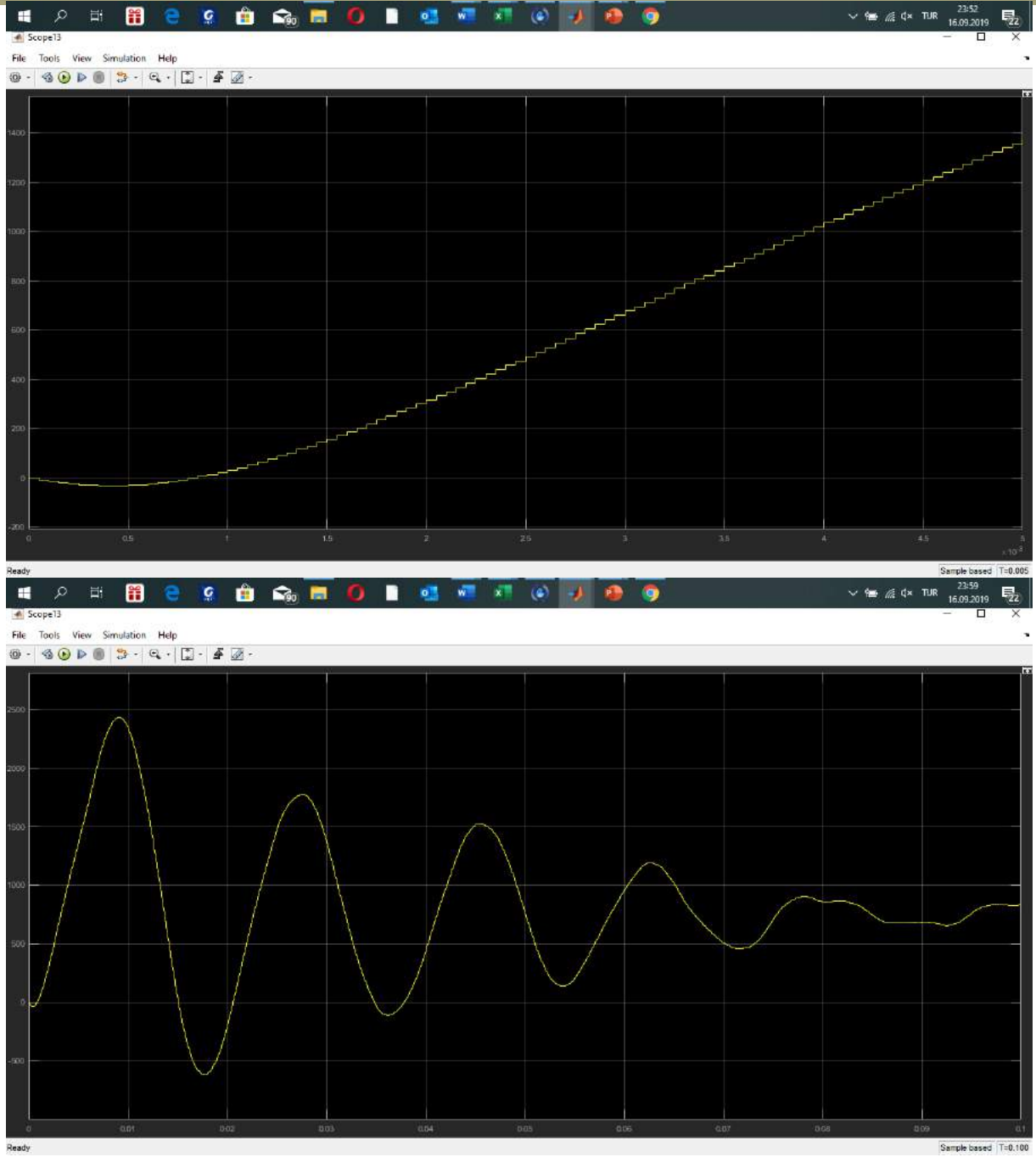


Fig.11 Speed representation between $[0 - 0.005]$ second and $[0 - 0.1]$ second

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

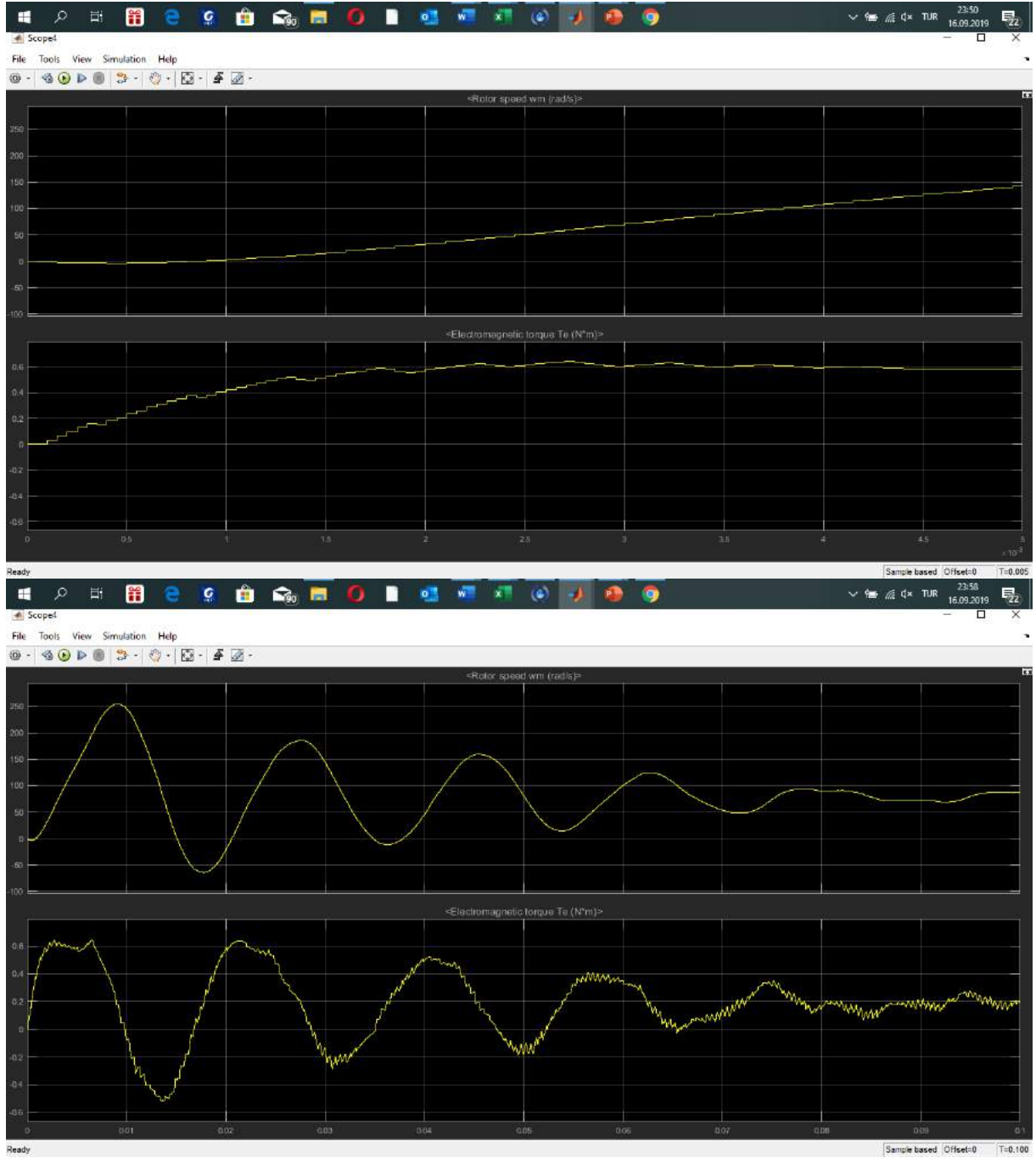


Fig.12 Electromagnetic torque and speed representation between
[0 – 0.005] second and [0 – 0.1] second

DISCUSSION ACCORDING THE WAY THE MOTOR REACTING TO CHANGING OF THE VALUE OF THE RESISTOR VALUE WITH POWERGUI SET TO 0.5

❖ Rs is set to 0.55 ohm



Fig.13 Electromagnetic torque and speed representation between [0 – 0.5] second when $R_s=0.55 \Omega$

❖ Rs is set to 0.7 ohm until 1.2 ohm

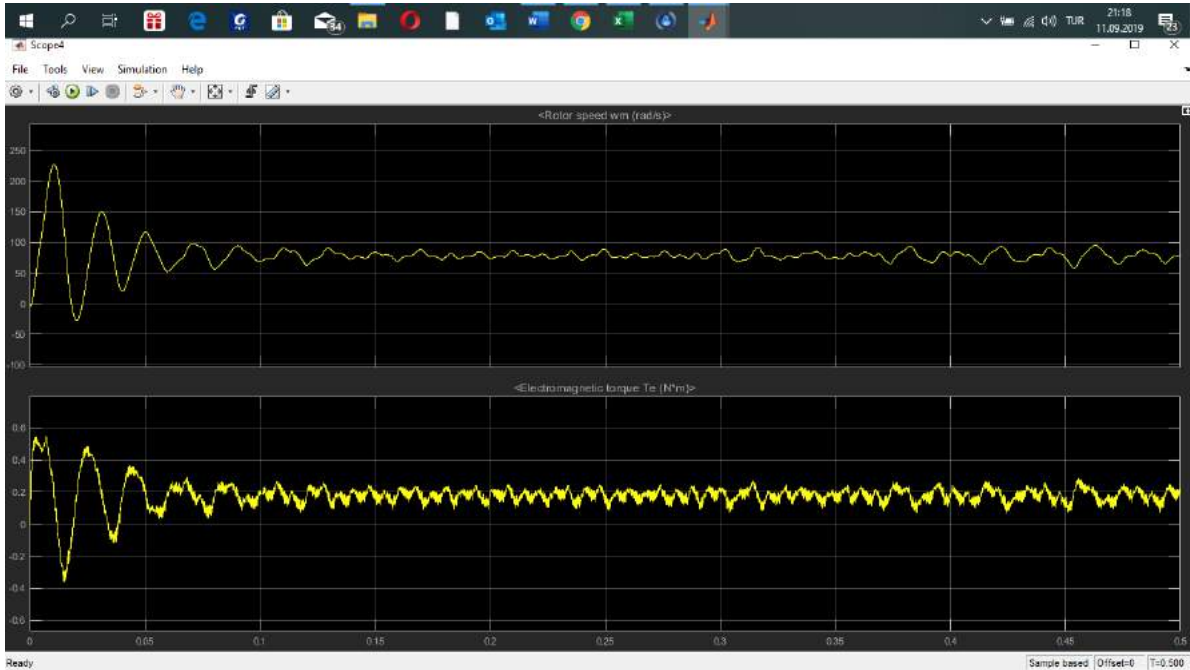


Fig.14 Electromagnetic torque and speed representation between [0 – 0.5] *second*

❖ Rs is set to 1.3 ohm

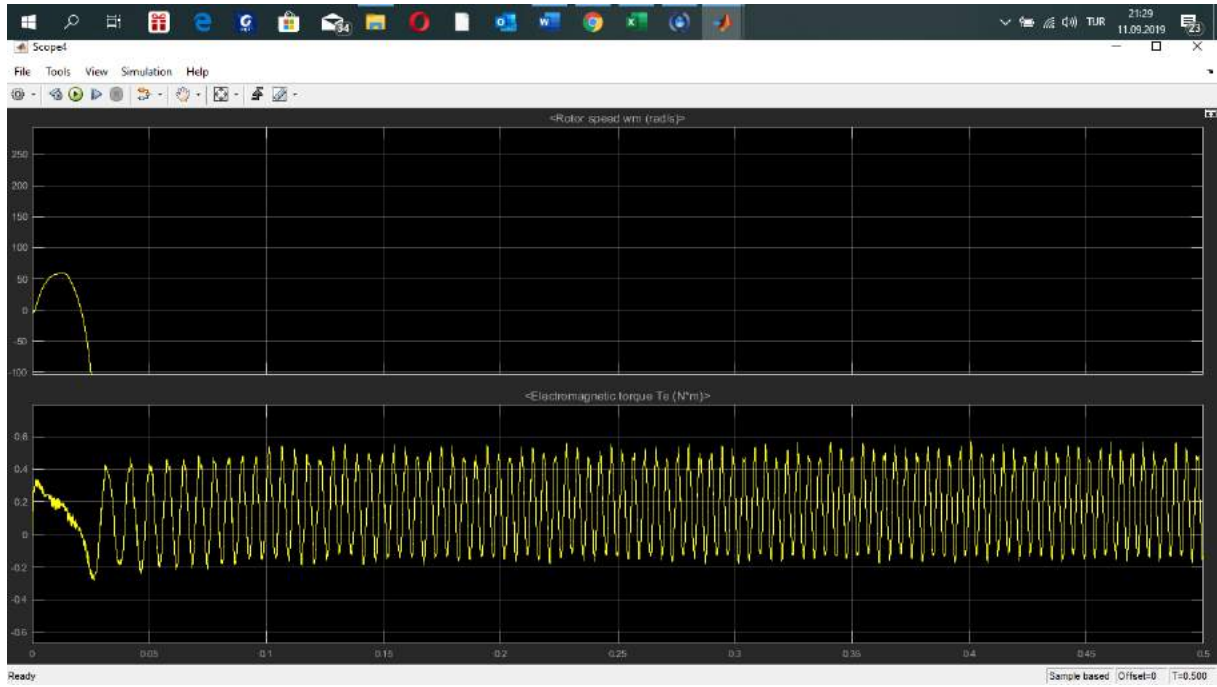


Fig.15 Electromagnetic torque and speed representation between [0 – 0.5] *second* when $R_s=1.3 \Omega$

DISCUSSION

Related to the control that has been performed and according to the data obtained concerning the variation of resistance of the stator of the motor. We have noticed that when the resistance of the stator varies by increasing, the characteristic of the speed and the electromagnetic torque of the motor varies.

When the resistance of the stator $R_s = 0.55 \Omega$, the motor reaches the speed of 2468 rpm before stabilizing at 1500 rpm and the electromagnetic torque exceeds 0.6 Nm before fluctuating between 0.2 Nm and 0.18 Nm

When $R_s = 0.7 \Omega$ up to 1.2Ω , the motor reaches the maximum speed of 2150 rpm before stabilizing at 1500 rpm. The maximum electromagnetic torque is less than 0.6 Nm before fluctuating between 0.2 Nm and 0.18 Nm

In other words, when $0.55 \leq R_s \leq 1.2 [\Omega]$, the rotation speed of the motor and the electromagnetic torque stabilize very quickly, and the peaks at startup are more or less reduced and the stabilization of the torque and speed is faster as R_s gets closer to 1.2Ω .

When R_s exceeds 1.2Ω , there is a large variation in speed and electromagnetic torque. The speed reaches 478 rpm then returns to zero and becomes negative. The electromagnetic torque oscillates uncontrollably. In other words, beyond 1.3Ω , if the inductance remains constant, the motor becomes uncontrollable.

The values of the stator resistors that we find on the BLDC motors are not the maximum values.

RECOMMENDATIONS

The variation of the resistance upwards gives good results when we analyse the response of the torque and the speed. So, to obtain a faster response of the torque and the speed which stabilizes much more quickly on the nominal value of operation. In this variation, the load torque must be considered so that it is not greater than the electromagnetic torque in which case the motor would pick up and operate in generator mode.

In other words, the variation of the resistance beyond a certain extent switches the mode of operation of the machine from a motor mode to the generator mode.

Thus, to operate a BLDC motor in both motor mode and generator mode, it would be possible to install a system of resistors mounted in parallel with each other and having different values. Their individual or group operation would directly affect the torque and speed of the motor. Resistance greater than the maximum resistance would result in generator mode operation. Resistance below the maximum value would result in motor mode operation.

The control of brushless Direct Current motors is a branch which is in current development due to the importance and relevant characteristics of these types of electric motors. The fact that brushless motors have not brushes is a great advantage because they are not likely to have frequent damages as the normal DC motors. So, after having resolved the problem related to the need of a development of a very good electronic system capable to command the switchers of the inverter system efficiently, we can develop other type of method to control the way the machine works either like an electrical generator or a motor as we discussed up.

The field of control of BLDC motors has open the way to create diverse type of techniques of control. These last years, we have witnessed the apparition of powerful control methods such as field-oriented control, space vector pulse width modulation, slide mode control. In our study, after having shown a range of the actual techniques which are used in the control field, we took the decision to make an application of the space vector width modulation technique.

It shown us that the advantages using that technique compared to other technique. Even though the equation that we use are quite a little bit complicated, the implementation of the techniques is not so difficult, and it gives good result

REFERENCES

- [1] José C.G-R., Ernesto V-S., Jaime G-G. (2010) Position and Speed Control of Brushless DC Motors Using Sensorless Techniques and Applications Trends.2010 (Sensors 2010), July, 10, 6901-6947.
- [2] Farah, S. (2013) Brushless Motors Identification and Command for small drone. Toulouse, France.
- [3] M. Godoy, S., Felix, A.F. (2017) Modeling Power Electronics and Interfacing Energy Conversion Systems. ISBN 9781119058472(epub) Hoboken, NJ, USA,
- [4] J. Holtz (2006). Sensorless Control of Induction Machines: With or Without Signal Injection, IEEE Trans. Ind: Electrton.,53:7-30
- [5] Georges Nagy (1960) The Hysteresis Motor Gill University, Montréal, Canada
- [6] J.J. Nitao, E.T. Scharleman, and B.A. Kirkendall (2009) "Equivalent Circuit Modelling of Hysteresis Motors", Lawrence Livermore, National Laboratory, 21 July 2009, USA
- [7] Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, IAI, Systèmes électromécaniques Les Moteurs pas à pas", Suisse
- [8] Sophie Sekalala, (2006) "Performance Of A Three-Phase Permanent Magnet Motor Operating As A Synchronous Motor and a Brushless DC Motor" August 2006, City University, New-York
- [9] Freescale Semiconductor, Inc., "3-phase PM Synchronous Motor Torque Vector Control Using 56F805", Designer Reference Manual, DRM018/D Rev.0,03/2003
- [10] Ramu Krishnan, (2010) "Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives", Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, USA

MODIFICATION OF SANDY SOİLS BY USING WASTE OF PLASTIC BOTTLES

Dr. Necmi YARBAŞI

Ataturk University

Dr. Ekrem KALKAN

Ataturk University

ABSTRACT

Plastic solid waste generation increases every year with the current consumption habit prevalent in the society. One of these plastic wastes is a plastic bottle and produced using the Polyethylene Terephthalate. This is a kind of polymer which is used in manufacturing polyester fibers, bottle resin and engineering polyester in most of the countries around the world. The improper disposal of these materials has been a major concern to the environment as it is not easily degradable. Increasing amount of waste in the form of the plastic bottles has become a problem worldwide. Hence the need arises to route the waste plastic bottles to their optimum usage. That is why utilization of waste of the plastic bottles has become an attractive alternative for disposal. This study reports the properties of sandy soils when waste of the plastic bottles is used in fiber form as additive material in reinforced sandy soils. In this study, straight and irregular recycled polyethylene fibers were used. The fibers were simply cut from plastic bottles. The length and width of recycled plastic bottles fiber were fixed at 20 mm and 2 mm, respectively. The percentages of recycled plastic fibers added in the concrete mix were 0.1%, 0.2%, and 0.3% respectively. The results show that the reinforced sandy soil samples with the waste of the plastic bottle fibers have high strength when compare with the unreinforced sandy soil samples. Consequently, it is concluded that the waste of the plastic bottles materials can be successfully used for the reinforce of sandy soils in the geotechnical applications.

Key words: Sandy soil, Plastic bottle, Waste material, reinforced soil

1. INTRODUCTION

The engineering properties of the soils are important not only in foundation materials for the projects, but also as materials for construction in embankments, dams, and other works. The improvement of soil properties is necessary to solve many engineering problems. Stabilization is the process of blending and mixing materials with a soil to improve certain properties of the soil. The process may include the blending of soils to achieve a desired gradation or the mixing of commercially available additives that may alter the gradation, texture or plasticity, or act as a binder for cementation of the soil (Air Force Manual, 1994; Ahmed and Radhia, 2019).

There are three purposes for soil stabilization. The first one is strength improvement. This increases the strength of the existing soil to enhance its load-bearing capacity. The second purpose is for dust control.

This is done to eliminate or alleviate dust, generated by the operation of equipment and aircraft during dry weather or in arid climates. The third purpose is soil waterproofing, which is done to preserve the natural or constructed strength of a soil by preventing the entry of surface water. Some of the additives used in soil stabilization are cement, lime, bituminous products, and calcium chloride (Air Force Manual, 1994; Ahmed and Radhia, 2019).

Several reinforcement methods are available for stabilizing sandy soils. These methods include stabilization with chemical additives, rewetting, soil replacement, compaction control, moisture control, surcharge loading, and thermal methods (Nelson and Miller, 1992; Steinberg, 1998). All these methods may have the disadvantages of being ineffective and expensive. Therefore, new methods are still being researched to increase the strength properties (Puppala and Musenda, 2002; Akbulut et al., 2007; Kalkan, 2013).

The effects of different types of fibers on soil properties have been studied in the past decades. Environmental and economic issues have attracted the interest of many researchers to develop alternative materials that can fulfil design specifications. Experimental researches have shown that compressive strength, failure strain, ductility and shear strength of samples is increased when discrete fibers are mixed with the soil (Maher and Ho, 1994; Wang 1999; Park and Tan, 2005; Tang et. al., 2007; Akbulut. 2007; Consoli et, al., 2009; Hajianezhad et. al., 2019).

The amount of plastic consumed annually had been increasing steadily. Polyethylene terephthalate (PET) is one of the most common consumer plastics used in the world especially for manufacturing beverage containers and other consumer goods (Khalid et al., 2017; Frigione, 2010). The PET bottles are usually thrown away every day after every single use as beverage containers and most of them are discarded into landfills. Unfortunately, this is becoming a serious problem as plastic waste is not degradable and may cause environmental disturbance. The problems concerned with the management of numerous different types of waste, the scarcity of space for landfills and ever-increasing production costs as led to the search for alternative solutions such as the use of waste in concrete mixes (Leman et al., 2016; Shahidan et al., 2017; Zuki et al., 2017; Shahidan et. al., 2018).

The main objectives of this research were to produce different utilization areas for PET waste fiber in geotechnical applications. In this study, the effects of PET waste fiber on the mechanical properties of sandy soils was investigated under laboratory conditions. To accomplish these objectives, natural sandy soil was stabilized by using PET waste fiber with different contents and the mechanical properties of sandy soils were determined in laboratory tests.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Sandy Soil

Sandy soil material used in this experimental study was supplied from Oltu Quaternary sedimentary basin, Oltu (Erzurum), NE Turkey. This material is classified as poorly graded Sand (SP) according to the Unified Soil Classification system (USCS).

2.2. Waste PET Fiber

The PET fibers used experimental study were collected from Oltu Campus of Atatürk University Oltu (Erzurum), NE Turkey. This campus includes faculties, guesthouses, staff housing, dormitories and sports facilities. In this campus, too much PET wastes are produced by campus residents (Figure 1).



Figure 1. Image of PET waste

2.3. Experimental Procedure

In the scope of laboratory studies, optimum moisture content values of sandy soil were obtained by Standard Proctor Tests according to ASTM D 698-78. Then, 0.1 %, 0.2% and 0.3 % of waste PET fiber were added to the sandy soil. The waste PET fiber had 10-20 mm length and 2 mm wide. The mixtures of sandy soil and waste PET fiber were mixed at the optimum moisture content, compacted by using Standard Proctor aperture and obtained the samples of stabilized sandy soil with 70 mm length and 35 mm wide. These samples were subjected to the unconfined compressive strength tests according to ASTM D2166. The experiments were carried out at a constant loading rate of 0.8 mm/min. The unconfined compressive strength tests were repeated 1, 7 and 28 days of curing samples. Also, cutting box tests were carried out according to ASTM D. 3080/D3080M-11. The samples with 60x60x60 size were used for the cutting box tests.

3. RESULTS AND DISCUSSION

It was seen that from the results of unconfined compressive strength tests, waste PET fiber improved the unconfined compressive strength values of sandy soil. The maximum values of the unconfined compressive strength were obtained from stabilized samples of sandy soil including 0.3 % waste PET fiber and 28 days of curing (Figure 2). The same results were obtained from some experimental studies carried out in the past (Ranjan et. al., 1994; Prabakar and Sridhar, 2002; Akbulut et al., 2007; Zaimoglu, 2010; Yarbasi, 2018; Lv and Zhou, 2019; Benziane et al., 2019).

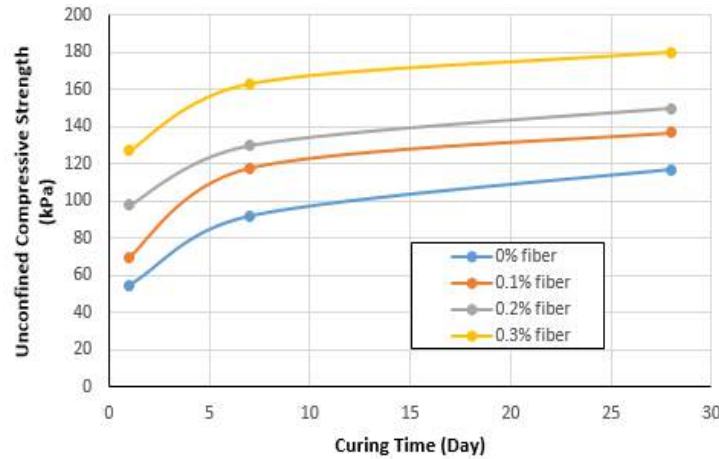


Figure 2. The effect of waste PET fiber on the unconfined compressive strength of sandy soil

It was observed from the cutting box tests that the waste PET fiber increased in the internal friction angle of waste PET fiber-stabilized sandy soil and decreased in the cohesion of waste PET fiber-stabilized sandy soil. The same results were obtained from some experimental studies carried out in the past (Yetimoglu and Salbas, 2003; Yarbasi, 2018; Gardete et al., 2019; Sharma et al., 2019; Venkateswarlu et al., 2019; Nguyen, G., 2019).

4. CONCLUSIONS

The sandy soils are known to cause severe damage to structures resting on them. Therefore, improvement of such soils is carried out to bring the engineering properties of the sandy soils to the desired level. In this study, the effects of waste PET fiber on the geotechnical properties of sandy soils was investigated and the results obtained this experimental study were given below. It was seen that from the results of unconfined compressive strength tests, waste PET fiber improved the unconfined compressive strength values of sandy soil. The maximum values of the unconfined compressive strength were obtained from stabilized samples of sandy soil including 0.3 % waste PET fiber and 28 days of curing. It was observed from the cutting box tests that the waste PET fiber increased in the internal friction angle of waste PET fiber-stabilized sandy soil and decreased in the cohesion of waste PET fiber-stabilized sandy soil.

REFERENCES

- Ahmed, L.A.J., Radhia, M., 2019. Sandy Soil Stabilization with Polymer-Copy. Civil Engineering College of Engineering.
- Air Force Manual, 1994. Soil Stabilization For Pavements "Headquarters. No: 5-822-14 Departments of the Army, Air Force Manual NO. 32-1019 WASHINGTON, DC.
- Akbulut, S., Arasan, S. Kalkan, E., 2007. Modification of clayey soils using scrap tire rubber and synthetic fibers. Applied Clay Science 38, 23-32.
- Benziane, M.M., Della, N., Denine, S., Sert, S., Nouri, S., 2019. Effect of randomly distributed polypropylene fiber reinforcement on the shear behavior of sandy soil. Studia Geotechnica et Mechanica, 1-9.
- Consoli, N.C., Vendruscolo, M.A., Fonini, A., Dalla Rosa, F., 2009. Fiber reinforcement effects on sand considering a wide cementation range. Geotextiles and Geomembranes 27(3), 196-203.
- Frigione, M., 2010. Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete. Waste Management 30(6), 1101-1106.
- Gardete, D., Luzia, R., Carronda, S., Simão, A., 2019. Analysis of the Bearing Capacity of a Clayey Sand Stabilized with Waste Tire Fibers. Airfield and Highway Pavements: Testing and Characterization of Pavement Materials, 541-548.
- Hajiannezhad, Z., Keramati, M., Naderi, R., Alinezhad, M., 2019. Evaluation of Shear Strength Behaviour of Anzali Port Sand Reinforced with Polyethylene terephthalate (PET). JO-Amirkabir (Journal of Science and Technology).
- Kalkan, 2013. Preparation of scrap tire rubber fiber-silica fume mixtures for modification of clayey soils. Applied Clay Science 80-81, 117-125.
- Khalid, F.S., Herman, H.S., Azmi, N.B., Juki, M.I., 2017. Sand Cement Brick Containing Recycled Concrete Aggregate as Fine-Aggregate Replacement, MATEC Web of Conferences. 103, 01016.

- Leman, A.S., Shahidan, S. Senin, M.S., Ramzi Hannan, N.I.R., 2016. Preliminary Study On Chemical and Physical Properties of Coconut Shell Powder as A Filler in Concrete. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 160, p. 12059.
- Lv, X., Zhou, H., 2019. Shear Characteristics of Cement-Stabilized Sand Reinforced with Waste Polyester Fiber Fabric Blocks. Advances in Materials Science and Engineering 1-12.
- Maher, M.H, Ho, Y-C., 1994. Mechanical Properties of Kaolinite/Fiber Soil Composite.
- Nelson, J.D., Miller, D.J., 1992. Expansive Soils: Problems and Practice in Foundation and Pavement Engineering. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Nguyen, G., 2019. Laboratory Study of Soil Shear Strength Improvement with Polyester Fibres. Fibres and Textiles in Eastern Europe 27(2), 91-99.
- Park, T., Tan, S.A., 2005. Enhanced performance of reinforced soil walls by the inclusion of short fiber. Geotextiles and Geomembranes 23 (4), 348-361.
- Prabakar, J., Sridhar, R.S., 2002. Effect of Random Inclusion of Sisal Fibre On Strength Behavior of Soil. Construction and Building Materials, 16, 123-131.
- Puppala, A.J., Musenda, C., 2002. Effects of fiber reinforcement on strength and volume change in expansive soils. Transportation Research Record 134-140 (Paper No: 00-0716).
- Ranjan, G., Vasan, R.M., Charan, H.D., 1994. Behaviour of Plastic fibre-Reinforced Sand. Geotextiles and Geomembranes, 13 (8), 555-565.
- Shahidan, S., Pullin, R., Bunnori, N.M., Zuki, S.S.M., 2017. Active crack evaluation in concrete beams using statistical analysis of acoustic emission data. Insight-Non-Destructive Test. Cond. Monit., 59(1), 24-31.
- Shahidan, S., Ranle, N.A., Zuki, S.S.M., Khalid, F.S., Ridzuan, A.R.M., Nazri, F.M., 2018. Concrete Incorporated with Optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber. International Journal of Integrated Engineering 10(1), 1-8.
- Sharma, V., Kumar, A., Priyadarshee, A., Chhotu, A.K., 2019. Prediction of Shear Strength Parameter from the Particle Size Distribution and Relative Density of Granular Soil. Environmental Geotechnology, 185-191.
- Steinberg, M., 1998. Geomembranes and the Control of Expansive Soils in Construction. McGraw-Hill, New York.
- Tang, C., Shi, B., Gao, W., Chen, F., Cai, Y., 2007. Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil. Geotextiles and Geomembranes 25(3), 194-202.
- Venkateswarlu, P., Krishnaveni, E.P., Bishnoi, D., Solanki, C. H., 2019. Enhancement of Shearing Strength of Poorly Graded Sand by Using Surface Modified Waste Rubber Tyre Fibres. Recycled Waste Materials, 69-78.
- Wang, Y., 1999. Utilization of Recycled Carpet Waste Fibers for Reinforcement of Concrete and Soil AU-Wang, Youjiang. Polymer-Plastics Technology and Engineering 38(3), 533-546.
- Yarbası, N., 2018. Strength Properties Of Low Plasticity Clayey Soils Modified With Marble Dust And Scrap Tire. Artvin Çoruh University Natural Hazards Application and Research Center Journal of Natural Hazards and Environment 4(2), 162-170.
- Yetimoglu, T, Salbas, O., 2003. A study on shear strength of sands reinforced with randomly distributed discrete fibers. Geotextiles and Geomembranes 21, 103-110.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Zaimoglu, A.S., 2010. Freezing–Thawing Behavior of Fine-Grained Soils Reinforced with Polypropylene Fibers. Cold Regions Science and Technology 60, 63-65.

Zuki, M., Salwa, S., Shahidan, Keong, S.S., Kok, C., Jayaprakash, J., Noorwirdawati, A., 2017. Concrete-Filled Double Skin Steel Tubular Columns Exposed to ASTM E-119 Fire Curve for 60 and 90 Minutes of Fire,” MATEC Web Conf., vol. 103, p. 2009.

USE OF CIGARETTE BUTTS WASTES FOR MODIFICATION OF CLAYEY SOILS

Faisal MOHAMEDGREAD

Ataturk University

Al Neelain University, Faculty of Petroleum and Minerals, Khartoum, Sudan

Dr. Necmi YARBAŞI

Ataturk University

Dr. Ekrem KALKAN

Ataturk University

ABSTRACT

Excessive compression, dispersive behavior, collapsing behavior, low shear strength, high swell potential and frost susceptibility are some of the undesirable properties of soils in geotechnical engineering. Soil properties such as those mentioned would cause severe distress to structures build on them. In this regard, it is necessary to reinforce stabilize the clayey soils. Several methods are available for stabilizing clayey soils. These include with the use of chemical additives, rewetting, soil replacement, compaction control, moisture control, surcharge loading, and thermal methods. In last decades, using of natural or synthetic materials in the field of soil reinforce especially for coarse or fine-grained soils with poor physical and mechanical properties becomes very common. It is considered as the main condition that these materials, generated as waste or residual, have economic, sustainable and environmental importance. Worldwide, cigarette butts are the most common type of litter. Cigarette butts waste damages habitat, landscapes and ecosystems, ignites destructive and deadly fires, poisons wildlife and children and consumes money for its cleanup and disposal. Because of storing issues, the waste negatively affects the environment. To solve this problem, it is essential to investigate different uses for cigarette butts waste. In this study, cigarette butts as waste material has been used to modify clayey soils. Resistance values have been determined before and after the freeze-thawing process. The highest strength value has been obtained with the mixture of clayey soil including 5% cigarette butts before and after freezing-thawing process. It is concluded that cigarette butts waste can be used for the modification of clayey soils.

Keywords: Clayey soil, Soil modification, Cigarette butts, Mechanical property

1. INTRODUCTION

Clayey soils are generally classified as expansive soils. This means that some clays will tend to expand as they absorb water and will shrink as water is drawn away. These clayey soils contain clay minerals that have the potential for swelling and shrinkage under changing moisture contents. Clay minerals could originate from the weathering of shale, slate, sandstone, and limestone. Another source is the diversification of volcanic ash deposited under marine conditions during geologic times, settled alone or mixed with shale or limestone (Grim 1968; Kalkan and Bayraktutan, 2008).

Expansive soils are known to cause severe damage to structures resting on them. However, these soils are very important in geology, construction, and for environmental applications, due to their wide usage as impermeable and containment barriers in landfill areas and other environmentally related applications (Erguler and Ulusay, 2003; Harvey and Murray, 1997; Kayabali, 1997; Keith and Murray 1994; Murray, 2000; Sabtan, 2005). Safe and economic designs of foundations on clayey soils and performance of compacted clayey soils for

geotechnical purposes require the knowledge of swelling characteristics such as swelling pressure, swelling potential and swelling index. Cyclic drying and wetting phenomena can cause progressive deformation of expansive clayey soils, which may affect building foundations, drainage channels, buffers in radioactive waste disposals, etc. (Guney et al., 2007; Nowamooz and Masrouri, 2008; Rao et al., 2001).

In recent years, using of waste materials as additives in the field of soil reinforce is very popular in the economic and environmental sides. Direction of using waste materials in the field of construction industry will prevent irregular and fast consumption of natural resources, afford economic benefits and solve many environmental quandaries caused by wastes. Approximately 5.7 trillion cigarettes produced around the world (Euromonitor, 2014), that means more than 1.2 million tons of cigarette butts (CBs) waste with toxic elements being dumped into the environment every year, without doubt this cause serious environmental problems. This equivalent to the common saying that CBs are one of the most common types of litter around the world last years. Also, this material encompasses the largest percentage of waste that collected globally during the coastal cleanups each year (Table 1) (OceanConservancy.org, 2012).

Table 1. Top marine debris items collected, international coastal cleanup

Debris item	Number of debris item	Percentage of debris item
Cigarettes/cigarette filters	2.117.931	19
Food wrappers/containers	1.140.222	10
Beverage bottles (plastic)	1.065.171	10
Bags (plastic)	1.019.902	9
Caps, lids	958.893	9
Cups, plates, forks, knives, spoons	692.767	6
Straws, stirrers	611.048	6
Beverage bottles (glass)	521.730	5
Bags (paper)	298.332	3
Top 10 total debris items collected	8.765.871	80
Total debris items collected worldwide	10.957.338	100

This circumstance is predicted to increase by more than 50% by 2025, referring to a prediction (Mackay et al., 2006). Only in Turkey, more than 131 million 371 thousand cigarettes are smoked every day according to (TAPDK, 2017). Most of cigarette filters are made of cellulose acetate, such materials break down slowly and can take between 1 to 24 months to break down under normal conditions (Ach, 1993; Brodof, 1996). In a recent study, it has been demonstrated that slow degradation process of CBs comes true in a 2-year experiment in a standard decomposing organic substrate (Bonanomi et al., 2015).

CBs is a widespread source of pollution and has long-term effects and causes immeasurable environmental damages on our environment such as cities, parks, country areas, water sources, soil, beaches and seas. Over 4000 different chemicals (Slaughter et al., 2011), and their persistence in the environment and potential toxic effects (Lee, 2012), these toxic chemicals and heavy elements remained in the CBs can be leached, and can cause serious damage to the environment (Hoffmann and Hoffmann, 1997; Li et al., 2002; Register, 2000). CBs accumulate in the environment mainly due to the poor biodegradability of the cellulose acetate filters. CBs release a range of toxic chemicals as they deteriorate (Hoffmann and Hoffmann, 1997; Hoffmann et al., 2001). They are carried by storm water into watercourses and ultimately the ocean where the chemicals they contain pose a risk to the organisms of both freshwater and marine environments (Micevska et al., 2006; Register, 2000).

This paper describes some of the procedures and results from a study on integrating CBs into the modification of clayey soils. Physical and mechanical properties of several samples with different CBs contents are presented and discussed.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Clayey soil

Clayey soil material used in this experimental study was supplied from Oltu Oligocene sedimentary basin, Oltu (Erzurum), NE Turkey. This material has clayey-rock characteristics in natural conditions and overconsolidated and it defines as high plasticity soil (CH) according to the Unified Soil Classification System (USCS) (Kalkan, 2003; Kalkan & Bayraktutan, 2008). Geologically, this soil contains montmorillonite as clay mineral.

2.2. CBs

The CBs with different sizes used in this study were collected from the Ataturk University campus for two months. After collecting, they have been kept in dry receptacles. The CBs were sterilized by heat at 105°C for 24 h and then stored in sealed plastic bags. CBs has been added to clayey soil and investigated the effects on the geotechnical properties. The percentages of CBs were selected as 1%, 2.5% and 5%.

2.3. Preparation of Samples

Clayey soil and CBs were mixed together to obtain uniform and homogenous mixtures. The samples were prepared using different combination of these materials with different percentage. For each test, three sample using different proportions were used to investigate the effects of CBs.

In this study, the clay samples were mixed with three different percentages of CBs 1, 2.5, and 5%, respectively by weight of dry soil (Table 2). They were molded at the optimum moisture content (25 wt. %) to achieve the targeted density. Each of the sample was cured naturally and free strength measurements taken at 1, 7, and 28 days, respectively. The standard compaction tests were carried out to determine the optimum water content and maximum dry unit weight. The samples were cylindrical with 38 mm diameter and 76 mm length.

The free pressure strength values were determined using the digital free pressure device, loading speed was chosen as 0.8 mm/min. A deep freezer was used to accomplish the freeze test, and the temperature was set as -21° C. The thaw process was carried out at the laboratory temperature (+21° C). The number of freeze-thaw cycles were 12 and the waiting time at each temperature was chosen as 24 hours (ASTM.D.698-78 and ASTM.D.2166).

Table 2. Composite samples used in this study

Samples	Materials		Total
	Clayey Soil	CBs	
CS	100.00	--	100
CS+CB1	99.00	1.00	100
CS+CB2	97.50	2.50	100
CS+CB3	95.00	5.00	100

CS: Clayey soil, CS+CB: Clayey soil+CBs

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. The Effects of CBs on Strength of Clayey Soil

The change in free pressure strengths of the mixture by adding 1%, 2.5% and 5% of the CBs to the clay was investigated. The results obtained from tests were illustrated in Figure 1. It is shown from Figure 2 that Cbs increases the value of free pressure strength of clayey soil samples. The maximum value was obtained from CS+CBs samples. Interaction mechanism of CBs/soil interface is complex.

The previous research results show that pullout response is influenced by many factors, e.g. the confinement stress, soil dry density, displacement rate, embedded modification length, modification surface roughness, shape and so on (Bakeer et al., 1998; Beyerlein et al., 2001; Brandstetter et al., 2005; Khedkar and Mandal, 2009; Li et al., 2005; Lopes and Ladeira, 1996; Moraci and Recalcati, 2006; Sieira et al., 2009). The main interaction mechanisms affecting the pullout resistance of extruded CBs particles are the skin friction, between soil and CBs surface, and the bearing resistance that develops against the transversal element (Moraci and Gioffre, 2006).

To observe the time effect on the free pressure strengths composite samples were tested in the unconfined compressive apparatus on the first 7th and 28th days. The strength values of composite samples containing CBs increased depending on increasing number of days. The maximum strength value was obtained by CS+CB3 for 28th day (Figure 1).

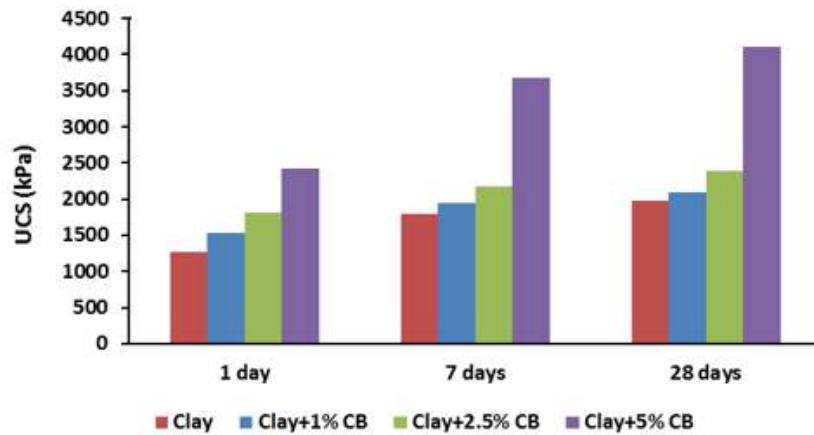


Figure 1. The effects of CBs on strength of clayey soils

3.2. The Effects of Freeze and Thaw on Strength of CBs-modified Clayey Soil

The natural and CBs-modified clayey soil sample were subjected to the freeze and thaw cycles to investigate the change on strength values of samples. The results obtained from tests were illustrated in Figure 2. After freezing-thawing, CS+CB1 showed 14.84% drop in strength, while CS+CB2 had a strength increase of 2.58% and CS+CB3 had a strength increase of 24.81%. Therefore, the highest strength increase was obtained with CS+CB3 before and after freezing-thawing. The change in strength before and after freeze-thawing is shown in (Figure 2).

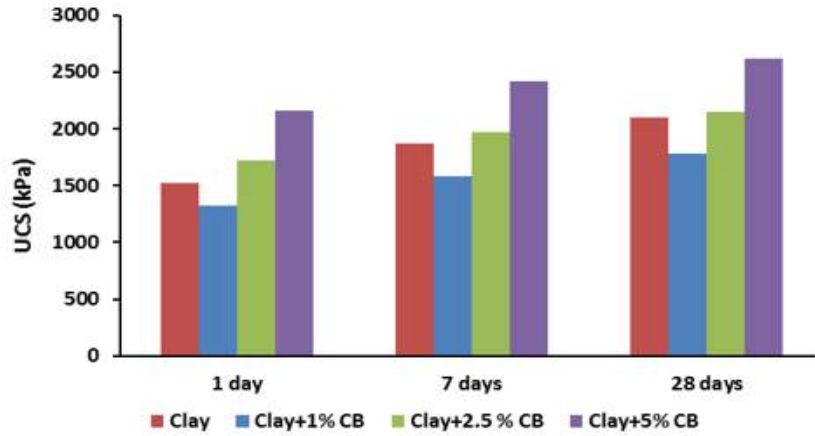


Figure 2. The effects of freeze and thaw on strength of CBs-modified clayey soil

4. CONCLUSIONS

The effects of CBs on the geotechnical properties of clayey soil was investigated and the results obtained this experimental study were given below. A significant change in free pressure strengths before and after freezing-thawing of the mixture strengthened by the addition of 1%, 2.5% and 5% CBs to the clay soil was observed. The highest strength values were obtained at the end of the 28-day curing period, before freezing-thawing cycle. The highest strength increase was obtained with CS+CB3 samples before and after freezing-thawing cycle.

REFERENCES

- Ach, A., 1993. Biodegradable plastics based on cellulose acetate. *J Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure Applied Chemistry*, 30(9-10), 733-740.
- Bakeer, R.M., Abdel-Rahman, A.H., Napolitano, P.J., 1998. Geotextile friction mobilization during field pull out test. *Geotextiles and Geomembranes* 16, 73-85.
- Beyerlein, J.I., Zhu, Y.T., Mahesh, S., 2001. On the influence of fiber shape in bone-shaped short-fiber composites. *Composites Science and Technology* 61,1341-1357.
- Brandstetter, J., Kromp, K., Peterlik, H., Weiss, R., 2005. Effect of surface roughness on fraction in fiber-bundle pull-out tests. *Composites Science and Technology* 65, 981-988.
- Bonanomi, G., Incerti, G., Cesarano, G., Gaglione, S. A., Lanzotti, V., 2015. Cigarette butt decomposition and associated chemical changes assessed by ¹³C CPMAS NMR. *PLOS ONE*, 10(1), e0117393. *PLoS ONE* 10(1): e0117393. doi:10.1371/journal.pone.0117393.
- Brodof, T., 1996. The mechanisms of cellulose acetate degradation and their relationships to environmental weathering. Paper presented at the 50th Tobacco Chemists' Research Conference, Richmond, Virginia.
- Erguler, Z.A., Ulusay, R., 2003. A simple test and predictive models for assessing swell potential of Ankara (Turkey) Clay. *Engineering Geology* 67, 331-352.
- Euromonitor, I., 2014. Global Tobacco: Key Findings Part 1 – Tobacco Overview, Cigarettes and the Future Available: <http://www.euromonitor.com/global-tobacco-key-findings-part-1-tobacco-overview-cigarettes-and-the-future/report>, (accessed 21st July, 2015). Retrieved from
- Grim, R.E., 1968. *Clay Mineralogy*. McGraw Hill, New York. p 596.
- Guney, Y., Sari, D., Cetin, M., Tuncan, M., 2007. Impact of cyclic wetting–drying on swelling behavior of lime-stabilized soil. *Building and Environment* 42, 681-688.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

- Harvey, C.C., Murray, H.H., 1997. Industrial clays in the 21st century: a perspective of exploration, technology and utilization. *Applied Clay Science* 11, 285-310.
- Hoffmann, D., Hoffmann, I., 1997. The changing cigarette, 1950-1995. *J Journal of Toxicology Environmental Health Part A*, 50(4), 307-364.
- Hoffmann, D., Hoffmann, I., El-Bayoumy, K., 2001. The less harmful cigarette: a controversial issue. A tribute to Ernst L. Wynder. *J Chemical research in toxicology*, 14(7), 767-790.
- Kalkan, E., 2003. The improvement of geotechnical properties of Oltu (Erzurum) clayey deposits for using them as barriers. PhD Thesis (in Turkish), Ataturk University, Erzurum, Turkey.
- Kalkan, E., Bayraktutan, M.S., 2008. Geotechnical evaluation of Turkish clay deposits: a case study in Northern Turkey. *J Environmental Geology*, 55(5), 937-950.
- Kayabali, K., 1997. Engineering aspects of a novel landfill liner material: bentoniteamended natural zeolite. *Engineering Geology* 46, 105-114.
- Keith, K.S., Murray, H.H., 1994. Clay liners and barriers, In: Carr, D.D. (Ed.), *Industrial Minerals and Rocks*, Sixth Edition. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton, Colorado, pp. 435-452.
- Khedkar, M.S., Mandal, J.N., 2009. Pullout behavior of cellular reinforcements. *Geotextiles and Geomembranes* 27 (4), 262-271.
- Lee, J., 2012. *Get Your Butt Off the Ground!: Consequences of Cigarette Waste and Litter-Reducing Methods*.
- Li, Y., Mai, Y.W., Ye, L., 2005. Effects of fiber surface treatment on fracture-mechanical properties of sisal-fiber composites. *Composite Interfaces* 12 (1-2), 141-163.
- Lopes, M.L., Ladeira, M., 1996. Influence of the confinement, soil density and displacement rate on soil-geogrid interaction. *Geotextiles and Geomembranes* 14, 543-554.
- Mackay, J., Eriksen, M., Shafey, O., 2006. *The Tobacco Atlas*. American Cancer Society.
- Murray, H.H., 2000. Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: a general overview. *Applied Clay Science* 17, 207-221.
- Micevska, T., Warne, M. S. J., Pablo, F., Patra, R., 2006. Variation in, and causes of, toxicity of cigarette butts to a cladoceran and microtox. *J Archives of Environmental Contamination Toxicology*, 50(2), 205-212.
- Moraci, N., Gioffre, D., 2006. A simple method to evaluate the pullout resistance of extruded geogrids embedded in a compacted granular soil. *Geotextiles and Geomembranes* 24, 116-128.
- Moraci, N., Recalcati, P., 2006. Factors affecting the pullout behaviour of extruded geogrids embedded in a compacted granular soil. *Geotextiles and Geomembranes* 24, 220-242.
- Nowamooz, H., Masrouri, F., 2008. Hydromechanical behaviour of an expansive bentonite-silt mixture in cyclic suction-controlled drying and wetting tests. *Engineering Geology* 101, 154-164.
- OceanConservancy.org. 2012. <http://www.oceanconservancy.org/our-work/international-coastal-cleanup/top-10-items-found-1.html>.
- Rao, S.M., Reddy, B.V.V., Muttharam, M., 2001. The impact of cyclic wetting and drying on the swelling behavior of stabilized expansive soils. *Engineering Geology* 60, 223-233.

Register, K., 2000. Cigarette Butts as Litter- Toxic as Well as Ugly? *J Underwater Naturalist*, 25(2), 23-29.

Sabtan, A.A., 2005. Geotechnical properties of expensive clay shale in Tabuk, Saudi Arabia. *Journal of Asian Earth Science* 25, 747-757.

Sieira, A.C.C.F., Gerscovich, D.M.S., Sayao, A.S.F.J., 2009. Displacement and load transfer mechanisms of geogrids under pullout condition. *Geotextiles and Geomembranes* 27 (4), 241-253.

Slaughter, E., Gersberg, R. M., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C., Novotny, T. E., 2011. Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. *J Tobacco Control*, 20(Suppl 1), i25-i29.

STABILIZATION OF GRAINED SOILS BY USING WASTES OF OLTU STONE

Dr. Necmi YARBAŞI
Ataturk University

Dr. Ekrem KALKAN
Ataturk University

ABSTRACT

Turkish black amber named Oltu Stone in Turkish is one of the best examples of semi-precious stone to be found in the world. It is mainly extracted in the county of Oltu (Erzurum) and surrounding mountains, NE Turkey since the 18th century. At the present time, it is known as ornamental stone and its rosary is very famous worldwide. It, a fossilized natural product, is an organic material of considerably insert with respect to various scientific disciplines and art. Oltu Stone is an organic (amorphous) matter that hardens when exposed to air. When Oltu Stone is taken from the quarry as raw material and converted into product, a large part of it turns into waste. Because of storing issues of this waste material, the negatively effects arise on the environment. To solve this problem, it is essential to investigate different uses for this waste. Nowadays, soil problems are frequently encountered in regions where temperature changes are experienced. Therefore, strengthening the soil with various waste materials has gained speed. This work aims to research the usability of the Oltu Stone waste to increase strength of the grained soils. In the experimental study, 0,5%, 1% and 2% percentages of Oltu Stone waste were added to the grained soils. The test results show that the grained soil samples containing Oltu Stone waste additives have a high compressive strength as compared to natural grained soil samples. Consequently, it is concluded that Oltu Stone waste materials can be successfully used for the stabilization of the grained soils in geotechnical applications.

Keywords: Oltu Stone, Waste material, Grained soil, Soil stabilization

1. INTRODUCTION

Construction of buildings and other civil engineering structures on weak or soft soil is highly risky because such soil is susceptible to differential settlements due to its poor shear strength and high compressibility. Improvement of certain desired properties like bearing capacity, shear strength parameters and permeability characteristics of soil can be undertaken by a variety of round improvement techniques such as the use of prefabricated vertical drains or soil stabilization (Abuel-Naga et al., 2006; Chu et al., 2006; Tang et al., 2007).

Generally, soil stabilization is a method of improving soil properties by blending and mixing other materials. Improvements include increasing the dry unit weight, bearing capabilities, volume changes, the performance of in situ subsoils, sands, and other waste materials in order to strengthen road surfaces and other geotechnical applications (Firoozi et. al., 2017). The concept of stabilization is 5000 years old. The stabilized earth roads were used in ancient Egypt and Mesopotamia and that the Greeks and Romans used lime as a stabilizer (McDowell, 1959). However, recent heaving and premature pavement failures in lime and cement-treated subgrades containing sulfates led to questioning the validity of calcium-based stabilization. When expansive soils containing sulfates are treated with calcium-based stabilizers, the calcium from the stabilizer reacts with soil sulfates and alumina to form the expansive mineral ettringite (Puppala et. al., 1999; Kaminskas and Barauskas, 2014; Saussaye et. al., 2015).

The three forms of soil stabilization collectively refer to various techniques of modification to enhance the physical and/or mechanical properties of a soil for a specific application. This can include altering the texture and plasticity of the soil by, for example, adding or subtracting sand, clay, etc. It can also include compacting the soil to increase its resistance to loading. Or it can include the addition of inorganic binders (e.g. cement) to either enhance the strength and durability, or to make an otherwise unsuitable soil useable. Soil stabilization can be defined as the controlled modification of soil texture, structure and/or physico-mechanical properties. Not only is it extremely rare for a natural soil in the ‘as raised’ condition to be perfectly suitable for earth construction materials without any soil grading modification, but also most earth building techniques involve some form of compaction to form a strong, stable material. The approaches to stabilization can be broadly classified as physical, mechanical or binding (Burroughs, 2001; Hall et. al., 2012).

Several soil stabilization methods are available for stabilization of soils. These methods include the use of chemical additives, rewetting, soil replacement, compaction control, moisture control, surcharge loading, and thermal methods (Yong and Ouhadi, 2007; Kalkan, 2011). Many investigators have studied natural, fabricated, and by-product materials and their use as additives for the stabilization of soils. All these methods may have the disadvantages of being ineffective and expensive. Therefore, new methods are still being researched to increase the engineering properties soils (Kalkan and Akbulut, 2004; Al-Rawas et al., 2005; Cetin et al., 2006; Senol et al., 2006; Sezer et al., 2006; Guney et al., 2007; Moavenian and Yasrobi, 2008; Akbulut et al., 2007; Kalkan, 2011; Kalkan, 2012; Kalkan and Yarbaşı, 2013; Mohamedgreed et. al., 2019).

The wastes of Oltu stone emerges as a by-product from its taken from the quarry as raw material and converting into product. Oltu stone is one of the best examples of semi-precious stones. As a natural, fossilized product, amber is accepted as an organic material in view of different science disciplines and arts. It is considered to be a geologic material but not accepted as a real mineral. Therefore, it is a mineraloid that’s obtained from decomposing trees. Oltu stone is formed under excessive pressure, from there it does not crystallized as natural carbon material. As a stiff and similar to mineral, Oltu stone is usually black but sometimes it found in blackish, greyish or greenish colors. The most interesting feature of Oltu stone is, when it’s become contacted to air, it becomes harden and therefore it becomes easier to process it (Kalkan et. al., 2012).

The main objectives of this research were to produce different utilization areas for wastes of Oltu stone in geotechnical applications and investigate the effects of it’s on the mechanical properties of grained soils. To accomplish these objectives, natural clay material was stabilized by using wastes of Oltu stone with different contents and the mechanical properties of grained soils were determined in laboratory tests.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Grained Soil

Grained soil needed in this research is taken from NESCE Corp. which currently operates Erzurum-Oltu (NE Turkey) road construction. Granular soil was kept for 24 hours in oven at 105⁰ C to remove its moisture. After drying procedure, the material was tested for sieve analysis and particles smaller than 4.76 mm gathered.

2.2. Wastes of Oltu Stone

Wastes of Oltu Stone needed for this research is gathered from the workshops near the Oltu/Erzurum. Black amber which sometimes called as Oltu stone, is collected from the Northeastern region of Oltu district of Erzurum city (NE Turkey).

2.3. Laboratory Procedures

To define the optimum water content and maximum dry unit volume weight, compaction tests performed following the standards in ASTM D 698-78. Other tests are done with the samples of 38 mm in diameter and 76 mm in height. In the first stage of this research, waste of Oltu stone and grained soils are mixed in ratios of 0.5%, 1% and 2% (percentages show the amount of wastes of Oltu stone, rest is grained soil in weight). Samples are then rested in +21° C for 1,7 and 28 days. After resting times strength tests performed.

On the second stage samples are applied for freeze and thaw cycles. For this procedure, a freezer with adjustable temperature is used. For freeze cycles freezer set to -21° C and for thaw cycles it is set for +21° C. 12 is selected as cycle count and 24 h is selected for waiting time. Humidity on the freeze-thaw area was 55% (Zaimoğlu et al., 2015; Yarbaşı, 2018; Yarbaşı and Alacalı, 2018). In the research for every mixture, 3 samples were prepared and average of these 3 results of unconfined compressive strength values calculated. The speed of unconfined compressive strength testing device is set to 0.5 mm/min.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The effects of waste of Oltu stone on the unconfined compressive strength of the grained soils were tested and the results were illustrated on Figure 2. The highest unconfined compressive strength values were obtained from 2 % waste of Oltu stone-stabilized samples of 28 days curing time. The waste of Oltu stone filled the cavities of sandy soil grains and served as binder between sandy soil grains. As a result, sandy soil had higher unconfined compressive strength and its engineering properties were improved.

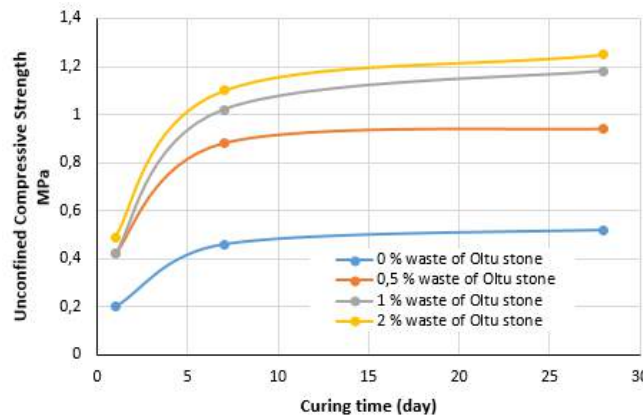


Figure 2. Strength of the mixtures before and after freezing and thawing

After the freeze and thaw cycles, samples are also tested for the unconfined compressive strength. This results compared with previous test results. The results of unconfined compressive strength values of grained soil samples stabilized and subjected to freeze and thaw cycles were illustrated on the Figure 3. The results showed that the freeze and thaw cycles decreased in the unconfined compressive strength values of waste of Oltu stone-stabilized grained soil samples.

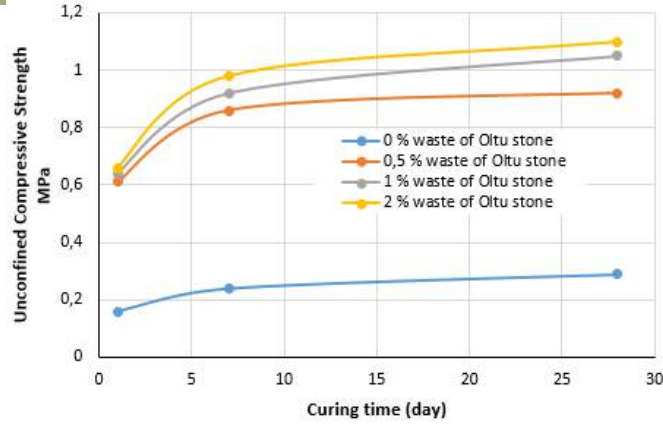


Figure 3. Strength of the mixtures before and after freezing and thawing

4. CONCLUSIONS

The wastes of Oltu stone were investigated for its possible utilization to stabilize the grained soils. It was seen that this waste material improved the mechanical properties of grained soils. With this results, stabilized grained soil samples with wastes of Oltu stone had higher strength before and after the freeze and thaw cycles when these values compared to the natural grained soil samples. The investigation showed that the waste of Oltu stone wastes of Oltu stone is a valuable material to stabilize the mechanical properties of grained soils.

REFERENCES

- Abuel-Naga, H.M., Bergado, D.T., Chaiprakaikeow, S., 2006. Innovative thermal technique for enhancing the performance of prefabricated vertical drain during the preloading process. *Geotextiles and Geomembranes* 24 (6), 359-370.
- Akbulut, S., Arasan, S., Kalkan, E., 2007. Modification of clayey soils using scrap tire rubber and synthetic fibers. *Applied Clay Science* 38, 23-32.
- Al-Rawas, A.A., Hago, A.W., Al-Sarmi, 2005. Effect of lime, cement and sarooj (artificial pozzolan) on the swelling potential of an expansive soil from Oman. *Building and Environment* 40, 681-687.
- Burroughs, V.S., 2001. Quantitative criteria for the selection and stabilization of soils for rammed earth wall construction. PhD Thesis, University of New South Wales, Australia.
- Cetin, H., Fener, M., Gunaydin, O., 2006. Geotechnical properties of tire-cohesive clayey soil mixtures as a fill material. *Engineering Geology* 88, 110-120.
- Chu, J., Bo, M.W., Choa, V., 2006. Improvement of ultra-soft soil using prefabricated vertical drains. *Geotextiles and Geomembranes* 24 (6), 339-348.
- Firoozi, A.A., Olgun, C.G., Firoozi, A.A., Baghini, M.S., 2017. Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering* 8:26, 1-16.
- Guney, Y., Sari, D., Cetin, M., Tuncan, M., 2007. Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil. *Building and Environment* 42, 681-688.
- Hall, M.R., Najim, K., Keikhaei, A.N.D., 2012. Soil stabilization and earth construction: materials, properties, and techniques. In book: *Modern earth buildings: Materials, engineering, construction and applications* Chapter: Chapter 9, Publisher: Woodhead Publishing, Cambridge, UK.

- Kaminskas, R., Barauskas, I., 2014. Influence of pozzolana on sulfate attack of cement stone affected by chloride ions. *Materials and Structures* 47(11), 1901-1910.
- Kalkan, E., 2011. Impact of Impact of wetting-drying cycles on swelling behavior of clayey soils modified by silica fume. *Applied Clay Science* 52 (4), 345-352.
- Kalkan, E., 2012. Effects of waste material-lime additive mixtures on mechanical properties of granular soils. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 71 (1), 99-103.
- Kalkan, E., Akbulut, S., 2004. The positive effects of silica fume on the permeability, swelling pressure and compressive strength of natural clay liners. *Engineering Geology* 73, 145-156.
- Kalkan, E., Bilici, Ö., Kolaylı, H., 2012. Evaluation of Turkish black amber: A case study of Oltu (Erzurum). NE Turkey. *International Journal of Physical Sciences* 7(15), 2387-2397.
- Kalkan, E., Yarbaşı, N., 2013. Use of marble dust waste material for stabilization of compacted clayey soils. *Jokull Journal* 63(5), 322-344.
- McDowell, C., 1959. Stabilization of soils with lime, lime-fly ash, and other lime reactive materials. *Highway Res Board Bull* 231:60-66.
- Moavenian, M.H., Yasrobi, S.S., 2008. Volume change behavior of compacted clay due to organic liquids as permeant. *Applied Clay Science* 39, 60-71.
- Mohamedgread, F., Yarbaşı, N., Kalkan, E., 2019. Reinforce in Engineering Properties of Clayey Soils Using Cigarette Butts and Marble Dust. *European Journal of Advances in Engineering and Technology* 6(8), 31-37.
- Puppala, A.J., Hanchanloet, S., Jadeja, M., Burkart, B., 1999. Sulfate induced heave distress: a case study. In: *Proceedings, transportation research board annual meeting, Washington DC, USA*.
- Saussaye, L., Boutouil, M., Baraud, F., Leleyter, L., 2015. Influence of sulfate and chloride ions on the geotechnical and microstructural properties of soils treated with hydraulic binders: individual and coupling effects. *Engineering Geology* 189:98-103.
- Senol, A., Edil, T.B., Bin-Shafique, M., 2006. Soft subgrades' stabilization by using various fly ashes. *Resources, Conservation and Recycling* 46, 365-376.
- Sezer, A., Inan, G., Yilmaz, H.R., Ramyar, K., 2006. Utilization of a very high lime fly ash for improvement of Izmir clay. *Building and Environment* 41, 150-155.
- Tang, C.S., Shi, B., Gao, W., Chen, F., Cai, Y., 2007. Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil. *Geotextiles and Geomembranes* 25, 194-202.
- Yarbaşı, N., 2018. Strength Properties of Low Plasticity Clayey Soils Improved with Marble Dust and Scrap Tire. *Artvin Çoruh University Natural Hazards Application and Research Center Journal of Natural Hazards and Environment* 4(2), 162-170.
- Yarbaşı, N., Alacalı, M., 2018. Atık lastik parçalarıyla güçlendirilmiş iri taneli zeminlerin donma-çözülme sonucu mukavemetlerindeki değişimin incelenmesi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 24(3). 561-565.
- Yong, R.N., Ouhadi, V.R., 2007. Experimental study on instability of bases on natural and lime/cement-stabilized clayey soils. *Applied Clay Science* 35, 238-249.
- Zaimoğlu, A.Ş., Akbulut, R.K., Arasan, S., 2015. Effect of freze- thaw cycles on strength behavior of compacted chicken quill clay composite in undrained loading. *Jornal of Natural Fibers* 13(3), 299-308.

**JANDARMA KARAKOLLARININ KURULUŞ YERLERİNİN SEÇİMİNDE
UYGULANACAK MATEMATİKSEL MODEL; ÇOK KRİTERLİ STRATEJİK
KARAR VERME YÖNTEMİ**

APPLYING MATHEMATICAL MODEL FOR THE SELECTION OF LOCATION OF
GENDARMERIE STATION BY MULTI-CRITERIA STRATEGIC DECISION MAKING
METHOD

Adnan ABDULVAHİTOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Dr. İrfan MACİT

Çukurova Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU

Çukurova Üniversitesi

ÖZET

Küreselleşmenin getirdiği dinamik ortam; ülkelerin iç ve dış güvenlik ayrımının belirsizleşmesi ve güvenlik paradigmalarının değişmesi neticesinde, kamu düzeni ve yasal kurumların da içerisinde olduğu ulusal güvenliğe yönelik tehditler farklılaşmış, terörizm, ayrılıkçı hareketler, etnik ve dini çatışmalar, kitle imha silahlarının yayılması, uluslararası organize suçlar ve siber terörizm gibi asimetric tehditler, yeni parametreler olarak ortaya çıkmış ve güvenlik algılamalarını büyük ölçüde değiştirmiştir.

Değişen bu güvenlik algılamalarının temelinde, iç güvenliğin sağlanması ve korunması bulunmaktadır. Kendisine has kurumsal özellikleri, değerler sistemi ve örnek bir disiplin anlayışı ile Jandarma Genel Komutanlığı, genel bir kolluk kuvveti olarak ülkemizin en uçra köşelerinde Jandarma Karakolları vasıtasıyla sorumluluk sahasında emniyet ve asayişini temin ederek kamu düzenini tesis etmektedir. Sağlanamayan emniyet ve asayişin sonucu siyasi, ekonomik ve sosyal hayattaki bozulmadan kaynaklanacak maliyetler ve geri dönülmez etkiler göz önünde bulundurulduğunda, karakol kuruluş yerinin seçilmesi birçok kritere bağlı stratejik bir karardır. Bu nedenle çok kriterli stratejik bir konu olarak karakol kuruluş yerlerinin seçiminde kullanılan yöntemlerin sezgisel ve duygusal kararlardan uzak bilimsel metotlarla belirlenmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler:ÇKKV, AHP, Karakol, Jandarma

ABSTRACT

The dynamic environment brought by globalization; as a result of the uncertainty of the distinction of internal and external security of countries and the change of security paradigms, threat stonational security, including public order and legal institutions, are differentiated; threats have emerged as new parameters and have greatly altered security perceptions.

Thebasis of these changing security perceptions is the provision and protection of internal security. The General Command of Gendarmerie, with its unique corporate characteristics, values systemand exemplary discipline, establishes public order by providing safety and security in the area of responsibility through the gendarmerie stations in the most remote parts of our country as a general security force. Given the cost and irreversible effects of the deterioration in political, economic and social life as a result of unsecured safety and security, the selection of a gendarmerie station location is a strategic decision based on many criteria. Therefore, as astrategic multi-criteria issue, it is important to determine the methods used in the establishment of the gendarmerie station with scientific methods that are far from intuitive an demotional decisions.

Keywords: MCDM, AHP, Station, Gendarmerie

1.GİRİŞ

Ülkemizin yüzölçüm olarak yaklaşık %92'sinde emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin sağlanmasından sorumlu olan Jandarma Genel Komutanlığı, faaliyetlerini; kurulduğu 1839 yılından itibaren her türlü iç ve dış tehdit ortamında görev yapabilme imkân ve kabiliyetine sahip, askerî statülü bir kolluk kuvveti vasfıyla, planlamış ve icra etmiştir.

15 Temmuz 2016 sonrası gelişen süreçte 668 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile doğrudan İçişleri Bakanlığına bağlanan Jandarma Genel Komutanlığı (KHK, 2016) 2803 sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanununun 3 üncü maddesinden (Kanun, 1983) “*Türkiye Cumhuriyeti Jandarması, emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan ve diğer kanunların verdiği görevleri yerine getiren silahlı genel kolluk kuvvetidir*” şeklinde yapılan değişiklik ile askeri ibaresi çıkarılmıştır.

Aynı kanunda “*Jandarma Genel Komutanlığının kuruluş ve kadrolarıyla kuruluş yerleri, İçişleri Bakanlığınca düzenlenir*” demektedir. Ülkemizde meydana gelen sosyal, siyasi ve ekonomik gelişmeler nedeniyle yeni karakollar açılması veya daha önce kapatılan karakolların bir kısmının yeniden açılması gündeme gelmiştir.

Bu kapsamda yapılan inşaatlar, kurulan tesisler vb. harcamaların ülke ekonomisine getirdiği mali yük, personel maliyeti, etkinlik, verimlilik vb. hususlar göz önüne alındığında sadece bir

kişinin kararı ile değil de birden fazla kişinin karar alma sürecinde yer alacağı ve bilimsel metotlarla yapılan değerlendirmeler sonucu yeniden açılacak karakolların belirlenmesi arz etmektedir.

1.1. Literatür Tarama

Bu çalışma ile ilgili olarak yapılan literatür araştırmada öncelikle yurt içi ve yurt dışında askeri birlikler dahil güvenlik kuvvetlerinin kuruluş yerleri ile alakalı yayınlar araştırılmış, müteakiben Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP) ile ilgili değişik alanda yapılmış yayınlar incelenerek AHP'nin hemen hemen hayatın her alanında kullanıldığı gibi Jandarma Karakollarının kuruluş yerlerinde kullanılabilirliği üzerine çalışılmıştır.

Bir çalışmada askeri birliklerin içerisindeki maliyetleri azaltmak maksadıyla ÇKKV teknikleri kullanılarak askeri tesisin yerleşimi ele alınmış (Akça ve Şahin, 2017). Yine bir ilimizde AHP ile özel hastane kuruluş yeri için belirlenen kriterlerin değerlendirildiği görülmüştür (Aladağ ve Ark., 2017). Abdulvahitoğlu (2018a, 2018b) farklı biyodizelleri yakıt özellikleri bakımından ÇKKV teknikleri ile değerlendirmiş, aynı şekilde farklı nanoparçacık katkılı soğutma sıvıları ile araba radyatöründe değerlendirme yapmıştır. Macit ve Ark. (2018) yaptığı çalışmada Kentsel Arama Kurtarma Birliklerinin yerleşim yeri seçiminde bir matematiksel model oluşturmuştur. Alp ve Gündoğdu (2012) tekstil endüstrisinde bir çalışma yaparak kuruluş yeri seçiminde AHP kullanmıştır. Her yıl yüzlerce insanın hayatını kaybettiği trafik kazalarının değerlendirilmesinde de ÇKKV teknikleri kullanılarak analiz yapılmıştır (Alp ve Engin, 2011). Atalay (2009) yaptığı çalışmada matematik eğitimi yeterli olmayan yöneticiler için personel seçimi hesaplamaların karmaşıklığını belirterek bu işlemi AHP'nin daha kolay hale getirdiğini belirtmiştir.

Bu çalışmaya konu olan kolluk kuvvetlerinden polis ve jandarmanın iç güvenlik hizmetlerinde daha etkin ve verimli olabilmeleri için halka hesap verebilirliği esas alan bir anlayışla yönetilmesi gerekmektedir (Aydın ve Özel, 2016). Bu nedenle karakolların vatandaşların ulaşabileceği veya kolluk kuvvetlerinin vatandaşlara hızlı bir şekilde ulaşabileceği bir yerde kurulması gerekmektedir.

Bu karakollarda görev yapmak üzere İl Valiliklerine atanan jandarma astsubaylarının atanmasında karar vericilere en doğru karar vermede etkili olan kriterler tespit edilerek AHP ile ağırlıklandırılarak, personel özellikleri temelli kriterler belirlemiş (Erciyes ve Gencer, 2005), bizim çalışmamızda ise personelin görev yapacağı yerin kriterleri değerlendirmiştir. Bununla birlikte etkili bir personel yönetimi için karar vericilerin personel seçimi ve ataması

esnasında yönetsel etkilerden uzak tarafsız bir şekilde karar vermesi gerekmektedir (Aytekin ve Kargın, 2005). Tabii sadece personel ataması değil bu personelin kullandığı güvenlik malzemeleri yüksek risk taşıyan tehlikeli malzemeler olduğu için bunları muhafaza edildiği depo kuruluş yerlerinin yeniden değerlendirilmesinde de ÇKKV teknikleri bütünleşik olarak kullanılmıştır (Erden ve Coşkun, 2011). Göztepe ve Ark. (2013), askeri lojistik kavramından bahsederek, askeri ortamda çevresel faktörlerin çok hızlı değiştiği ve şekillendiğinden bahsetmiş, bu nedenle Askeri Karar Verme Sürecinde ÇKKV teknikleri kullanarak karar vermiştir. Erden ve Coşkun (2011)'un jandarma karakollarına benzer bir kamu hizmeti yürüttüğü için AHP kullanarak yaptığı itfaiye istasyonları için yer seçimi de çalışmamız için önem arz etmektedir.

Karavidic ve Projovic (2018) güvenlik operasyonlarının planlanmasında özellikle belirsizlik ortamında bilgilerin net olmadığı durumlarda çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanmıştır. Lenegala ve Stimers (2017) ise Coğrafi Bilgi Sistemleri ile AHP'yi birlikte kullanarak Sri Lanka'da askeri operasyon üslerinin seçimini yapmıştır. Ülkeler için kritik öneme haiz olan nükleer enerji santrallerinin seçimleri de taşıdıkları risk nedeniyle soyut değerlendirmelerden uzak olarak AHP ve diğer ÇKKV teknikleri ile değerlendirmeye çalışılmıştır (Özdemir ve Ark., 2016). İncelediğimiz bu eserlerde de görüldüğü gibi ÇKKV tekniklerinde AHP hayatın hemen hemen her alanında kullanılmaktadır.

Çünkü Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP); karar almada grup veya bireyin özelliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. Aynı zamanda karar problemlerinin çözümünde, daha etkin karar verme imkânı sağlayabilmektedir. Bu nedenle son dönemde bu yöntem oldukça büyük bir ilgi görmüş ve gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde kullanılır hale gelmiştir.

1.2. Jandarma Karakollarının Kurulması

Janadrma birliklerinin kuruluş ve sorumluluk sahasları mülki taksimata göre belirlenmektedir. Mevzuata göre, il ve ilçe belediye sınırları içi polis, dışı ise jandarma sorumluluk alanını oluşturmaktadır. Bu konuda 668 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK, 2016) ile İl Valileri ve İçişleri Bakanlığı yetkili kılınmıştır.

Jandarma karakollarının sorumluluk alanları ve karakolların kuruluş İçişleri Bakanının onayı ile olmaktadır. Mevsimsel veya dönemsel şartlara göre daimi veya geçici asayiş karakolları da kurulabilmektedir. Geçici Asayiş Karakolları ise İl Valisinin onayı ile kurulmaktadır. Bu karakollar, sorumluluk alanlarının merkezi bir yerinde ya da karakol bölgesindeki yurttaşların

kolayca gelip gidebileceği, merkeze yakın bir köy, kasaba ya da ulaşım kolaylığı olan bir yerde kurulmalıdır (Yönetmelik, 1983).

Ülkemizde ve yurt dışında diğer ülkelerin kolluk dökümanlarının incelenmesinde karakol/güvenlik tesisi kuruluş yerlerinin belirlenmesine ilişkin bir metodoloji veya standart belirlenmediği görülmektedir (Güzel ve Ark., 2015). Ancak bu durum ülkemizde yukarıda belirttiğimiz gibi uygulamadaki mevzuat tarafından kısmen düzenlenmiştir. Fakat literatür araştırmada da güvenlik kuvvetleri ile ilgili yayın çok kısıtlı sayıdayken jandarma ile ilgili hemen hemen hiç bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada bu konu ele alınmış, kuruluş yerinin seçiminin yeniden ele alınması ve uzman kişilerce bilimsel metodlar kullanılarak yeniden standardize edilmesi ihtiyacı ortaya konmuştur.

Çünkü ülkemizde teknolojinin gelişmesine paralel olarak suç potansiyelinin ve çeşitliliğinin artmasıyla birlikte kolluk kuvvetlerinden vatandaşın beklentisinde normal olarak artış meydana gelmiştir. Burada da suçun oluşmadan önlenmesi yani caydırılmasını esas alan önleyici kolluk hizmetleri ve bu hizmetleri yerine getiren yaya veya motorlu devriyeler ön plana çıkmaktadır. Bu hizmetler de esas olarak Jandarma Karakolları vasıtasıyla yerine getirilmektedir.

1.3. Karakol Sorumluluk Alanının Belirlenmesi

Her ne kadar ilçe ve il merkezleri polis, bunların dışında kalan alanlar da jandarma sorumluluk alanını oluştursa da bazen ihtiyaca göre kolluk imkan ve kabiliyetleri ile hizmet gerekleri gözönünde bulundurularak bu sınırlar İl Valisinin başkanlığında yapılan protokol ile belirlenip İçişleri bakanlığının onayı alınmaktadır (Yönetmelik, 1961).

Mevzuata göre karakol sorumluluk alanları aşağıda belirtilen etkenler göz önüne alınarak belirlenmektedir (Yönetmelik, 1983).

- i. İlçenin coğrafi durumu, ekonomik şartlar ve kamu hizmetlerinin gerekleri,
- ii. Yerleşim alanlarının durumu,
- iii. Nüfus yoğunluğu,
- iv. Ulaşım durumu,
- v. Bölgenin sosyal ve kültürel gelişimi,
- vi. Emniyet ve asayiş durumu vb. özellikler

Kavram olarak kolluk kuvvetleri insanların birlikte görev yaptığı kuruluşlardır. Başka bir deyişle kolluk kuvvetlerinin asli unsuru insandır. Bu nedenle değişen teknolojiye paralel olarak insan yapısında meydana gelen kültürel, tarihsel ve davranışsal değişiklikler kolluk hizmetlerinin kalitesini de etkilemektedir (Pekdoğan, 2017). Bu nedenle personelin sosyal

ihtiyaçlarının karşılanması önem arz etmektedir. Çünkü jandarma personelinin de bir ailesi bulunmaktadır ve diğer devlet memurları gibi mesaiden sonra görev yerini terk etmek gibi bir durumları olmadığı için aileleri ile birlikte görev yaptıkları yerde ikamet etmektedirler. Bu nedenle kuruluş yeri seçilirken jandarma personelinin ailesinin ihtiyaçları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu husus kanun koyucunun da dikkatini çekmiştir. “*Jandarma karakolları inşası için her sene bütçelerine konulan tahsisatla şehir ve kasabalardan uzak yerlerde yapılacak karakol binalarına o karakollarda aileleriyle birlikte ikamet edecek karakol komutanlarına mahsus muayyen tiplerde ilaveler yaptırılmasına Dahiliye Vekili salahiyetlidir*” diyerek düzenledikleri mevzuat ile tedbir almaya çalışılmışlardır (Kanun, 1940).

Jandarma Genel Komutanlığı ülkemizin en ücra köşelerinde vatandaşlarımıza güvenlik hizmeti verecek derecede yaygın bir yapılanması ve çok fazla personele sahip bir kurumdur. Bu nedenle jandarma tesislerinin temelini teşkil eden karakolların kuruluş yerlerinin yeniden değerlendirmesi veya iyileştirilmesi esnasında yapılacak iyi bir planlama, karakolları daha etkili, güvenli ve verimli hale getirecek, aynı zamanda personel sosyal ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulmasıyla personelin motivasyonunu da olumlu yönde etkileyecektir (Akça ve Şahin, 2017).

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yukarıda verilen bilgiler ışığında yeniden açılacak jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin belirlenmesinde etkili olan ana kriterler tespit edilmiş ve bu kriterler Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP) kullanılarak matematiksel olarak değerlendirmiştir.

2.1. Jandarma Karakollarının Kuruluş Yerlerinin Bilimsel Metodlarla Belirlenmesi

Karar vermeyi belirlenen problem için, çözümleri, amaçları ve araçları seçme işi olarak tanımlayabiliriz. Özellikle verilen belirli bir zaman içinde karar verilmesi hiçte kolay bir görev değildir (Göztepe ve Ark., 2013).

Karakol kurulması, emniyet ve asayişin sağlayarak kamu düzeninin işleyişinin temin edilmesi ve bozulan emniyet ve asayişin neden olacağı siyasi, ekonomik ve sosyal hayattaki karışıklıklardan kaynaklanan maliyetler ve geri dönülmez etkileri birlikte göz önünde bulundurulduğunda, karakol kuruluş yerinin seçilmesi oldukça stratejik ve önemli bir karardır. Bu nedenle kullanılan yöntemler sezgisel ve duygusal kararlardan uzak bilimsel metotlarla belirlenmelidir. Çünkü güvenlik kuvvetlerinin vatandaşın ihtiyaç duyduğu yer ve zamanda en hızlı ve etkili bir şekilde hazır olması gerekmektedir (Erdal,2018). Genellikle bir karar verme probleminin dört aşaması vardır. Bunlar (Göztepe ve Kahraman, 2015);

- i. Problemi tanımlamak ve sorunu ortaya koymak,
- ii. Tercihleri veya tercihlere etki eden kriterleri oluşturmak,
- iii. Alternatifleri seçilen metot ile değerlendirmek ve
- iv. Bu alternatifler arasından en iyisini belirlemektir.

Değişimin çok hızlı olduğu bir ortamda belirsizlik çok yüksektir ve bir çok karışık kriter karar vermeyi etkilemektedir (Göztepe ve Ark., 2013). Bu nedenle güvenlik kuvvetlerinin karar verme sürecinde sırasıyla (Gyarmati, 2015);

- i. Problem tanımlanır,
- ii. Karar vericilerin amacı belirlenir,
- iii. Alternatifler belirlenir,
- iv. Kriterler ve Ağırlıkları belirlenir,
- v. Uygun ÇKKV modeli seçilir,
- vi. Seçilen model uygulanır ve sonuçlar değerlendirilir.

Bu çalışmada yukarıdaki belirlenen sıra dahilinde son yıllarda en çok kullanılan ÇKKV tekniklerinden AHP kullanılacak ve elde edilen verilerin işlenmesi neticesinde ulaşılan sonuca göre bir değerlendirme yapılarak model oluşturulacaktır.

2.2. Analitik Hiyerarşi Metodu

Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP), Myers ve Alpert tarafından ilk defa 1968 yılında ortaya atılmış ve 1977 de ise Saaty tarafından bir model olacak şekilde geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır (Satty, 1980). Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP) farklı amaçlar arasında etkileşimde bulunabilecek karışık ve yapılandırılmamış problemlerin çözümü için geliştirilmiş çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Satty, 2008).

Analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile önce bir amaç belirlenir. Bu amaç, birden fazla alt amacın sağlanmaya çalıştığı genel amaçtır. Kriterler birer alt amaçlardır. Karar verme çalışmaları esnasında bu kriterler göre ikili mukayese yapmada kullanılır (Lenegala ve Stimers, 2017). Her sorun için amaç, kriter ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanan AHP üç temel prensip üzerine kurulmuştur. Bunlar (Saaty, 2005);

- i. Hiyerarşinin oluşturulması ve kriterlerin belirlenmesi,
- ii. İkili karşılaştırmaya dayalı değerlendirme ve
- iii. Önceliklerin (ağırlıklı puanların) hesaplanmasıdır.

Hiyerarşi oluşturulup, kriterler belirlendikten sonra oluşturulan kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1

değerini alır (Alonso ve Lamata, 2006). Faktörlerin karşılaştırmada ölçek olarak Çizelge 1'deki önem dereceleri kullanılır.

Çizelge 1. Önem dereceleri (Saaty, 1980)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır.
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i=j$ olduğunda, ilgili faktör kendisiyle karşılaştırıldığı için 1 değerini alır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise (2.1.) formülü kullanılacaktır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2.1.)$$

Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini gösterir. Bu faktörlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için ise karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır. Bu maksatla n adet ve n bileşenli B sütun vektörü (2.2.) formülünden faydalanılarak oluşturulur.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.2.)$$

n adet B sütun vektörü, bir matriste bir araya getirildiğinde C matrisi oluşturulur. C matrisinden faktörlerin ağırlık değerleri elde edilecektir. Bunun için (2.3.) formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınarak W Öncelik (ağırlık) Vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.3.)$$

W vektörü ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. AHP’de, verilecek kararın doğruluğu tutarlılık ile ölçülür. Bu ölçüm, ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan değerlerin yani önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisidir. Saaty tarafından geliştirilen Tutarlılık indeksi ikili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçen sayısal bir ifadedir.

Saaty ve arkadaşları bir tutarlılık oranını hesaplayabilmek için bir Rastgele İndeks (RI) serisini geliştirmişlerdir. Boyutları 1 ile 10 arasında değişen kare matrisler için kullanacağımız rastgele tutarlılık indeks sayıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Rastgele İndeks Sayıları (Saaty, 2004).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

AHP, Tutarlılık Oranı (CR), faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) katsayısını karşılaştırarak hesaplar. λ ’nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir. (2.4.) formülünde tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması (2.5.) formülü ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.4)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2.5)$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (2.6.) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2.6.)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.7)$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 2’de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek (2.7.) formülü, CR elde edilir. Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması yapılan değerlendirmenin tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0,10’dan büyük olması ise AHP’deki bir hesaplama hatasını ya da ikili karşılaştırmalardaki tutarsızlığı gösterir. Bu durumda ikili karşılaştırma değerleri tekrar gözden geçirilerek hesaplamalar yeniden yapılır ve tutarlı sonuç elde edilinceye kadar devam edilir

3. BULGULAR

Yukarıda belirttiğimiz esaslar dahilinde karakol kuruluş yerlerinin belirlenmesine etki eden kriterler tespit edilecek ve müteakiben bunlar AHP ile değerlendirilecektir.

3.1. Jandarma Karakollarının Kuruluş Yerlerinin Belirlenmesine Etki Eden Kriterlerin Tespit Edilmesi.

Bu kapsamda, Jandarma İç Güvenlik Birliklerinde en az 10 yıl görev yapmış, Karakol Komutanlığı veya İlçe Jandarma Komutanlığı yapmış jandarma personeli ile görüşülmüştür. Yapılan bu görüşmeler neticesinde karakol kuruluş yerinin belirlenip, karakol inşasına karar verilmesinde;

- i. Yapılacak inşaatın maliyeti,
- ii. Personel ve ailelerinin sağlık, eğitim, alışveriş vb. sosyal ihtiyaçları,
- iii. Personelin barınma ihtiyacı, lojman veya kiralık ev durumu,
- iv. Karakol yerleşkesi dışında kalacak personelin güvenlik ihtiyacı,
- v. Kuruluş yerinin sorumluluk sahasındaki yerleşim yerlerine mesafesi, ulaşım kolaylığı

vb. hususlara da dikkat edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Mevcut mevzuatta belirtilen kriterler ile yukarıda belirttiğimiz hususlar birlikte göz önüne alındığında karakol kuruluş yerlerinin seçiminde ana kriterler olarak;

- i. Kamu hizmetlerinin gerekliliği,
- ii. Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları,
- iii. Personelin barınma ve güvenlik ihtiyaçları,
- iv. Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,
- v. Nüfus durumu/yoğunluğu ve
- vi. Maliyetin ve bütçeden ayrılan ödenek durumunun etkili olduğu görülmektedir.

Bu kriterlerin daha iyi anlaşılması ve değerlendirme yapılırken kavram kargaşası yaşanmaması için aşağıda tek tek açıklaması yapılmıştır.

3.1.1. Kamu hizmetlerinin gerekliliği: Asli görevi kamu düzenini sağlamak ve emniyet ile asayışı temin etmek olan jandarmanın bu görevleri yerine getirme zorunluluğunu yani sorumluluk bölgesini kontrol edebilmeyi ifade etmektedir.

3.1.2. Jandarma personeli ve ailesinin sosyal ihtiyaçları: Karakolda görev yapacak personel ve ailesinin alışveriş ihtiyaçlarını, kültürel faaliyetlerinin ve iletişim vb. ihtiyaçlarının karşılanma durumudur.

3.1.3. Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları; Karakolda görev yapacak personelin kalabileceği misafirhane, lojman veya kuruluş yerindeki meskun mahaldeki kiralık ev ve bu evlerin bulunduğu yerlerin güvenlik durumunu göstermektedir.

3.1.4. Sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu: Bir olay meydana geldiği zaman jandarmanın karakoldan çıkarak en kıza zamanda olaya müdahale etmesi için sorumluluk sahasındaki yerleşim yerlerine ve ilçeye olan ulaşımı sağlayan yol durumudur.

3.1.5. Bölgedeki nüfus durumu/yoğunluğu: Karakolun sorumluluk sahasını oluşturacak olan yerleşim yerlerinin büyüklüğü (yüzölçümü), ve buralarda yaşayan nüfusun durumudur.

3.1.6. Maliyet: Bölgenin inşaat imkanları, yapılacak inşaatın maliyeti ve karakol hizmet vermeye başladıktan sonra hizmetlerin yürütülmesi esnasında ortaya çıkacak maliyettir.

3.2. Jandarma Karakollarının Açılmasına Etki Eden Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Metodu ile Ağırlıklandırılması

Bu çalışmada yukarıda tespit ettiğimiz 6 kriter kullanılarak 6*6'lık bir matris oluşturulmuş, ikili karşılaştırmalar yapılmış ve Çizelge 3'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3. Karakol Kuruluş Yerlerini Değerlendirme Matrisi;

	Kamu hizmetlerinin gerekliliği	Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları	Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları	Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,	Nüfus durumu/yoğunluğu	Maliyet
Kamu hizmetlerinin gerekliliği	1,00	5,00	3,50	7,13	7,50	8,75
Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları	0,20	1,00	0,64	2,38	3,63	5,25
Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları	0,29	1,55	1,00	5,50	5,63	7,25
Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,	0,14	0,42	0,18	1,00	3,63	4,75
Nüfus durumu/yoğunluğu	0,13	0,28	0,18	0,28	1,00	3,50
Maliyet	0,11	0,19	0,14	0,21	0,29	1,00

Matrisin AHP kullanılarak yapılan değerlendirmesi neticesinde W ağırlık matrisi

$$W = \begin{pmatrix} 0,4686 \\ 0,1372 \\ 0,2241 \\ 0,0901 \\ 0,0522 \\ 0,0278 \end{pmatrix}$$

Şeklinde oluşmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda;

Temel değer $\lambda_{\max}=6,530037$,

Çizelge 2'den rastgele indeks göstergesi $RI(6)=1,24$,

Formül 2.6'dan tutarlılık indeksi $CI=0,106007$ ve

Formül 2.7'den tutarlılık oranı $CR=0,08549$ şeklinde ortaya çıkmıştır.

Tutarlılık Oranı $CR=0,08549$ ve $CR<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsanlar kararlarını genellikle sezgilerle otomatik olarak çok hızlı, genellikle sezgisel bir şekilde veya mantıksal yani matematiksel bir şekilde olmak üzere iki şekilde verirler. Sezgisel kararların, karar vericiye etki eden bazı eğilimlerden kaynaklandığı görülmektedir. Bu eğilimlerin bir kısmı (Abdulahitoğlu, 2012);

- i. Genele uyma (içinde bulunulan topluluğa ters düşmek istenmez),
- ii. Statüko (Özellikle klasik yöneticiler, yenilikten ve belirsizlikten korkar),
- iii. Özgüven (Karar vericilerin kendine duyduğu güven onları yönlendirir),
- iv. Önyargı (Özellikle yöneticinin kendine güven eksikliği ve bilgisizliği varsa artar)'dır.

İşte bu eğilimlerden dolayı sezgisel analizde çoğu zaman, olaylar veya karar verilecek konular hassas olarak incelenmez ve yöneticilerin verdikleri karar ile bir kenara bırakılmaktadır. Uygulanan metod ne kadar bilimsel olursa olsun, başarıyla uygulanmış olursa olsun mutlaka bazı avantaj ya da dezavantajları olacaktır. Burada önemli olan sağladığı faydanın zarardan daha fazla olmasıdır. Bu çalışmada kullandığımız Analitik Hiyerarşi Metodu hakkında da çeşitli eleştiriler ve sağladığı yararlar incelediğimiz değişik literatürde farklı şekillerde dile getirilmiştir

AHP'de bir hiyerarşi kurularak karar problemlerinin biçimsel olarak ifade edilmesi karmaşık problemlerin bileşenlerine ayrılarak daha basit bir yapıya kavuşturulması karar vericiye çok büyük kolaylık sağlamaktadır. En önemli özelliği ise uygulanmasının basit ve kolay olmasının yanı sıra, gereksiz matematiksel işlemler içermemesidir. Bu nedenle çok fazla matematik eğitimi almamış karar vericilerin bile etkin kararlar almasına katkı sağlamaktadır.

Aynı şekilde anket uygulanan uzman kişilerin yaptığı ikili karşılaştırmaların tutarlılığı test edilebilmektedir. Bu sayede, tutarsızlık durumunda verilen hükümlerin tekrar gözden geçirilerek yeniden değerlendirilmesi ve bu çalışmaların grup halinde yapılabilmesi imkanı bulunmaktadır. Tutarsızlığı engellemek için metodu uygulayan uzmanların, karar vericilere ve grup çalışmasındaki diğer uzmanlara konuyu tekrar tekrar anlatması gerekmektedir.

Hiyerarşideki kriter sayısı ya da alternatif sayısının artması yapılacak matematiksel işlemleri de artıracak ve zorlaştıracaktır. Bu, uygulayıcıları en çok zorlayan husus olmasına rağmen günümüzde bilgisayar programları ile kolayca çözülebilmektedir.

Her ne kadar yukarıda belirtilen hukuki ve beşeri ihtiyaçlara göre karakol yerleri seçiliyor olsa da; bu karakollarda görev yapan personelin bir çok sosyal imkanlardan mahrum olarak görev yaptıkları göz önünde bulundurulduğunda, personelin moral ve motivasyonunu artırmada karakolun bulunduğu yerin yani karakolda görev yapan personelin yaşayacağı, beşeri ihtiyaçlarını karşılayacağı yerin etkisi olacağı değerlendirilmiştir. Bu nedenle jandarma personeli kaynaklı bir çalışma yapılması zorunlu olmuştur.

Hassasiyetle yaptığımız bu çalışmada en çok ikili karşılaştırmalar esnasında hedef kitlenin metodu tam olarak anlayamamasından kaynaklı sorun yaşanmış, hedef kitleye tek tek tekrar tekrar kriterler ve nasıl değerlendirileceği anlatılmaya çalışılmıştır. Değerlendirmede gerekli hassasiyetin gösterilmemesi durumunda verilen kararların ve yapılan değerlendirmelerin tutarsızlık oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle zaman zaman karar matrisi yeniden oluşturulup karşılaştırmalar yeniden yapılmak zorunda kalınmıştır.

Yapılan bu çalışma neticesinde karakol kuruluş yerinin belirlenip, karakol inşasına karar verilmesinde etkili olan kriterlerin alınacak karara sırasıyla;

- i. Kamu hizmetlerinin gerekliliği; 0,47,
- ii. Personelin barınma ve güvenlik ihtiyaçları; 0,22
- iii. Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları; 0,14
- iv. Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu; 0,09
- v. Nüfus durumu/yoğunluğu; 0,05
- vi. Maliyet; 0,03 oranında etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlardan jandarma personelinin önce görev bilinciyle hareket ederek ailesi ve kendisinin ihtiyaçlarını ikinci plana attığı görülmektedir. Devletimiz emniyet ve asayişin sağlanması için hiçbir harcamadan kaçınmadığı için en az maliyete önem verilmiştir. Personelin görevini etkin olarak yapabilmesi olay yerine ve vatandaşa en hızlı ve kolay şekilde ulaşması için hayati öneme sahip ulaşım durumu ile hizmet götürülecek vatandaş sayısının ise önem sıralamasında sonlarda olması jandarma personelinin “her türlü şartta görev yaparım” düşüncesiyle görevini ifa ettiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle iyi bir karakol kuruluş yerinin yukarıda belirtilen kriterlerin önem sıralamasına göre yerine getirmesini sağlayacak şekilde seçilmesi, karakolların etkinliğinin en fazla olacağı yerde kurulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- ABDULVAHİTOĞLU A., 2012. Yeni Ürün Tasarımında TRİZ ve AHP ile En Uygun Kararın Verilmesi, Çu.Üni.Müh.Fak. Endüstri Mühendisliği ABD Y.Lisans Tezi, 225 sayfa.
- ABDULVAHİTOĞLU, A. 2018. Using Analytic Hierarchy Process For Evaluating Different Types of Nanofluids For Engine Cooling Systems, Thermal Science DOI.org/10.2298/TSCI180518241A.
- ABDULVAHİTOĞLU, A. 2018. Using Analytic Hierarchy Process For Evaluating Different Biodiesels As An Alternative Fuel, Çu.Üni.Müh. ve Mim.Fak. Dergisi, 33(3):177-186.
- AĞDAŞ, M., 2014. ÇKKV ile Lojistik Tesis Yeri Seçimi:Kamu Sektöründe Bir Uygulama, KHO Sos.Bil.Ens., Y.Lisans Tezi, 193 sayfa.
- AKÇA, M. ve ŞAHİN, R., 2017. Çok Amaçlı Karma Tam Sayılı Tesis Yerleşim Problemi Modeli ve Askeri Tesiste Uygulama, Pamukkale Üni. Müh.Bil. Dergisi, 24(1):117-123.
- ALADAĞ, Z., AVCI, S., ÇELİK, B. ve ALKAN, A., 2017. Özel Hastane Seçim Kriterlerinin AHP ile Değerlendirilmesi ve Kocaeli İli Uygulaması. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 179-188. Bakü/Azerbaycan.
- ALONSO, J.A. ve LAMATA, M.T., 2006. Consistency in the AHP: A New Approach, Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14(4):445-459.
- ATALAY, M., 2009. ÇKKV Teknikleri Kullanarak Hv.K.K.lığı Personel Seçim Sisteminin En İyilenmesi, Marmara Üni.Sos.Bil.Ens. Ekonometri ABD, Doktora Tezi, 163 sayfa.
- AYDIN, A.H. ve ÖZEL, M., 2016. Türkiye’de İç Güvenlik Aktörlerinin İç Güvenlik Yönetiminde Halka Hesap Verebilirlik Sorununa İlişkin Algıları ve Çözüm Önerileri, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 18(31):46-59.
- AYTEKİN, A. ve KAYGIN, B., 2005. Bilgisayar Destekli İşletme Kuruluş Yeri Seçimi, Gazi Üni. Orman Fak.Dergisi, 5(2):213-226.
- DEMİRDÖĞEN, O., ERDAL H., ve ACAR E., 2015. An Integrated Model Proposal for Increasing the Effectiveness of Security Service Production: A Multi-Criteria Maximal Covering Model, International Journal of Recent Scientific Research, 6(6):4881-4890.
- ERDAL, H., 2018. Risk Tabanlı Tesis Yeri Seçimi Problemi: Güvenlik Sektörü İçin Bir Uygulama, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 14(2):461-477.
- ERCİYES, E. ve GENCER, C., 2005. İl Jandarma Komutanlıklarında Jandarma Astsubayların Atanması için Karar Destek Sistemi, KHO Savunma Bilimleri Dergisi, 4(2):139-159.

- ERDEN, T. ve COŞKUN, M.Z., 2011. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Yardımıyla İtfaiye İstasyonu Yer Seçimi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita ve Teknik kurultayı, Ankara.
- GÖZTEPE, K., DİZDAROĞLU, V. ve SAĞIROĞLU, Ş., 2016. New Directions in Military and Security Studies: Artificial Intelligence and Military Decision Making Process, International Journal of Information Security Science, 4(2):69-82.
- GÖZTEPE, K. ve KAHRAMAN, C., 2015. A New Approach to Military Decision Making Process: Suggestions from MCDM Point of View, DOI:10.13140/2.1.4139.3449.
- GÖZTEPE, K., ATAĞ, E., ERDOĞAN, H.İ., KILINÇ, E. ve ŞENSOY, S.E., 2013. A Multicriteria Decision Making Model for Military Logistics Using Analytic Network Process, 13. Üretim Araştırma Sempozyumu 25-27 Eylül 2013, Sayfa:405-412.
- GÜZEL, D., ERDAL, H. ve ACAR, E., 2015. Kolluk Kuvvetlerinin Hizmet Üretim Etkinliğinin Artırılmasına Yönelik Bir Model Önerisi: Bütünleşik Araç Atama Modeli, The Journal of Academic Social Science Studies, 40:463-483.
- GYARMATI, J., 2015. Military Application of Multi-Criteria Decision Making, AARMS, 14(4):291-297.
- ISHIZAKA, A. ve LABIB, A., 2011. Review of the Main Developments in the Analytic Hierarchy Process, Journal of Expert Systems with Applications, 38:14336–14345.
- KANUN, 1983. 2803 Sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu.
- KANUN, 1940. 3941 sayılı Şehir ve Kasabalardan Uzak Yerlerde İnşa Edilen Jandarma Karakol Binalarına Karakol Komutanı ile Ailesinin İkameti İçin İlave Yapılması Hakkında Kanun.
- KHK., 2016. 668 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname.
- KARAVİDİC, Z. ve PROJOVIĆ, D., 2018. A Multi-Criteria Decision-Making Model In The Security Forces Operations Based on Rough Sets. Decision Making, Applications in Mangement and Engineering, 1(1):97-120.
- MACİT, İ., OĞULATA, S.N. ve ALPARSLAN, Z.N., 2018. Kentsel Arama Kurtarma Birliklerinin Yerleşim Yeri Problemi Çözümünde Matematiksel Programlama ve Simülasyon Yaklaşımları: İstanbul Örneği, Çu.Üni.Mim.Müh.Fak.Der., 33(1):55-66.
- LENEGALA, S. ve STIMERS, M., 2017. The AHP in GIS-Driven Military Operation Base Selection: A Case Study in Sri Lanka, Journal of Defense Management, 7(1):1-11.
- ÖZDEMİR, Y., TÜYSÜZ, S. ve BAŞLIGİL, H., 2016. Nükleer Enerji Santralleri için AHP ve ANP Yöntemi Kullanılarak Risklerin Ağırlıklandırılması, Yıldız Teknik Üni. Sigma J.Eng.and Nat.Sci., 7(2):207-217.

- PEKDOĞAN, H., 2017. Yeni Kamu Yönetimi Çerçevesinde İç Güvenlik Hizmetlerinin Modernizasyonu: Jandarma Teşkilatında Görevlendirilen Yenilikçilik Düzeyleri Üzerine Bir Uygulama, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10(48):647-652.
- SAATY, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, US
- SAATY, T.L., 2004. Decision Making-the AHP and ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(1):1-35.
- SATY, T.L., 2005. Making and Validating Complex Decision with the AHP/ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 14(1):1-36.
- SATY, T.L., 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, Int.Journal of Services Sciences, 1(1):83-98.
- YILMAZ, N., GENCER, C.T., 2018. Where To Locate Tethered Aerostats for an Effective Surveillance System: A Case Study on Shouthern Turkey, Gazi Üni Journal Of Science, 31(1):189-200.
- YÖNETMELİK 1961. Emniyet ve Asayiş İşlerinde İl, İlçe ve Bucaklardaki Jandarma ve Emniyet Ödevlerinin Yapılması ve Yetkilerinin Kullanılması Suretini ve Aralarındaki Münasebetleri Gösterir Yönetmelik.
- YÖNETMELİK 1983. Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Yönetmeliği.
- YÜKSEL, İ. ve AKIN, A., 2006. AHP Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme, Doğu Üniversitesi Dergisi, 7(2):254-268.

MÜHENDİSLİK ALANLARINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİNİN KULLANIMI: MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ Y.LİSANS
ÖĞRENCİSİ SEÇİMİNDE BİR UYGULAMA
USE OF MULTI-CRITERIA DECISION- MAKING TECHNIQUES IN ENGINEERING
AREAS: AN APPLICATION IN MECHANICAL ENGINEERING GRADUATE
STUDENT SELECTION

Adnan ABDULVAHİTOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Dr.Öğr. Üyesi Aşlı ABDULVAHİTOĞLU

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

ÖZET

Mühendis, teknik, sosyal ve ticari sorunlar başta olmak üzere hayatın her alanında karşımıza çıkan sorunlara çözüm geliştirmek için yetenek ve bilimsel bilgiyi kullanan, birikmiş tecrübelerden faydalanan ve kendi bilimsel alanında uzman ve problem çözücü zekaya sahip bir insandır.

Mühendislik ise yapılan bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen verileri teknolojik olgulara dönüştürerek teknolojiyi toplum ihtiyaçlarını karşılamak için kullanmak ve bu doğrultuda sistemli çalışmalar yapmaktır. Bu esaslar dahilinde çalışan makine, inşaat, endüstri, çevre ve diğer mühendisler ile ilim insanları çalışmaları esnasında bir çok konuda çok fazla veri ile karşı karşıya kalmakta, çalışmalar sonucu çok fazla sonuç elde etmekte ve bunları kullanmak durumunda kalmaktadırlar. Ancak hızla küreselleşen dünyamızda karşı karşıya kaldığımız sorunların çokluğu ve bir o kadar da bunlara etki eden kriterlerin çokluğu karar vericileri ve bilim insanlarını çalışmaları esnasında karar verme noktasında zorlamaktadır.

Bu nedenle özellikle endüstri mühendisliğince kullanılmakta olan ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) teknikleri zamanla yaygınlaşarak hemen hemen tüm mühendislik dallarında yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Literatürde endüstri mühendisliği dışındaki mühendislik dallarında da ÇKKV tekniklerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada bir üniversitede makine mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans öğrencilerinin seçiminde etkili olan faktörler ÇKKV teknikleri ile değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, AHP, TOPSIS

ABSTRACT

Engineers deal with technical, social and commercial problems, especially in all areas of the daily life and solve problems encountered by using talent and scientific knowledge, benefit from the accumulated experience, who are experts in their own scientific field and also have problem-solving intelligence.

Engineering is to use the technology to meet the needs of the society by converting the obtained data as a result of scientific studies into technological phenomena and to make systematic studies in this direction. Machinery, construction, industry, environment and other engineers and scientists who work within these principles are confronted with a lot of data on many subjects during their work, and they have to use a lot of results. However, the multiplicity of the problems that we face in our rapidly globalizing world and the abundance of the criteria that affect them, force decision-makers and scientists to make decisions during their studies.

For this reason, MCDM (Multi-Criteria Decision Making) techniques, which are used in industrial engineering, have become widespread in almost all engineering branches. It is seen in the literature that MCDM techniques are frequently used in engineering branches other than industrial engineering.

In this study, the factors influencing the selection of graduate students in mechanical engineering department in a university were evaluated with MCDM techniques.

Keywords: MCDM, AHP, TOPSIS

1.GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte mühendislik alanlarında da meydana gelen değişimin hızı artmıştır ve sürekli yeni gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle gelecek hakkındaki belirsizlik artmakta ve karar verme karmaşık bir işlem haline gelmektedir. Bilgi ve teknolojiye bu hızlı değişim sonucu yeni problemler ortaya çıkmakta, bu da karar vermeyi önemli derecede zorlaştırmaktadır. Bu süreçte karar vericiler ortama ayak uydurarak optimum seçeneği bulmakta oldukça zorlanmaktadır. Çünkü karar vericiler alternatifler arasında en uygun seçimi yaparken bir çok kriter ile karşı karşıya kalmakta ve bu kriterlerin birbiri ile çelişmesi durumunda çelişkiyi minimuma indirip en etkin kararı vermeye çalışmaktadırlar.

Başka bir deyişle, karar vericinin değişik seçeneklerle karşı karşıya kaldığı durumlarda yapılan karar verme işlemi, bu seçenekler arasından karar vericinin kendi amacına uygun, kendisine belirlenmiş ölçütlere en uygun olanı bulabilmesidir (Ersöz ve Kabak, 2010).

Endüstri mühendisliğinde bu konuda birçok yaklaşım ortaya konmuş olup, bu sayede mevcut kaynaklar, hareket sahaları ve etkileşim içinde oldukları diğer disiplinlerin verilen kararı ne

şekilde etkileyeceği hesaba katılabilmektedir. Bu kararlar her zaman işletmeler için en iyi sonucu vermeyebilir. Kararların etkinliği karar vericilerinin istedikleri sonuçların sağlanması ile ilgilidir. Arzu edilen sonuçların yerine gelmesi ile karar vericinin başarısı da ortaya konmuş olmaktadır. Bu nedenle işletmelerde inşaat, çevre, kimya gibi diğer mühendislerinde kendi alanlarında verdikleri isabetli kararlarla başarılı olmaları, toplamda işletmenin de başarısını olumlu yönde etkilemektedir.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), diye tanımladığımız bu süreç, karar vericinin bir çok seçenekten oluşan bir küme içerisinde en az iki kriteri kullanarak yaptığı seçim işlemidir. Aslında bu kriterlerin bir analitik yöntem ile karşılaştırılmasıdır. Bu konuda birçok yöntem geliştirilmiş olup, herbirinin kendine has özelliği olduğu gibi birbirlerine karşı bazı üstünlükleri ve mahzurları da bulunmaktadır. Burada çözüm esnasında karşılaşılabileceğimiz en büyük problem hangi ÇKKV yönteminin kullanılacağına karar vermek olacaktır. Bu süreçte karar verici problemin yapısına ve sürecin özelliklerine bakarak karar verilecektir. Her problem için çok fazla kriter olmasına rağmen, karar verici farklı fakat uygun kriterlerin en önemlilerini değerlendirmeye alacaktır.

Kısaca ÇKKV yöntemleri optimum kararı vererek en uygun alternatifin seçilmesini sağlamak maksadıyla alternatifleri, belirlenen kriterlere göre en iyiden en kötüye doğru sıralama işlemidir. Bir sıralama yapma durumunda kalabileceğimiz hayatın hemen hemen tüm alanlarında ÇKKV yöntemlerini kullanabiliriz. Bunlardan bir kısmı (Özden, 2019);

- i. Ekonomi,
- ii. Yönetim,
- iii. Sermaye yatırımı,
- iv. Üretim,
- v. Pazarlama,
- vi. Planlama,
- vii. Risk analizi,
- viii. Tesis yeri seçimi,
- ix. Kaynak tahsisi,
- x. Ulaştırma,
- xi. Eğitim,
- xii. Sağlık ve
- xiii. Personel seçimidir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, karar verme problemlerinde büyük ölçüde yaygın olarak AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci)'nin kullanıldığı görülmektedir (Dağdeviren ve Ark., 2004).

1.1. Literatür Tarama

Bu çalışma ile ilgili olarak yapılan literatür araştırmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerin değişik alanlarda kullanım şekilleri incelenmiş, bunlardan birisi olan personel seçiminde de başarıyla uygulandığı görülmüştür. Çünkü, ÇKKV teknikleri karar vericinin belirsizlik, karmaşıklık ve birbirleriyle çelişen amaçların olduğu durumlarda veya problemlerde, uygun seçenekler oluşturarak daha iyi ve daha etkili karar vermesine yardımcı olmaktadır (Özdemir ve Ark., 2017). Kocaeli ilinde bir özel hastane için kuruluş yeri seçimi Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP) ile yapılmıştır (Aladağ ve Ark., 2017). Abdulvahitoğlu (2012) yeni ürün tasarımında AHP'yi kullanmıştır. Personel seçme sürecinde de AHP kullanımının faydalı olduğunu tespit edilmiştir. (Ünal, 2011). Seçilen bu personelin yapacağı değişik işlerin faktörleri belirlenerek iş değerlendirme süreci AHP ile değerlendirilmiştir (Dağdeviren ve Ark., 2004). İl Valiliklerine atanan jandarma personelinin atanmasında karar vericilere en doğru karar vermede etkili olan kriterler tespit edilerek AHP ile ağırlıklandırılmıştır (Erciyes ve Gencer, 2005). Atalay (2009) yaptığı çalışmada matematik eğitimi yeterli olmayan yöneticiler için personel seçimi hesaplamalarının karmaşıklaştığını belirterek bu işlemi AHP'nin daha kolay hale getirdiğini belirtmiştir Farklı bir alanda makine mühendisliğinde motor soğutma sıvısı olarak nanoakışkanlar kullanılmış, bu akışkanlar özellikleri açısından AHP ile değerlendirilmiştir (Abdulvahitoğlu, 2018).

İncelediğimiz bu eserlerde de görüldüğü gibi ÇKKV tekniklerinden AHP hayatın hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Çünkü AHP, karar almada grup veya bireyin özelliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. Aynı zamanda karar problemlerinin çözümünde, daha etkin karar verme imkânı sağlayabilmektedir. Bu nedenle son dönemde bu yöntem oldukça büyük bir ilgi görmüş ve gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde kullanılır hale gelmiştir.

1.2. Yüksek Lisans Öğrencilerinin Seçilmesi

Mevzuata göre uygulamaya konu olan üniversitede de diğer üniversitelerin birçoğunda olduğu gibi Yüksek lisans öğrencilerinin seçimi dört ana kriter değerlendirilerek yapılmaktadır. Bu kriterler ve ağırlıkları;

- i. ALES puanı, %50,
- ii. Mülakat Sınavı Notu, %25,
- iii. Lisans Bitirme Notu, %15 ve
- iv. Yabancı Dil Puanı. %10 olarak hesaplanmaktadır.

Ancak Y.lisans için başvuran öğrenciler genel olarak incelendiğinde bazı sebeplerden dolayı Y.lisans yapmak istedikleri görülmektedir. Bunlardan birisi, lisans eğitimini bitirir bitirmez iş bulamayan öğrencilerin iş bulana kadar boşta kalmamak en azından eğitimle uğraşarak bilgilerinin bir kısmını taze tutmaktır. Bazı öğrencilerin bu şekilde düşünerek Y.lisansa başlarken, iş bulur bulmaz eğitimi bıraktıkları görülmektedir. Bu da daha önce onunla birlikte başvuran ama eğitime kabul edilmeyen öğrencilerin hakların engellenmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden iş tecrübesi de önem kazanmaktadır.

Çünkü çalışan bir personel, kendi bilgi seviyesini artırmak için yani kendisini yetiştirmek için yapacağı eğitimi kolay kolay yarıda bırakmaz ve kendini gerçekleştirmek için bu eğitimi almaktadır. Bir diğer sebep ise özellikle erkek öğrencilerin askerlik görevini yapmamak veya ertelemek için bu yolu seçmeleridir. Ancak ülkemizde son zamanlarda askerlik sistemindeki profesyonelleşme ve bedelli askerlik hizmeti ile birlikte bu eğilimde kısmen de olsa azalma olduğu ortadadır.

Bununla birlikte özellikle kamu kurum ve kuruluşlarında çalışanların ise mesleki gelişimleri ve belirli mevkilere gelmelerinde olacak katkılardan dolayı Y.lisans yapmalarının yanında, iş başvurusu yaparken etiket sahibi olarak başvurmak isteyenler de Y.lisans eğitimini tercih etmektedir.

İlerleyen aşamada Doktora da devam edecek olan Y.lisans öğrencilerinin büyük çoğunluğu akademik personel olmak amacıyla başvurduklarını söylemektedirler. Ancak daha Y.lisans başvurusunu yeni yapmış bir personelin eğitim sonunda Doktora eğitimine devam edip etmeyeceğini önceden kestirmek imkanı bulunmamaktadır. Bu durumda akademisyenlerin bu başvuru sahiplerine vereceği referans mektubunun önemi ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu bir ekip çalışmasıdır ve akademisyenlerin kendi ekiplerini kurarak yeni akademisyen yetiştirdikleri malumlarıdır. Bütün üniversitelerde oluşum bu şekilde olmaktadır. Bu yüzden gelişmiş üniversitelerde akademisyen kadroları genellikle dolu olduğu için yeni kadrolar genellikle yeni açılan üniversitelere ve kısmen de olsa eski köklü üniversitelerde boşalan kadrolara olmaktadır.

ALES sınavı ise ÖSYM tarafından yapılmaktadır. Genel olarak biraz genel yetenek ve kültür bilgisine sahip olan insanların rahatlıkla sonuç alabileceği bir sınavdır. Hemen hemen her yüksek eğitim kurumu tarafından uygulanmaktadır. Yılda iki defa sınava girme hakkı olduğu için öğrencileri de zorlamamaktadır.

Mülakat sınavı yüksek eğitim kurumundan kurumuna değişmektedir. Bazılarında gayet ciddi yazılı sınav gibi sınav yapılırken bazısında sadece mülakat yapılmakta öğrenciye bir takım temel akademik sorular sorulurken öğrencinin yüksek eğitimle ilgili niyet ve maksadı

öğrenilmeye çalışılmaktadır. Öğrencinin bazı temel bilgileri yeterliyse ve akademik eğitim konusunda ciddiye ve referansıda kuvvetli bir şekilde destekliyorsa öğrencinin aldığı mülakat puanı artmaktadır.

Burada en çok tartışılan yabancı dil puanıdır. Çünkü yabancı dil bir kabiliyettir ve akademik olarak çok başarılı bir öğrencinin yabancı dil notu düşük olabilmektedir. Bu yüzden yabancı dil notunun ağırlığı en çok tartışılmıştır. Bununla birlikte Y.lisans eğitimi alan bir öğrencinin uluslar arası kaynaklardan araştırma yapabilmesi için iyi seviyede yabancı dil bilmesi gerekmektedir. Bazı yüksek eğitim kurumları yabancı dil notunun olması gereken asgari puanı yüksek olarak belirlemektedir, bu puanı belirli seviyenin altında olan çok bilgili, becerikli ve kaliteli öğrenciler başvuru dahi yapamaktadır. Bu nedenle bazı üniversiteler kendi yabancı dil sınavını yaparak veya ÖSYM YÖKDİL sınavı yaparak kolaylık sağlamaya çalışmıştır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yukarıda verilen bilgiler ışığında Bir Yüksek Öğretim kurumunda Makine Mühendisliği Bölümüne 2019-2020 eğitim yılında yüksek lisans eğitimine kabul edilecek öğrencilerin belirlenmesinde etkili olan ana kriterler tespit edilmiş ve bu kriterler Analitik Hiyerarşi Metodu (AHP) kullanılarak matematiksel olarak değerlendirmiştir. Elde edilen sonuca göre AHP ile yapılan değerlendirme ve mevcut mevzuata göre yapılan değerlendirme karşılaştırılarak önerilerde bulunulmuştur.

2.1. Mühendislik Alanlarında Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanılması

Karar vermeyi belirlenen problem için, çözümleri, amaçları ve araçları seçme işi olarak tanımlayabiliriz. Genellikle bir karar verme probleminin dört aşaması vardır. Bunlar (Göztepe ve Kahraman, 2015);

- i. Problemi tanımlamak,
- ii. Tercihleri oluşturmak,
- iii. Alternatifleri değerlendirmek ve
- iv. En iyi alternatifi belirlemektir.

Değişimin çok hızlı olduğu bir ortamda belirsizlik çok yüksektir ve bir çok karışık kriter karar vermeyi etkilemektedir (Göztepe ve Ark., 2013). Yukarıda belirttiğimiz gibi ÇKKV, çok sayıda kritere göre alternatiflerin fayda ve mahzurlarını değerlendirerek sonuca ulaşmamızı sağlayan analitik yöntemlerin topluluğudur. ÇKKV yöntemleri, karar vericilerin alternatifler arasından bir ya da daha fazla alternatifi seçme yada bu alternatifleri ağırlıklandırarak sıralamada kullanılmaktadır. Diğer bir ifade ile, ÇKKV yöntemlerinde farklı özelliğe sahip olan alternatifler, birçok kritere göre analitik olarak değerlendirilerek sıralanır.

2001 ile 2014 yılları arasında yayınlanan uluslararası 393 yayında aşağıda belirtilen ÇKKV tekniklerinden sırasıyla, AHP, TOPSIS ve DEMATEL'in tek başına en fazla kullanılan yöntem olduğu ve tek başlarında toplamda yapılan uygulamaların %55'ini oluşturdukları görülmektedir. Burada ÇKKV tekniklerinin tümleşik olarak kullanımında özellikle AHP ile TOPSIS'in birleşik olarak kullanımında büyük artış görülmektedir. Yapılan çalışma sonucu incelenen eser ve kullanılan ÇKKV tekniği durumu oransal olarak Çizelge 1'de gösterilmiştir (Özden, 2019).

Çizelge 1. ÇKKV Yöntemleri Uygulama Oranları

Yöntem	Miktar	Oran
AHP	128	%33
TOPSIS	45	%11
DEMATEL	45	%11
ELECTRE	34	%9
PROMETHEE	26	%7
ANP	29	%7
VIKOR	14	%4
Diğer Yöntemler	46	%12
Hybrid ÇKKV	64	%16
TOPLAM	393	%100

Bu çalışmada yukarıdaki belirlenen sıra dahilinde son yıllarda en çok kullanılan ÇKKV tekniklerinden AHP kullanılacak ve elde edilen verilerin işlenmesi neticesinde ulaşılan sonuca göre bir değerlendirme yapılacaktır.

2.2. Analitik Hiyerarşi Metodu

AHP, Myers ve Alpert tarafından ilk defa 1968 yılında ortaya atılmış ve 1977 de Saaty tarafından karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilecek bir model haline getirilmiştir. AHP farklı amaçlar için karışık ve yapılandırılmamış problemlerin çözümü için geliştirilmiş güçlü çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Satty, 2008).

AHP yöntemi ile karar vermede genel bir amaç belirlenir. Müteakiben birer alt amaç olan kriterler belirlenir. Bu kriterlere göre ikili mukayese yapılarak karar verilir (Lenegala ve Stimers, 2017). AHP üç temel prensip üzerine kurulmuştur. Bunlar (Saaty, 2005);

- i. Hiyerarşinin oluşturulması ve kriterlerin belirlenmesi,
- ii. İkili karşılaştırmalı değerlendirme ve
- iii. Önceliklerin (ağırlıklı puanların) hesaplanmasıdır.

Bunu açacak olursak AHP karar verme sürecinde yedi adımda uygulanır. Bu adımlar (Lenegala ve Stimers, 2017);

- i. Her karar alternatifi için karşılaştırma matrisini oluştur,
- ii. Sentezleme yap
- iii. Her kriter için ikili karşılaştırma yap,
- iv. Oluşan matrisi normalize et,
- v. Öncelik vektörünü hesapla,
- vi. Her bir alternatif için bu öncelikleri ayrı ayrı oluştur,
- vii. Elde edilen değerlere göre alternatifleri sırala,

Hiyerarşi oluşturulup, kriterler belirlendikten sonra oluşturulan kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır (Alonso ve Lamata, 2006). Faktörlerin birebir karşılıklı olarak karşılaştırılmasında Çizelge 2'deki önem dereceleri kullanılır.

Çizelge 2. Önem dereceleri (Saaty, 1980)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır.
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i=j$ olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise doğal olarak (2.1.) formülünü kullanmak yeterli olacaktır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2.1.)$$

Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun

vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. B sütun vektörlerinin hesaplanmasında (2.2.) formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.2.)$$

n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise C matrisi oluşturulacaktır. C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilecektir. Bunun için (2.3.) formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.3.)$$

W vektörü ile kriterlerin yüzde önem değerleri hesaplanır. AHP’de, verilecek kararın doğruluğu açısından önemli bir konu olan tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan değerlerin yani önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisi olup, ikili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty tarafından geliştirilmiştir.

Tutarlılık indeksi eşitliğiyle hesaplanır. Saaty ve arkadaşları bir tutarlılık oranı hesaplayabilmek için bir Rastgele indeks (RI) serisi oluşturmuşlardır. Boyutları 1 ile 10 arasında değişen bir kare matris için rastgele tutarlılık indeks sayıları Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3. Rastgele İndeks Sayıları (Saaty, 2004).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarlılık oranı, eldeki tutarlılık indeksinin aynı boyuttaki matrise karşılık gelen rastgele indekse oranlanmasıyla elde edilir Tutarlılık oranının 0,10 den küçük olması matrisin tutarlı yani karar vericilerin yargılarının tutarlı olduğunu gösterir. AHP, Tutarlılık Oranı (CR) hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır.

λ ’nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir. (2.4.) formülünde tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme

faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması (2.5.) formülü ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.4)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2.5)$$

λ Hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (2.6.) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.7)$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 2’de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek (2.7.) formülü, CR elde edilir. Çizelge 2’den faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10’ dan büyük olması ya AHP’deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin veya karar vericilerden bir kısmının karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir. Bu durumda ikili karşılaştırmalar yeniden yapılarak tutarlı bir sonuç elde edilinceye kadar devam edilir

3. BULGULAR

Yukarıda belirttiğimiz esaslar dahilinde yüksek lisans öğrencilerinin seçimine etki eden kriterler tespit edilecek ve müteakiben bunlar AHP ile değerlendirilecektir.

3.1. Yüksek Lisans Öğrencilerinin Seçimine Etki Eden Kriterlerin Tespit Edilmesi.

Bu kapsamda, Y.lisans öğrencilerinin mülakat sınavına girmiş, mülakat komisyonunda yer almış akademisyenlerle yapılan görüşme sonucu öğrencilerin seçiminde kullanılacak kriterlerin yeniden belirlenmesi ve bu kriterlerin yeniden ağırlıklandırılarak öğrenci seçiminde kullanılması durumunda daha verimli olunacağı, daha istekli ve başarılı öğrencilerin Y.lisans eğitimini almasının sağlanacağı öngörülmüştür. Bu kriterler;

- i. ALES Sınav Notu,
- ii. Lisans Bitirme Notu,
- iii. Yazılı Sınav Notu,
- iv. Mülakat Sınavı Notu,
- v. Yabancı Dil Notu,
- vi. İş Tecrübesi ve
- vii. Referans’tır.

Burada lisans eğitimini bitirir bitirmez Y.lisans için başvuran öğrenci adaylarının iş tecrübesi olması imkanı bulunmamaktadır. Burada özellikle lisans eğitimi esnasında ders aldığı

akademisyenlerden alacağı referans mektubunun bu açığı kapatacağı değerlendirilmektedir. Bu şekilde lisans eğitimi esansında akademik programı takip ederek başarılı bir grafik çizen öğrenciler ön plana çıkmış olacaktır.

3.2. Yüksek Lisans Öğrencilerinin Seçimine Etki Eden Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Metodu ile Ağırlıklandırılması

Bu çalışmada yukarıda tespit ettiğimiz 7 kriter kullanılarak 7*7'lik bir matris oluşturularak ikili karşılaştırmalar yapılmış, bu ikili karşılaştırma yaparken ara değerlerden de faydalanılmış, grup çalışması şeklinde yapılan karşılaştırma işlemi esnasında karşılaştırma yapan akademisyenlerin belirlediği değerlerin aritmetik ortalaması yapılmıştır. Uygulayıcı tarafından grup çalışmasındaki akademisyenlere konu ayrıntılı bir şekilde anlatıldığı için akademisyenlerin birbirine yakın değerlendirme yaptığı görülmüş. Sonuç olarak, Çizelge 4'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Yüksek Lisans Öğrenci Adaylarının Değerlendirilmesi Matrisi;

	ALES Sınav Notu	Lisans Bitirme Notu	Yazılı Sınav Notu	Mülakat Sınavı Notu	Yabancı Dil Notu	İş Tecrübesi	Referans
ALES Sınav Notu	1,00	6,00	3,00	4,00	8,00	7,00	9,00
Lisans Bitirme Notu	0,17	1,00	2,00	3,00	6,00	7,00	8,00
Yazılı Sınav Notu	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	7,00
Mülakat Sınavı Notu	0,25	0,33	0,50	1,00	3,00	4,00	6,00
Yabancı Dil Notu	0,14	0,14	0,25	0,25	2,00	1,00	2,00
İş Tecrübesi	0,11	0,13	0,14	0,17	2,00	0,50	1,00
Referans	0,13	0,17	0,33	0,33	1,00	0,50	0,50

Matrisin AHP kullanılarak yapılan değerlendirmesi sonucunda W ağırlık matrisi

$$W = \begin{bmatrix} 0,408997993 \\ 0,217935559 \\ 0,148157061 \\ 0,112247386 \\ 0,033109605 \\ 0,04622865 \\ 0,033323746 \end{bmatrix}$$

Şeklinde oluşmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda;

Temel değer $\lambda_{\max} = 7,618412844$,

Çizelge 3'ten rastgele indeks göstergesi $RI(7) = 1,32$,

Formül 2.6'dan tutarlılık indeksi $CI=0,103069$ ve

Formül 2.7'den tutarlılık oranı $CR=0,078082$ şeklinde ortaya çıkmıştır.

Tutarlılık Oranı $CR=0,078082$ ve $CR<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Üniversitelerde yüksek lisans yapmak isteyen öğrencilerin mülakat sınavı esnasında durumların değerlendirilmesi çok hızlı olmakta ve klasik yöneticilerin yaptığı gibi sezgilerle hareket edilerek hemen mülakat notu verilerek bir değerlendirmeye gidilmektedir. Ancak bu çalışmada yaptığımız şekilde mantıksal olarak sonuçları değerlendirip yani matematiksel değerlendirme ile daha genel, optimum ve objektif bir karar verilmiş olacaktır. Özellikle mülakat jürisinin birbirinden etkilenmesinin de önüne geçecek bu metodun daha bilimsel ve sezgilerden uzak olacağı düşünülmektedir.

Mevcut mevzuata göre yaptığımız sıralama da Y.lisans eğitimine kabul edilen öğrencilerden ilk onunun sıralaması ve toplam puanları Çizelge 5'te gösterildiği gibi olmuştur.

Çizelge 5. Y.lisans Başvuru Sonuçlarının Karşılaştırılması (İlk 10 Öğrenci).

Mevcut Sistem			Teklif Edilen Sistem		
Sıra Nu.	Öğrenci	Puanı	Sıra Nu.	Öğrenci	Puanı
1	A	66,987	1	A	58,99
2	N	66,122	2	O	58,91
3	F	66,0095	3	N	58,77
4	O	65,898	4	F	57,55
5	J	64,6485	5	J	57,48
6	R	64,407	6	G	56,86
7	B	64,1135	7	B	56,85
8	L	63,6085	8	C	56,51
9	G	63,1915	9	L	55,59
10	I	63,0215	10	R	55,47

Yukarıda anlattığımız bilgiler ışığında oluşturduğumuz yeni değerlendirme modelinde kriterlerin ağırlıkları;

- ALES Sınav Notu %40,
- Lisans Bitirme Notu %22,
- Yazılı Sınav Notu %15,
- Mülakat Sınavı Notu %11,
- Yabancı Dil Notu %03,
- İş Tecrübesi %5 ve
- Referans %3 şeklinde ortaya çıkmıştır.

Elde edilen bu ağırlık değerlerine göre öğrenciler tekrar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede yapılmış bir yazılı sınav, iş tecrübesi ve referans değeri olmadığı için bunların %23'lük toplam ağırlığı çıkarılarak öğrencilerin aldığı notlar %77'lik ağırlığa göre yeniden değerlendirilmiş ve öğrencilerin sıralamasının değiştiği görülmüştür. Yeni değerlendirmede C öğrencisi ilk 10 öğrenci arasına girebilirken I öğrencisi ise girememiştir.

Burada sıralamanın değiştiği görülmektedir. Bizim de bu çalışmada amacımız eski sistemin veya yeni modelin daha iyi olduğunu anlatmak değil, bu tür çok kriterli kararların belirli bir metodoloji ile analitik olarak verilmesi durumunda ortaya daha farklı sonuçların çıkabileceğini göstermektir.

Bu çalışmada kullandığımız Analitik Hiyerarşi Metodu ÇKKV tekniklerinden sadece bir tanesidir. Enstitüler tarafından mevcut mevzuatın tekrar gözden geçirilip üniversitede görevli tüm akademisyenlerin görüşünün alınıp bilimsel olarak analitik bir şekilde değerlendirildikten sonra bir model oluşturmaları durumunda daha optimum sonuçlar alınacaktır.

KAYNAKLAR

- ABDULVAHİTOĞLU A., KOKANGÜL, A., 2014. Yeni Ürün Tasarımında TRİZ ve AHP ile En Uygun Kararın Verilmesi, Çu.Üni. Fen ve Müh.Bil.Der. 31 (2):113-124.
- ABDULVAHİTOĞLU, A. 2018. Using Analytic Hierarchy Process For Evaluating Different Types of Nanofluids For Engine Cooling Systems, Thermal Science DOI.org/10.2298/TSCI180518241A.
- ALADAĞ, Z., AVCI, S., ÇELİK, B. ve ALKAN, A., 2017. Özel Hastane Seçim Kriterlerinin AHP ile Değerlendirilmesi ve Kocaeli İli Uygulaması. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 179-188. Bakü/Azerbaycan.
- ALONSO, J.A. ve LAMATA, M.T., 2006. Consistency in the AHP: A New Approach, Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14(4):445-459.
- ATALAY, M., 2009. ÇKKV Teknikleri Kullanarak Hv.K.K.lığı Personel Seçim Sisteminin En İyilenmesi, Marmara Üni.Sos.Bil.Ens. Ekonometri ABD, Doktora Tezi, 163 sayfa.
- DAĞDEVİREN M., AKAY D. ve KURT M., 2004. İş Değerlendirme Sürecinde AHP ve Uygulaması, Gazi Üni..Müh.Mim.Fak.Der. 19(2):131-138.
- ERCİYES, E. ve GENCER, C., 2005. İl Jandarma Komutanlıklarında Jandarma Astsubayların Atanması için Karar Destek Sistemi, KHO Sav.Bil.Der., 4(2):139-159.
- ERSÖZ, F. ve KABAK, M., 2010, Savunma Sanayi Uygulamalarında ÇKKV Yöntemlerinin Literatür Araştırması, Sav.Bil.Der., 9(1):97-125.
- GÖZTEPE, K. ve KAHRAMAN, C., 2015. A New Approach to Military Decision Making Process: Suggestions from MCDM Point of View, DOI:10.13140/2.1.4139.3449.

- GÖZTEPE, K., ATAK, E., ERDOĞAN, H.İ., KILINÇ, E. ve ŞENSOY, S.E., 2013. A Multicriteria Desicion Making Model for Military Logistics Using Analytic Network Process, 13. Üretim Araştırma Sempozyumu 25-27 Eylül 2013, Sayfa:405-412.
- ISHIZAKA, A. ve LABIB, A., 2011. Review of the Main Developments in the Analytic Hierarchy Process, Journal of Expert Systems with Applications, 38:14336–14345.
- LENEGALA, S. ve STIMERS, M., 2017. The AHP in GIS-Driven Military Operation Base Selection: A Case Study in Sri Lanka, Journal of Defense Management, 7(1):1-11.
- ÖZDEMİR, Y., TÜYSÜZ, S. ve BAŞLIGİL, H., 2016. Nükleer Enerji Santralleri için AHP ve ANP Yöntemi Kullanılarak Risklerin Ağırlıklandırılması, Yıldız Teknik Üni. Sigma J.Eng.and Nat.Sci., 7(2):207-217.
- ÖZDEN Ü.H., 2019 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, İstanbul Tic.Üni., www.unalozden.com/Download/ckkv.pdf. (Erişim tarihi: 15 Eylül 2019).
- SAATY, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, US
- SAATY, T.L., 2004. Decision Making-the AHP and ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(1):1-35.
- SATY, T.L., 2005. Making and Validating Complex Decision with the AHP/ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 14(1):1-36.
- SATY, T.L., 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, Int.Journal of Services Sciences, 1(1):83-98.
- ÜNAL Ö.F., 2011. AHP ve Personel Seçimi Alanında Uygulamaları, Akdeniz, Üni. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3(2):18-38.

**GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND ITS USE ON EARTH
SCIENCES APPLICATIONS**

Ahmet EKMEN
Ataturk University

Dr. Ekrem KALKAN
Ataturk University

ABSTRACT

The earth science community is in need of systems that not only provide digital data, but as importantly, provide tools that allow users to manipulate, query, select, and cross-reference any part of data sets with efficiency and speed. One of the most promising systems for use by earth scientists for applications of the Earth Sciences is the Geographical Information System. This system is an organized collection of hardware, software, and data designed to store, manipulate, analyze, query, and display information for decision-making and accurate analysis of any spatial data. Geographic Information System is a tool for working with geographic information. It is a computer based system for mapping and analyzing spatial data. It helps individuals and organizations make better decisions. The Geographic Information System technology can be used to analyze spatial data and provide insight into our problems and suggest ways to address them. The use of Geographical Information System technology has flooded almost every field in the engineering, natural and social sciences, offering accurate, efficient, reproducible methods for collecting, viewing and analyzing spatial data. Although it is hard to discuss all the applications of Geographic Information System technology in Earth Sciences, yet it has been tried to mention most of them. In this study, the Geographic Information System technology and its applications used in the Earth Sciences has been discussed. In this regard, previous published work has been reviewed and synthesized. This technology provides a powerful means of looking at the world and tools for solving complex problems of Earth Sciences.

Keywords: Geographic Information System, Earth Sciences, Geology

INTRODUCTION

Geographic refers to earth science, which studies regions, resources, people, etc. Earth has a spatial component. The land extends in all directions, within which all things or attributes exist. Anything happening or existing in space is spatial or spatially distributed. It must have a geographic reference that is, be geo-referenced. Also, there must be definable boundaries or limits in space. Information is simply any facts or data about a given space on Earth. Examples include slope, rainfall amounts, population, road networks, and vegetation. These may collectively be referred to as attributes, factors, or variables within a defined space on Earth, e.g., the location, country, drainage basin, etc. Systems are a structured set of objects or parts that are related to one another or which operate together as one whole unit following a defined pattern (Ondieki and Murimi, 2009).

Information systems which are globally applied at present are the ones which are built up in order to use data much more efficiently. Besides this, main function of information systems nowadays is to enhance the capacity of being able to make a “correct-decision”. Being very important tools in making correct decision, Geographic Information Systems (GIS) was developed for that purpose. The GIS is a system that captures, stores, analyzes, manages, and

presents data that are linked to location. In the simplest terms, GIS is the combination of cartography and database technology. GIS are used in cartography, remote sensing, land surveying, photogrammetry, geography, urban planning, emergency management, navigation, and localized search engines (Yarılgaç, 2012).

Using GIS software allows storage of the data in a spatially registered structure and permits cross-referencing for heterogeneous, multidisciplinary data sets. Geographic features such as rivers and lakes or geological features like faults, sample locations, and ages of rocks are all examples of layers. Each layer is independent from the others, yet all have a common geographic registration and they can be linked with each other using specific identification tags. This provides a convenient way of selecting necessary information from the database and making it ready for further analysis and decision-making (Al-Shehab, 2007). Different studies have been carried out to investigate and demonstrate the applications of GIS in Earth Sciences (Elkington et. al., 1997; Jasmi, 1997; Porter, 1997; Brew et.al., 2000; Coburn, 2000; Quinlivan, 2000; Stigant, 2000; Aly et. al., 2005; Belt et. al., 2005).

The objective of this term paper is to do a literature review and show the different applications of GIS in the field of Earth Sciences. Nowadays, GIS is widely used in earth science and related applications.

2. GIS

A GIS is a computer system for capturing, storing, checking and displaying data related to positions on Earth's surface. This system can show different kinds of data on one map, such as streets, buildings and vegetation. The applications of GIS enable people in need to more easily see, analyze and understand pattern and relationships (Figure 1).

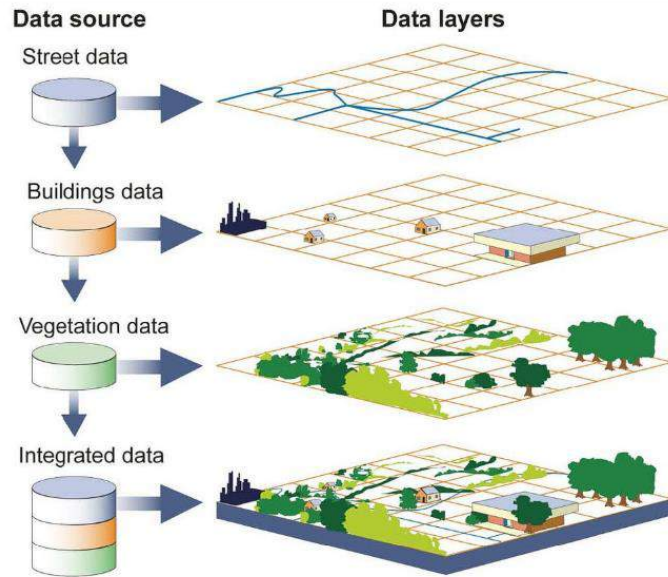


Figure 1. Image of GIS with data source and data layers (National Geographic, 2019)

Although GIS has been around since the 1960s, applications have expanded in the 1990s. Many software systems have now been developed to cover a wide range of fields such as earth and environmental sciences, natural resource management, terrain modeling, agriculture, forestry, construction engineering, land use policy and development control, population distribution, settlement, transport, education, and health planning. The expanded use of GIS in many areas

of resource development has also necessitated the need for modern systems that incorporate analytical models with integrated powerful query languages to provide solutions to many spatial problems. Due to the multiplicity and diversity of applications, task-specific systems have been developed. They include systems for engineering, property-based information, generalized thematic, statistical and land-parcel mapping, environmental planning systems, and image processing systems associated with Landsat and other remotely sensed data (Ondieki and Murimi, 2009).

3. THE APPLICATION OF GIS IN EARTH SCIENCES

Various applications have different user requirements based on vendor specifications. Environmental planning and management requires the spatial data analyses and management capabilities of environmental decision support systems, which integrate monitoring data and, through modeling, enhance solutions to particular problem areas including environmental impact assessments, which include soil erosion and pollution hazards and their underlying factors. Applications in hydrology and water resources couple GIS with specific models of spatial attributes such as land use and precipitation patterns, usually for response prediction of, say, floods and sediment yields. This information can be useful in the support of management and water resources operations including improved understanding of hydrological process dynamics. Other applications are the reduction of the risk of property damage in settlements, urban planning and modeling, and other socioeconomic applications. Here data layers are transformed by modeling land use dynamics to discover socioeconomic impacts (Ondieki and Murimi, 2009).

GIS has so many applications that it is hard to mention all of them in this study. It was tried to mention most of its applications in Earth Sciences. Geological features or factors vary in space and time. This fundamental characteristic is responsible for making it a most genuine application field of GIS, where the strength lies in defining the two dimension (X, Y extent), third dimension (Z component) and the fourth dimension (time) of spatial information. In the beginning, due to the geological variability in space and time, various attempts were made to solve complicated geological problems using multivariate and geo-statistical methods (Ray, 2010).

3.1. GIS in Geology Mapping

One of the most fundamental applications in the field of geology is the geological mapping. In geological mapping it is often required to bring on to one scale various existing geological maps often in different scales. With the help of GIS, maps of any scale can be scanned, georeferenced and reproduced in any desired scale thereby bringing all old maps to one scale, at which more information can be collected either by field investigation or by remote sensing techniques to prepare a final updated geological map.

3.2. GIS in Ground Water

GIS is playing a rapidly increasing role in the field of hydrology and water resources development. GIS can be used for a multiplicity of applications related to occurrence and movement of groundwater. In order to obtain long-term groundwater level change maps, GIS widely use (Napoli and Latin, 2003). One of the main benefits of using GIS with groundwater modeling programs is that simulation results can be displayed geo-referenced, allowing further analysis and display of topological relationship between the model and other spatial features. In recent years various hydrological modeling options have become available in commercial GIS packages.

3.3. GIS in Mining and Mineral Exploration

The use of GIS in mineral exploration is now widespread, allowing the integration of disparate digital datasets into a single, unified database. The recommended approach is to compile all of the available geoscientific data within the GIS in the context of an exploration model in order to produce a mineral potential map. Careful consideration must be given in developing the model so that all of the relevant, important aspects of the deposit being sought are represented. The model is also very important in deciding what weightages to apply to each of these aspects. In the final analysis, these weightages may be arbitrarily applied by a geologist, with an intimate knowledge of the model and the deposit. In this method the predictor maps are used as input maps and the end product is an output map showing the probability of occurrence and the associated uncertainty of the probability estimates of mineral deposits. In ample number of case examples, this approach has been applied using various GIS packages (Bonham-Carter, 1994; Ondieki and Murimi, 2009).

3.4. GIS in Seismic Studies

Ground motion is characterized by spectral response, peak ground acceleration and peak ground velocity. The spatial distribution of ground motion can be determined using one of the following methods such as, deterministic ground motion analysis, probabilistic ground motion maps and other probabilistic or deterministic ground motion user-supplied maps. Deterministic seismic ground motion demands are calculated for user-specified scenario earthquakes. For a given event magnitude, attenuation relationships are used to calculate ground shaking demand for rock sites which is then amplified by factors based on local soil conditions when a soil map is supplied. Seismicity induced landslides can be assessed in GIS using parameters such as intensity, slope steep-ness, engineering properties of geologic materials, water saturation existing landslide areas and vegetative cover.

3.5. GIS in Landslide Hazard Zonation

Landslide Hazard is defined as the probability of occurrence of a landslide with a specified period of time and within a given area, whereas the Landslide Hazard Zonation is defined as the division of the land in classes with equal landslide hazard (Varnes, 1984). A landslide hazard zonation provides information on the susceptibility of the terrain to slope failures and can be used for the estimation of the loss of fertile soil due to slope failures (in agriculture areas), the selection of new construction sites and road alignments (in urban or rural areas) and the preparation of landslide prevention, evacuation and mitigation plans (Jasmi, 1997). In the recent past various direct and indirect methods and techniques have been proposed to analyze causative factors and produce maps portraying the probability of occurrences of similar phenomena in future.

4. CONCLUSIONS

GIS working with geographic information is a computer based system for mapping and analyzing spatial data. It helps individuals and organizations make better decisions. It is used in cartography, remote sensing, land surveying, photogrammetry, geography, urban planning, emergency management, navigation, and localized search engines. Although GIS has been around since the 1960s, applications have expanded in the 1990s. Many software systems have now been developed to cover a wide range of fields such as earth and environmental sciences, natural resource management, terrain modeling, agriculture, forestry, construction engineering, land use policy and development control, population distribution, settlement, transport, education, and health planning. Various applications have different user requirements based on

vendor specifications. In recent years, there has been explosion of GIS applications in geosciences, a simple search command in MSN shows 36,000 items for groundwater and GIS, 52,000 items for mining and GIS, 20,000 items for earthquake and GIS. As a result, most of the professional departments either have just started or have yet to institutionalize GIS. Any useful Geoscience GIS needs enormous amount of data which lies only with professional departments, therefore, it is highly essential that such departments take a lead in implementing GIS. Some application areas of GIS are geology mapping, ground water, mining and mineral exploration, petroleum, seismic studies and landslide hazard zonation.

REFERENCES

- Al-Shehab, A.A., 2007. Applications of GIS in Geology. CRP 514: Introduction to GIS.
- Aly, M.H., Giardino, J.R., Klein, A.G., 2005. Suitability Assessment for New Minia City, Egypt: A GIS Approach to Engineering Geology. Environmental & Engineering Geoscience XI, 259-269.
- Belt, K., Paxton, S.T., 2005. GIS as an Aid to Visualizing and Mapping Geology and Rock Properties in Regions of Subtle Topography. GSA Bulletin 117, 149-160.
- Bonham-Carter, G.F., 1994. Geographic Information Systems for geoscientists. Modelling with GIS, Pergamon, Oxford, 398 P.
- Brew, G., Barazangi, M., Sawaf, T., Al-Maleh, K., 2000. Tectonic map and geologic evolution of Syria: The role of GIS. The Leading Edge, 176-182.
- Coburn, T.C., 2000, On the implementation of GIS for petroleum exploration and development: Issues and perspectives, in T.C. Coburn and J.M. Yarus, eds., Geographic Information System in petroleum exploration and development. AAPG Computer Applications in Geology 4, 61-68.
- Elkington, G., Lansley R.M., Martin, F., Utech, R., 1997. Uses of GIS data in 3D seismic design and acquisition. Geophysics, 957-959.
- Jasmi, A.T., 1997. Slope instability and Hazard Zonation mapping using Remote sensing data and GIS techniques in the area of Cameron Highlands, Malaysia, ACRS.
- National Geographic, 2019. Available from: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>
- Napoli, N., Latin, W.R., 2003. GIS; A Tool for Determining LongTerm Changes in Ground Water Storage a Case Study, Lucerne Valley Groundwater Basin. Available from: <http://www.grac.org/GIS.pdf>.
- Ondieki, C.M., Murimi, S.K., 2009. Environmental Monitoring Volume II - Applications of Geographic Information Systems-Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Applications of Geographic Information Systems, Kenyatta University, Kenya.
- Porter, T.R., 1997. Exploration GIS: optimizing 3D land operations. The Leading Edge, 121-122.
- Quinlivan, W.F., 2000. Integration issues in E&P spatial data processing. The Leading Edge, 172-175.
- Ray, P.K.C., 2010. GIS in Geoscience: The Resent Trends. Geospatial World. Available from: <https://www.geospatialworld.net/article/gis-in-geoscience-the-recent-trends/>
- Stigant, J.P., 2000, The impact of geodesy and GPS on GIS data management in international oilfield operations. The Leading Edge, 168-171.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Varnes, D.J., 1984. Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice. Commission, of Landslide of IAEG, UNESCO, Natural Hazades, No.3,61 p.

Yarılgaç, T., 2012. The Use of Geographic Information System (GIS) in Fruit Growing. Ordu University Journal of Science and Technology 2(1), 71-80.

**USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR
INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS: A CASE STUDY
IN THE ŞANLIURFA, SE TURKEY**

Ahmet EKMEN
Ataturk University
Dr. Ekrem KALKAN
Ataturk University

ABSTRACT

Geomorphology deals principally with the topographical features of the Earth's surface and it is concerned with the classification, description, and origin of landforms. The geomorphology is the study of the nature and history of landforms and the processes which create them. In many cases, geomorphologists have tried to model geomorphological processes, and, more recently, some have been concerned with the effect of human agency on such processes. One of the most promising systems used for geomorphological applications is the Geographical Information System technology. This technology is an organized collection of hardware, software, and data designed to store, manipulate, analyze, query, and display information for decision-making and accurate analysis of any spatial data. The Geographic Information System technology, known as a computer based system for mapping and analyzing spatial data, is a tool for working with geographic information. In this study, the Geographic Information System technology has been used to investigate the geomorphological characteristics. The study area, covering center of Sanliurfa (SE Turkey) and its surrounding, is located in the sheet of Şanlıurfa N41-c1 with a scale of 1/25.000. It is surrounded the Kızlar Village in the north, Şanlıurfa Evren Industrial Zone in the southwest and Oğulbey Village in the east. The geomorphological structures are high erosion surfaces in the northern, southwestern and western parts and slightly sloping floor levels in the south and southeast sections. The geomorphological map of the region was prepared within the scope of the study. In addition, numerical elevation model image, view map and slope map were obtained from the analyzes of the Geographic Information System technology.

Keywords: Geographic Information System, Geomorphology, Geomorphological map

INTRODUCTION

The earth's surface forms are primarily due to hypogene or endogenous processes, which include diastrophism, leading to geologic structure, tectonic activity and volcanism leading to volcanic landforms. These forms are modified by epigene or exogenous processes, which include erosion and depositional activities of water, wind and ice. Other activities include weathering, mass wasting or movement of material by gravitational action, land-ocean interaction resulting in landforms due to waves, currents, tides and tsunamis. Climate is another important factor, which has relevance in shaping of the earth's surface because the processes that act upon the surface material are different in different climatic zones (Van Westen 1994; Rao, 2002).

Modern geomorphological research is inextricably linked with geospatial technology and geographic information systems (GIS). Driven by rapid technological advances of remote sensing, geodesy, photogrammetry, computer science, and GIS, the application of analysis tools using digital information on the land surface revolutionized quantitative geomorphological

research (Bishop, 2013). In the last three decades, GIS has increasingly influenced various fields of geomorphology. GIS are designed to facilitate spatial investigations, for example, through geostatistical analyses or the mathematical description of surfaces and are hence inherently linked to methodology and concepts in geomorphology. GIS tools support and enable many upfront research fields in geomorphology from the quantitative description of landforms to process modeling, the investigation of form-process interrelations and linkages to climate and environmental conditions, or the assessment of sediment flux (Otto et. al., 2017).

Although geologists have been using computers to analyze spatial data for over long years, developments in hardware and software in the 1980s resulted in the emergence of a type of spatial analysis software known as GIS (Bonham-Carter, 2000). The market of GIS grew rapidly in the late 1980s and early 1990s because it quickly became apparent that such systems could handle virtually any type of geographical data and could provide a range of functionality for spatial data handling and analysis that previously had required a combination of software to achieve. The GIS, used by municipalities and planners for quite a long time, are now being adopted as another tool in exploration because they can efficiently store different types of information which, in turn, leads to better interpretation/ understanding of the data i.e. satellite imagery, land ownership, location of seismic lines and wells etc. (Akram, 2006).

Geomorphological mapping is regarded as a fundamental technique of the discipline producing valuable base data for geomorphological and environmental research and practice (Otto and Smith, 2013). Geomorphological maps can be considered graphical inventories of a landscape depicting landforms and surface as well as subsurface materials. Sketches and maps of landscapes and landforms (Dykes, 2008) have been fundamental methods to analyze and visualize Earth surface features ever since early geomorphological research. The widespread distribution and extended graphical capabilities of GIS as well as the availability of high-resolution remote sensing data such as aerial and satellite imagery and digital elevation models has led to the recent rejuvenation of the method (Lee, 2001; Paron and Claessens, 2011; Smith et. al., 2011).

Geomorphological maps can act as a preliminary tool for land management and geomorphological and geological risk management, as well as providing baseline data for other applied sectors of environmental research such as landscape ecology, forestry or soil science (Cooke and Doornkamp, 1990; Dramis et al., 2011; Paron and Claessens, 2011). Geomorphological maps can be categorized as basic or analytical and derived or specialized. Whilst basic maps represent the observed features of a landscape, derived maps are focused on a specific theme or application. One example of derived maps are geomorphological hazard maps that depict risk-causing phenomena and their magnitude and frequency (Dramis, et al., 2011). Basic geomorphological maps may either focus on selected landscape features, for example only depicting the morphology of active processes, or deliver a full view on the landscape composition and its evolution (Knight et al., 2011; Verstappen, 2011).

Many useful GIS modeling approaches have been developed in the field of natural hazards. Rock falls, landslides, floods, avalanches, or soil erosion share inherent characteristics of hazards such as magnitude or spatial extension and depend strongly on slope angle, aspect, or other parameters which can be ideally integrated and displayed in GIS environments (Wilford et al., 2004; Wichmann and Becht, 2006; Gruber and Bartelt, 2007; Lan et al., 2007; Gruber and Mergili, 2013). Hazard assessment using GIS often combines geomorphometric analysis

with geostatistical analysis of related parameters to generate models of spatial susceptibility (Huabin et. al., 2005; van Westen et. al., 2008; Otto et. al., 2017).

The objective of this term paper is to investigate the use of GIS for investigation of morphological characteristics of the Şanlıurfa, SE Turkey. A GIS is needed to store, display, and bring together data sets for improved data extraction and integration. Research can benefit from GIS-based data for modeling and simulation.

2. MATERIAL AND METHODS

The study area covers the sheet of Şanlıurfa N41-c1 with a scale of 1/25.000. Study area including the center of Sanliurfa and its surrounding is located between the Kızlar Village in the north, Şanlıurfa Evren Industrial Zone in the southwest and Oğulbey Village in the east. This study has been carried out the area of approximately 151 km² (Ekmen, 2019)

In this study, GIS, which have a wide usage area in Earth Sciences, have been utilized. A GIS is a computer system for capturing, storing, checking and displaying data related to positions on Earth's surface. This system can show different kinds of data on one map, such as streets, buildings and vegetation. The applications of GIS enable people in need to more easily see, analyze and understand pattern and relationships.

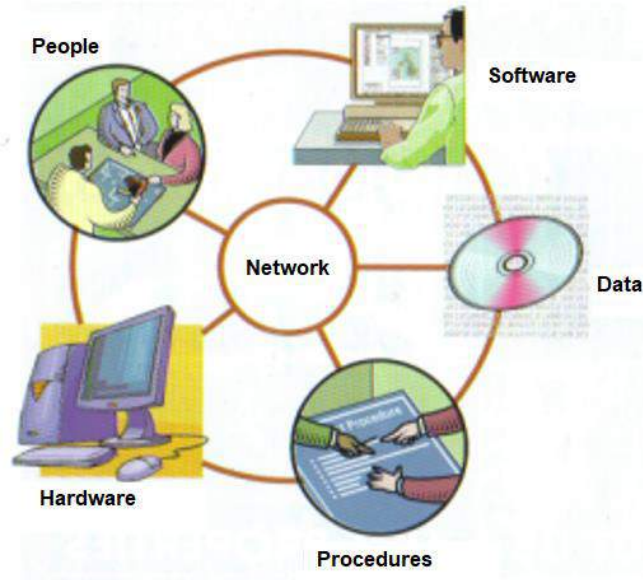


Figure 1. The component parts of a GIS

In this study, GIS studies were conducted in 4 stages. The data collected during the data collection phase were converted to digital format before being used in GIS. During the data management phase, a database management system was established. this system is a computer software that manages or consolidates databases. In the data processing phase, all this information was converted to the same scale before being merged. This transformation can be temporary for image purposes, or it can be permanent and permanent for an analysis process. At the stage of data presentation, the maps made at the end of many geographical processes were visualized. Maps provide the best communication between geographic information and user.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The area geomorphologically consists of Upper Pliocene-Lower Pleistocene erosion surfaces, Pleistocene sediments, Holocene sediment fans and valley floor plains. In general, there are

erosion surfaces and high terraces in the north, southwest and west parts of the studied area, and slightly sloping floor flats and deposit ranges in the south and southeast parts. Geomorphological map of the study area is given in Figure 2.

Digital Height Model (DHM) is the way to produce a 3D terrain model from the contour lines. Figure 3 shows a DHM obtained from the co-elevation curves. After the creation of DHM, it is also possible to create slope and curve maps, model the terrain in 3D, extract cross sections, visibility analyzes and volume calculations. There are two ways to obtain DHM mathematical parts and shape methods (Yomraloglu, 2000).

In the study conducted within the scope of the investigation, different satellite images were used to support GIS. Although satellite images were mainly used for visual purposes, stereoscopic images were used to determine the structural elements. Visually, the satellite and the images provided by Google Earth over the internet were used, among them satellite image using a variety of color combinations 1/25.000 scale DHM overlays were created by 3D terrain images (Figure 4).

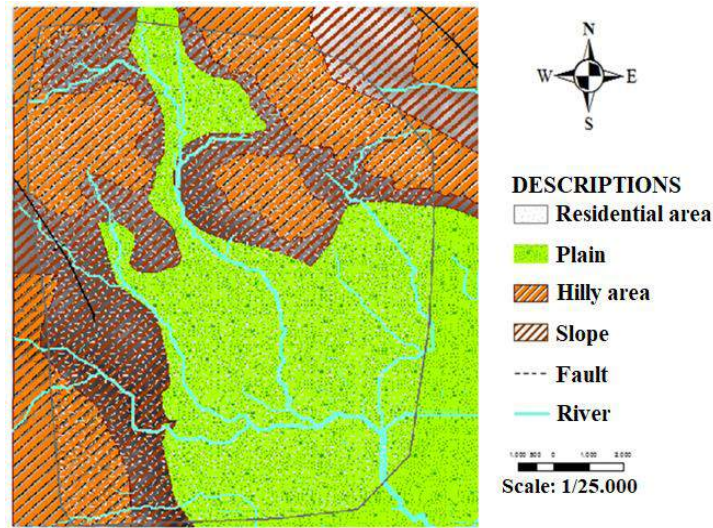


Figure 2. Geomorphological map of the study area

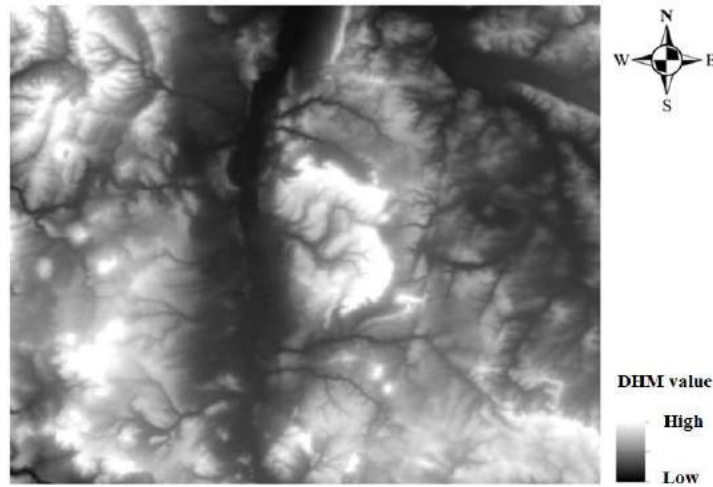


Figure 3. DHM image of the study area obtained from the co-elevation curves

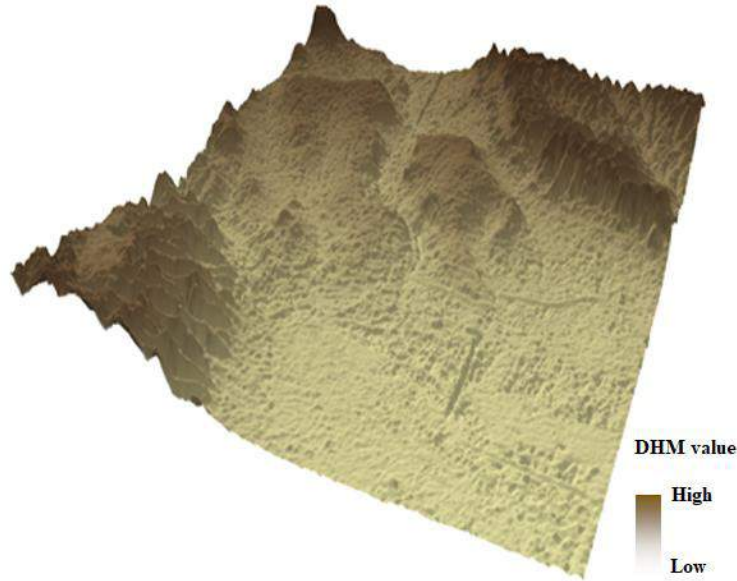


Figure 4. 3D imaging of the study area obtained with DHM

4. CONCLUSIONS

Modern geomorphological research is inextricably linked with geospatial technology and GIS. Driven by rapid technological advances of remote sensing, geodesy, photogrammetry, computer science, and GIS, the application of analysis tools using digital information on the land surface revolutionized quantitative geomorphological research. In this study, morphological characteristics of the Şanlıurfa (SE Turkey) were investigated by using GIS technology. According to the obtained results, the study area geomorphologically consists of Upper Pliocene-Lower Pleistocene erosion surfaces, Pleistocene sediments, Holocene sediment fans and valley floor plains. In general, there are erosion surfaces and high terraces in the north, southwest and west parts of the studied area, and slightly sloping floor flats and deposit ranges in the south and southeast parts.

REFERENCES

- Akram, J., 2007. The role of GIS in Earth Sciences. CRP 514: Introduction to GIS.
- Bishop, M.P., 2013. Remote sensing and GIScience in geomorphology: introduction and overview A2. In: Shroder JF (ed.) Treatise on geomorphology. San Diego: Academic Press.
- Bonham-Carter, G.F., 1994. Geographic Information Systems for geoscientists. Modelling with GIS, Pergamon, Oxford, 398 P.
- Cooke, R.U., Doornkamp, J.C., 1990. Geomorphology in environmental management, A New Introduction. Clarendon Press: Oxford.
- Dramis, F., Guida, D., Cestari, A., 2011. Nature and Aims of Geomorphological Mapping. In Geomorphological Mapping: methods and applications. Smith, M.J., Paron, P., Griffiths, J., (eds.). Elsevier: London, 39-74.
- Dykes, A.P., 2008. Geomorphological maps of Irish peat landslides created using hand-held GPS. Journal of Maps, 258-276.
- Ekmen, A., 2019. Investigation of Geological and Morphological Characteristics of Şanlıurfa Province by Using Geographical Information Systems (GIS). Master's Thesis. Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erzurum, Turkey.

- Gruber, U., Bartelt, P., 2007. Snow avalanche hazard modelling of large areas using shallow water numerical methods and GIS. *Environmental Modelling & Software* 22, 1472-1481.
- Gruber, F.E., Mergili, M., 2013. Regional-scale analysis of high-mountain multi-hazard and risk indicators in the Pamir (Tajikistan) with GRASS GIS. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13, 2779-2796.
- Huabin, W., Gangjun, L., Weiya, X., Gonghui, W., 2005. GIS-based landslide hazard assessment: an overview. *Progress in Physical Geography* 29, 548-567.
- Knight, J., Mitchell, W., Rose, J., 2011. Geomorphological Field Mapping. In *Geomorphological Mapping: methods and applications*. Smith MJ, Paron P, Griffiths J (eds.). Elsevier: London, 151-188.
- Lan, H., Derek, M.C., Lim, C.H., 2007. Rock Fall analyst: a GIS extension for three-dimensional and spatially distributed rock fall hazard modeling. *Computers & Geosciences* 33, 262-279.
- Lee, E.M., 2001. Geomorphological mapping. *Geological Society Special Publication* (18), 53-56.
- Otto, J.C., Prasicek, G., Blothe, J., Schrot, L., 2017. GIS Applications in Geomorphology. In *book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*.
- Otto, J.C., Smith, M.J., 2013. Geomorphological mapping. *Geomorphological Techniques*, Chapter 2, Section 6.
- Paron, P., Claessens, L., 2011. Makers and users of geomorphological maps. In *Geomorphological Mapping: methods and applications*. Smith MJ, Paron P, Griffiths J (eds.). Elsevier: London, 75-106.
- Rao, D.P., 2002. Remote sensing application in geomorphology. *Tropical Ecology* 43(1), 49-59.
- Smith, M.J., Griffiths, J., Paron, P., 2011. *Geomorphological Mapping: methods and applications*. Elsevier: London.
- Van Westen, C.J., 1994. Geographical information systems in landslide hazard zonation: a review with examples from the Andes of Colombia. pp. 135-166. In: M.F. Price & D.I. Heywood (eds.) *GIS Applications for Mountain Areas*. Taylor and Francis, UK.
- Van Westen, C.J., Castellanos, E., Kuriakose, S.L., 2008. Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: an overview. *Engineering Geology* 102, 112-131.
- Verstappen, H.T., 2011. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping. In *Geomorphological Mapping: methods and applications*. Smith, M.J., Paron, P., Griffiths, J., (eds.). Elsevier: London, 13-38.
- Wichmann, V., Becht, M., 2006. Rockfall modelling: methods and model application in an Alpine basin. Göttingen: Goltze.
- Wilford, D.J., Sakals, M.E., Innes, J.L., Sidle R.C., Bergerud, W.A., 2004. Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. *Landslides* 1, 61-66.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS). Akademi Kitapevi, Trabzon, 480 (in Turkish).

KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE “TEKE ETKİSİ”NİN KULLANIM OLANAKLARI

THE POSSIBILITIES USING OF “BUCK EFFECT” IN GOAT BREEDING

Prof. Dr. Özdal GÖKDAL

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

ÖZET

Keçi, mevsimsel üreme aktivitesi gösteren bir türdür. Mevsimsel üreme aktivitesinin bir sonucu olarak keçilerden elde edilen ürünler de mevsim ile sınırlıdır. Dişiler üreme mevsimi dışında kalan oldukça uzun bir dönem boyunca kızgınlık gösteremez ve gebe kalamazlar. Keçilerin kızgınlıkları üreme mevsimi içinde de uzun bir döneme yayılır. Genel olarak keçilerin mevsimsel üreme döngüleri, işletmede planlı ve/veya yoğun üretim için bir engel teşkil eder. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri ile ön plana çıkan keçicilik ürünlerine olan talebin artışına bağlı olarak, üretimi sınırlayan etmenleri kontrol altına alacak çeşitli üreme teknolojileri üzerinde durulmaktadır. Bunlardan biri; doğal olmayan, pahalı, teknik bilgi ve emek gerektiren ve aynı zamanda keçilerde üremenin kontrolü için tekrarlanan uygulamalarda hayvanın endokrin düzenini bozabilen hormonal yöntemlerdir. Hormonal yöntemlerin bu olumsuz etkileri nedeniyle, kızgınlığın senkronizasyonu, mevsim dışı üreme ve oğlaklama sıklığının artırılması için “teke etkisi” gibi doğal yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Dişi keçilerden ayrı tutulan tekelerin yeniden sürüye katılması, üreme mevsimi dışında dişilerde kızgınlık ve yumurtlamayı uyarabilmekte ve yılın istenen döneminde gebelik sağlanabilmektedir. “Teke etkisi” dişilerin en az bir ay boyunca tekelerden izole edilmesi (görme, koku, işitme/ses dahil) ve izolasyon periyodu sonunda tekrar bir araya getirilmeleri ile elde edilebilen reaksiyona verilen addır. Her ne kadar “erkek etkisi” 1940’lı yıllardan itibaren tanımlanmış olsa da son yıllarda yapılan çalışmalarda, erkek etkisinin oluşumu ve etkinliğinde farklı yaklaşımların söz konusu olabileceği gösterilmiştir. Bu bildiride, “teke etkisi”nin “temiz, yeşil ve etik” bir üreme kontrol yöntemi olarak kullanılması olanakları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: keçi, erkek etkisi, kızgınlık, üreme mevsimi

ABSTRACT

Goat is a species that has a seasonal reproductive activity. As a consequence of the seasonal breeding, products derived from goats are also seasonal. Over quite a long period during the out-of-breeding season the females cannot show oestrus behaviour and thus, cannot become pregnant. Oestrus of goats also spreads over a long period during the breeding season. In general, seasonal breeding cycles of goats lead an obstacle to planned and / or intensive production in goat farming. Various reproductive technologies have been emerging to control the factors limiting production due to the increase in demand for goat products, which are prominent with their positive effects on human health. One of them is hormonal methods which are unnatural, expensive, require technical information and extra labour, and can also disrupt the endocrine regulation of animals in repeated treatments for control of reproduction. Because of all these disadvantages of hormonal methods, it is proposed to use natural methods such as “buck effect” in order to synchronize estruses, to achieve out-of-season breeding, and to increase of frequency of kidding. Buck re-introduction after isolation period can stimulate the oestrus and ovulation in anoestrous does, and thus pregnancies can be obtained in the desired period of a year. The “buck effect” refers to the reaction of does to re-introduction of males after complete isolation (including the visual, odour and auditory signals) for at least a month. Although the “male effect” has been defined since the 1940s, in recent studies have been showed that different approaches may be involved in the formation and effectiveness of the male effect. In this paper, the possibilities of using “buck effect” as a ‘clean, green and ethical’ method of controlling reproduction are discussed.

Keywords: goat, male effect, estrus, mating season

1.GİRİŞ

Keçilerde üreme etkinliği çiftleşme aktivitelerinin mevsimsel oluşuyla sınırlanmakta ve dişiler yılın belirli bölümlerinde anöstrus dönemi geçirmektedirler. Üreme mevsimi dışında kalan ve ırklara göre uzunluğu değişen bu dönem boyunca kızgınlık gösteremez ve gebe kalamazlar. Genel olarak keçilerin mevsimsel üreme döngüleri, işletmede planlı ve yoğun bir üretim için engel teşkil eder. Bu durum, süt ve et gibi keçi ürünlerinin de sadece belirli mevsimlerde üretilmesini sağladığından, pazarlamada ticari gereklilikler ve tüketici taleplerinin karşılanması bakımından sorunlara yol açar (Pellicer-Rubio vd., 2007). Bu nedenle anöstrus döneminin kısaltılması, aşım mevsiminin erkene alınması ve kızgınlıkların toplulaştırılması amacıyla hormonal yöntemlerin kullanımı ağırlık kazanmıştır. Ancak, hayvan ve hayvansal ürün, insan ve çevre sağlığı ile ilgili olarak hormonal yöntemlere giderek artan tepkiler mevcuttur. Toplumsal eğilimler ve 2008/97/CE gibi Avrupa Birliği mevzuatları; üreticileri, sentetik kimyasalların ve hormonların kullanımını azaltmaya veya tamamen ortadan kaldırmaya teşvik etmektedir. Sütteki progestagen kalıntıları izin verilen azami kalıntı sınırlarından daha yüksek olduğundan, yapılan düzenlemeler uygulamadan sonra sütün birkaç günlüğüne satılmasını yasaklamaktadır. Hayvansal doku ve atıklarda progestagen kalıntıları,

fizyolojik fonksiyonları bozabilir, çevresel atık oluşturur ve steroidlerin dokularda birikimi insan sağlığını tehdit edebilir (Mayorga vd., 2019). Hayvansal dokulardan elde edilen Gebe Kısırak Serumı Hormonu'nun (eCG, PMSG) patojenleri taşıma riski bulunmaktadır. Aynı zamanda, tekrarlanan eCG uygulaması, anti-eCG antikorlarının üretimine yol açar, uygulama etkinliğini ve gebe kalma oranını azaltır. Ayrıca, organik çiftliklerde üremenin kontrolü için hormonal uygulamalara izin verilmemektedir (2007/834/CE ve 2008/889/CE). Bu ve benzeri dezavantajlar nedeniyle, keçilerde üremenin düzenlenmesinde doğal bir yöntem olan “teke etkisi”nin kullanımı, eksojen hormon uygulamalarına göre daha ekonomik, “temiz, yeşil ve etik” bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Martin vd., 2004).

“Teke etkisi”, anöstrus dönemdeki dişilerin en az bir ay boyunca tekelerden izole edilmesi (görme, koku, dokunma, ses dahil) ve izolasyon periyodu sonunda tekrar bir araya getirilmeleri ile elde edilebilen, kızgınlık ve ovulasyon ile sonuçlanan reaksiyona verilen addır. “Erkek etkisi” ilk defa 1944 yılında Avusturalya’da Underwood vd. (1944) tarafından fark edilmiş ve anöstrus dönemindeki koyunlardan belirli bir ayırım periyodundan sonra koç katımını takiben sürüde kızgınlık ve ovulasyonun uyarılmasına “koç etkisi” adı verilmiştir (Rekwot vd., 2001). Keçilerde “erkek etkisi” ise daha sonraki yıllarda Shelton (1960) tarafından tanımlanmıştır (Delgadillo vd., 2009). “Erkek etkisi” uzun sayılabilecek bir süredir bilinmesine karşın, konu üzerindeki bilimsel araştırmalar özellikle 1980 ve 1990’lı yıllarda artış göstermiştir. Günümüzde ise organik tarımsal ürünlere olan talep artışı ve çevre ve sağlık ile ilgili yaklaşımlar nedeniyle, “erkek etkisi”ni oluşturan ve etkileyen mekanizmaların anlaşılması ve “erkek etkisi”nden çiftlik düzeyinde daha etkin yararlanma olanakları üzerinde çalışmalar yeniden yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalarda “erkek etkisi”nin oluşumu ve etkinliğinde farklı yaklaşımların söz konusu olabileceği de ortaya koyulmuştur. Bu bildiride, keçilerde üremenin denetiminde yararlılıklar sağlayan “teke etkisi”nin çiftlik düzeyinde pratik kullanım olanakları tartışılmıştır.

2.ÜRETİMİN MEVSİMSELLİĞİ

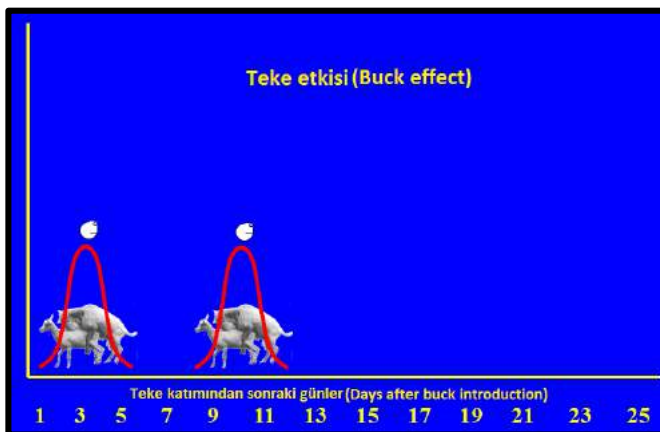
Keçilerde doğum dönemi evrimsel olarak, yavruların bakımları, beslenmeleri ve büyütülmeleri için en uygun çevresel koşulların geçerli olacağı zamana göre düzenlenmiştir. Ancak üremenin mevsimle sınırlı olması, keçilerden elde edilen süt ve et gibi ürünlerin de belirli mevsimlerde yoğunlaşmasına yol açar. Yıl içine yayılan bir üretim modeli için aşım mevsimi dışında dişilerin eşeysel aktivitelerinin uyarılması gerekmektedir (Zarazaga vd., 2018). Üretim miktarını artırmak ve/veya talebin arttığı zamanlarda yeterli oğlak eti ve keçi sütü üretmek amacıyla çeşitli üreme teknolojileri kullanılmaktadır. Keçilerin üreme döngülerinin denetlenmesi amacıyla, hormonal üreme teknolojilerine göre hayvan refahına uygun, daha ucuz ve uygulanması kolay bir alternatif olarak “teke etkisi”nden yararlanılabilmektedir. Erkek etkisinin uygulanması, mevsim dışı üretimin planlanmasına ve aşım ve doğum dönemlerinin kısa sürelerde tamamlanmasına olanak sağlar (Rekik vd., 2014; Gökdal ve Ungerfeld, 2016).

3.TEKE ETKİSİ

Keçilerde gün uzunluğu, sosyal ilişkiler, sıcaklık, yağış ve beslenme gibi çevre koşulları üreme faaliyetleri üzerine uyarıcı veya inhibe edici etkiler yapar (Ungerfeld, 2007). Farklı türler arasındaki sosyal ilişkiler de üreme aktivitelerini etkileyebilmektedir. Dişilerin eşeysel aktivitelerinin uyarılmasında, dişiler ve erkekler arasındaki görsel, dokunsal, işitsel ve koku duyularını içeren çok boyutlu uyarıcılarla gerçekleşen sosyo-cinsel iletişim etkili olmaktadır (Neto vd., 2016; Omontese vd., 2016). Bunların içinde en önemli faktörün koku alma duyusu olduğu ve koku sinyallerini feromonların oluşturduğu bilinse de, dişilerden istenen reaksiyonun elde edilebilmesi için tüm bu uyarıcı faktörlerin bir kombinasyonu gereklidir. Feromonlar ve üreme davranışları uyarıcı etki gösterirken, sosyal hiyerarşi veya emzirme baskılayıcı sosyal sinyallere sahiptir.

Keçilerde mevsimsel anöstrus döneminin sona erdirilmesi, çiftleşme mevsiminin erkene alınması ve kızgınlıkların toplulaştırılması için teke etkisi kullanılabilir (Van Rooyen, 2013). Teke etkisi kullanılarak ergenlik çağının erkene alınması ve postpartum anöstrus süresinin kısaltılması da ekonomik yararlılıklar sağlar (Rekwot vd., 2001). ‘Teke etkisi’, en az bir aylık izolasyon periyodu ön koşuluyla tekelerin yeniden dişi sürüsüne katılmasını takiben elde edilen kızgınlık ve ovulasyon uyarımıdır. Önemli bir maliyet gerektirmeyen bu teknik ile bir keçinin sürüde kaldığı dönem boyunca doğum sayısı da artırılabilir (Gökdal ve Ungerfeld, 2016).

Teke katımını takip eden 1 ila 5. günler arasında, çoğunlukla 3. günde yoğunlaşan kızgınlık ve ovulasyon meydana gelir. Bu reaksiyon, sürüdeki keçilerin bir bölümünde normal bir döngü olarak ortaya çıkabileceği gibi, çoğunlukla kısa bir döngü olarak şekillenir. Bu ilk ovulasyonu normal bir luteal faz izleyebilir, ancak hayvanlar büyük çoğunlukla 5-7 günlük kısa bir döngü geliştirir. Bu kısa döngüyü takiben eğer tekenin uyarım etkisi sürdürülürse 8 ila 12. günlerde gebelik olasılığının daha yüksek olduğu normal süreye sahip ikinci bir kızgınlık ve ovulasyon görülmektedir (Şekil 1). Teke etkisi ile sürüde kızgınlıklar ve ovulasyon 10 günlük süre içinde toplanarak senkronize olacaktır (Restall, 1988; Walkden-Brown vd., 1999; Flores vd., 2000; Ungerfeld, 2015). Teke katımını takiben şekillenen kısa döngülerin östrojen salgılanmasından önce progesteronun yetersiz salgılanışı veya salgılanmaması nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 1. Sürüde teke etkisi ile dişi keçilerde kızgınlık ve yumurtlama iki dönemde yoğunlaşır (Ungerfeld, 2015).
Figure 1. The oestrous and ovulation in does is concentrated in two periods in flock after buck effect (Ungerfeld, 2015).

Birçok keçi ırkında aşım mevsiminin erkene alınmasında teke etkisinin başarılı olduğu ve bir sürüdeki keçilerin genel olarak aynı zaman diliminde uyarılmaları nedeniyle kızgınlıkların senkronize edildiği bildirilmiştir (Restall, 1988; Avdi vd., 2004; Mellado vd., 2014). Doğumlar da nispeten daha kısa bir dönem içinde tamamlanmaktadır (Restall, 1988). Avdi vd. (2004) yerli Yunan ırklarında eksogen hormon olmaksızın teke etkisiyle aşım mevsiminin erkene alınabileceğini göstermişlerdir. Teke etkisi ile sürü düzeyinde % 63.6-%100 oranında kızgınlık sağlanabilmektedir (Van Rooyen, 2013; Zarazaga vd., 2013; Neto vd., 2015; Oliveira vd., 2016). Teke etkisi ile sürüde senkronize aşımları takiben %90'lara varan gebelik sağlanabilmektedir (Flores vd., 2000; Dardente vd., 2016). Singh vd. (2018) teke etkisiyle %100 kızgınlık oranı ve %66 gebelik oranı sağlandığını bildirmişlerdir. Oliveira vd. (2016) teke etkisi ile mevsimlere göre elde edilen kızgınlık oranlarının %85-95 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Carillo vd. (2011) ise mevsimlere göre %79-%100 oranında kızgınlık elde edilebildiğini, gebelik oranlarının ise %50-%80 arasında olduğunu saptamışlardır. Mendieta vd. (2018) teke katımından 58.2 saat sonra keçilerde kızgınlığın başladığını saptamışlardır. Ancak, teke etkisiyle uyarılan kızgınlıklar sonrası yapay tohumlama uygulamasından yararlanabilmek için sürüde kızgınlık gözlemi yapılması gerektiği bildirilmiştir (Dardente vd., 2016). Yapılan bir çalışmada (Neto vd., 2015), teke etkisi ve yapay tohumlama uygulamasından sonra keçilerde gebelik oranı %44.4-57.6 düzeyinde gerçekleşmiştir. Restall (1988) ise teke katımından 3 gün sonra görülen ovulasyonların ancak %20-25'inin kızgınlık ile birlikte şekillendiğini bildirmiştir. Ele alınan çalışmada, kızgınlık gözlemine dayalı yapay tohumlama sonrası ilk ovulasyonda keçilerde gebelik oranı yıllara göre %18.9-53 arasında saptanırken, 5 gün sonra görülen ikinci ovulasyonda tüm keçiler kızgınlık göstermiş ve gebelik oranı ise yine yıllara göre %81.7-82.4 olarak gerçekleşmiştir. Aynı çalışmada teke etkisi sonrası keçilerin kızgınlıklarının 10 günlük süre içinde görüldüğü ve hayvanların %80'inde yapay tohumlama uygulamalarının 10 gün içinde tamamlandığı bildirilmiştir (Restall, 1988).

4.“TEKE ETKİSİ”NİN OLUŞUMU VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Mevsimsel anöstrusta, üreme mevsimine kıyasla dişilerde daha düşük LH düzeyleri ve ovulasyonu sağlamaya yeterli olmayan LH ve FSH salgılanma sıklığı söz konusudur (Ungerfeld, 2007). Düşük LH salgılanma sıklığı östradiolün negatif feedback etkisi ve gün uzunluğunun hipotalamus-hipofiz sistemi üzerine doğrudan baskılayıcı etkisinden kaynaklanır. Ancak, teke uyarımından sonra davranışsal kızgınlığın gözlenmesine kadar geçen sürede bir seri çok hızlı ve karmaşık nöroendokrin değişimler meydana gelmektedir.

Erkek etkisine ilk ve kısa süreli tepki, GnRH salgılanmasını takip eden hızlı bir LH salgılanmasıdır. Bunun kızgınlık ve ovulasyon ile sonuçlanması için uyarım etkisinin sürdürülmesi gerekmektedir (Delgadillo vd., 2009; Bedos vd., 2010). LH salgılanma frekansının artışıyla birlikte folliküler büyüme hızlanır ve yükselen östradiol konsantrasyonları pozitif feedback etki oluşturarak, LH salgılanma düzeyinin ovulasyon öncesi seviyeye çıkmasını sağlar (Delgadillo vd., 2009). Tekelerden kaynaklanan bu uyarımın

en önemli etkeni, koklama duyusu aracılığıyla iletilen ve feromon adı verilen kimyasal maddelerdir.

Feromonal iletişim, memeli davranışlarında ve üreme işlevlerinde önemli bir rol oynar. İzolasyon periyodu sonrası erkekler ve dişiler arasındaki ilk etkileşim feromonlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Feromonlar dışkı, idrar ve deri bezleri ile vücuttan atılan kimyasallardır. Feromonlar koku alma duyusu tarafından algılanır ve böylece dişide bir takım davranışsal ve endokrin değişiklikler meydana gelir. Tekelerde cornual bez (Sebase bezi) ve apokrin bezler (derideki koku bezleri) teke etkisini ortaya çıkaran kimyasal komponentleri sentezler ve salgılar (Van Lancker vd., 2005; Sankarganesh vd., 2018). Sebase bezlerinde üretilen karakteristik teke kokusu, doğrudan testosteron konsantrasyonları düzeyi ile de ilgilidir (Iwata vd., 2000). Gerçekte feromonların tek bir molekül mü yoksa birkaç molekülün karışımı mı olduğu konu henüz net değildir (Delgadillo vd., 2009). Sugiyama vd. (1981) sebase bezinden üretilen uçucu bir molekül olan ve teke kokusundan başlıca sorumlu tutulan 4-ethyloctanoik asitin keçide “teke etkisi”nin oluşumuna katkı sağladığını bildirmişlerdir. Ancak, teke kılları içinde 29 farklı spesifik yağ asidi saptanmış ve muhtemelen feromonal etkinin bunların bir karışımı olduğu görüşü ağırlık kazanmıştır (Delgadillo vd., 2009). Son yıllarda Sankarganesh vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise, teke kokusu içinde feromonun muhtemelen 1-octadecanol olduğu ve uçucu kimyasalların kıl foliküllerinden yayıldığı ileri sürülmüştür. Bu maddeler, dişiler tarafından uçucu kokuları tespit edebilen koku alma reseptör nöronları veya feromon moleküllerini tespit eden vomeronazal reseptör nöronları tarafından algılanmaktadır (Murata vd., 2009). Sakamoto vd. (2013), keçilerdeki feromonların asıl hedefinin, arcuate nükleusta bulunan kisspeptin/neurokinin B nöronları olduğunu bildirmiştir. Feromonların koklama duyusu aracılığıyla tanınması ve amigdalanın medial çekirdeğine sinyal göndermesi ile tetiklenen uyarım etkisi hipotalamustan GnRH salgılanmasını sağlar. Teke etkisinden kaynaklanan duyuusal uyarımlar hipotalamus tarafından düzenlenmekte ve hipofiz ön lobundan başlıca LH salgılanmasını sağlamaktadır. Teke etkisinin uyarım etkisiyle, anöstrus döneminde spontan salgılanma ritmi çok düşük olan LH, hızlı değişimlere uğramakta ve salgılanma ritmi aşım mevsiminde olduğu gibi artmaktadır. Böylece teke uyarımı, dişilerde 2-3 kat daha fazla LH salgılanmasına neden olmakta, negatif östradiol feedback etkisinin de azalmasıyla birlikte hipotalamus-hipofiz eksenindeki baskılayıcı etkinin azalmasının ardından folliküler gelişim ve ovulasyon şekillenmektedir (Neto vd., 2016). Dişi kaynaklı feromonlar ise, erkeklerde flehmen davranışının sergilenmesi ile kanıtlanmaktadır. Bu feromonal uyarım, erkek ve dişi arasındaki fiziksel uyarıcıların da eklenmesiyle birlikte dişide kızgınlık ve ovulasyonu uyarır (Neto vd., 2016).

Diğer uyarıcılar olmaksızın sadece erkek feromonlarına maruz bırakılan dişilerde nöroendokrin sistem reaksiyonu başlamakta ve üreme aktivitesi uyarılmaktadır (Ichimaru vd., 1999). Ichimaru vd. (1999) vücudun çeşitli bölgelerinden toplanmış olan teke kıllarının bir maske içinde dişilere uygulanmasının GnRH salgılanmasını başlattığını bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise aynı yöntemle LH salgılanma sıklığı ve ovulasyonun uyarılabildiği gösterilmiştir (Claus vd., 1990). Ancak koku alma duyusu köreltilmiş (anosmic) keçilerin de teke etkisine tepki vermeleri, teke etkisinde rol alan sinyallerin karmaşıklığını ortaya

koymaktadır. Sadece görsel veya işitsel uyarım koşullarında ise dişilerden herhangi bir reaksiyon gözlenmediği bildirilmiştir (Delgadillo vd., 2009).

5. “TEKE ETKİSİ”Nİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Teke katılımının uyarım etkisi sonucu, dişilerde ortaya çıkan reaksiyona ilişkin geniş bir varyasyon söz konusudur (Dardente vd., 2016). Bu nedenle teke etkisine karşılık dişilerden elde edilecek kızgınlık, ovulasyon ve gebelik oranı gibi yüksek olması istenen reaksiyonları etkileyebilecek faktörlerin incelenmesi ve göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda “teke etkisi”nin etkinliğinde farklı yaklaşımların söz konusu olabileceği ortaya koyulmuştur. Bu yaklaşımların dikkate alınması ile çiftlik düzeyinde teke etkisinden yararlanma etkinliği artırılabilir. Teke etkisini etkileyen faktörlerin kontrol altında tutulması ile başarı oranı yükselmektedir.

Teke etkisine karşılık elde edilen reaksiyonu etkileyen en önemli faktör gün uzunluğu olmaktadır. Dolayısıyla teke etkisindeki verimlilik, ırkların mevsimsel anöstrus süresi, anöstrus derinliği ve bu ırkların bulunduğu enlemlere göre değişmektedir. Anöstrus derinliği; dişilerin spontan kızgınlık dönemlerine kadar olan süre, sürüdeki spontan kızgınlık gösteren dişi yüzdesi, spontan ovulasyon oranı, erkek katımına duyarlılık düzeyi, LH salgılanma frekansı ve LH düzeyi ile ortaya koyulmaktadır. Genel olarak, LH salgılanma frekansı, anöstrusun derinliğini değerlendirmek için bir parametre olarak önerilmiştir (Ungerfeld, 2007). Üreme aktiviteleri mevsimle sınırlı ve anöstrus dönemi uzun olan ırklarda teke etkisi, anöstrusun son dönemlerinde ve üreme mevsimine geçişte etkili olmakta ve aşım mevsiminin birkaç hafta erkene alınabilmesine olanak tanımaktadır (Delgadillo vd., 2009). Örneğin, Rekik vd. (2014) Kuzey Afrika keçilerinde anöstrus dönemi ortasında teke etkisine karşılık elde edilen kızgınlık ve ovulasyon karşılıklarının tatmin edici seviyede olmadığını bildirmişlerdir. Anöstrus süresi ve derinliği daha az olan ırklarda ise başarılı bir mevsim dışı kızgınlık ve ovulasyon oranı elde edilebilmektedir (Rekwot vd., 2001).

Tekeler yıl boyunca eşeysel olarak aktif olsalar da dişilerdeki gibi sonbahar aylarında eşeysel aktivitenin üst düzeye çıktığı bir dönem sergilerler. Tekelerin testosteron üretimi ve üreme davranışları, aşım mevsimi dışında daha düşük seviyededir. Erkeklerin uyarım öncesi eşeysel olarak aktif olması, dişilerden elde edilecek reaksiyon düzeyini belirleyici olmaktadır. Anöstrus dişilerin uyarılmasında kullanılacak tekeler; besleme, yapay ışıklandırma, melatonin ve GnRH (Giriboni vd., 2019) gibi uygulamalarla aşım kondüsyonuna ulaştırılabilir. Teke etkisine karşılık keçilerden elde edilen kızgınlık ve ovulasyon karşılıklarında değişime neden olan diğer faktörler; tekenin libido ve davranış özellikleri, erkeğin sağladığı koku sinyalleri, keçi/teke oranı, uyarımın süresi, sosyal dominans, vücut kondüsyonu ve beslenme düzeyi gibi özelliklerdir (Martin vd., 2004; Bedos vd., 2010; Neto vd., 2016). Teke etkisine verilen reaksiyon bakımından daha önce doğum yapmış keçilerle doğum yapmamış keçiler arasında da farklılıklar bulunmaktadır (Neto vd., 2016).

Yine teke etkisinin sadece koku alma duyusunun bir sonucu olmadığı ve dişilerin; erkeklerin eşeysel davranış, koku, ses ve görüntü kombinasyonuna daha yüksek cevap verdikleri ortaya koyulmuştur (Martin vd., 2004; Delgadillo vd., 2009). Sadece koku duyusu aracılığıyla uyarım kızgınlık ve ovulasyon sağlasa da elde edilen karşılık doğrudan erkeklerle temasla

elde edilene göre düşük olmaktadır. Keçilerde, dişilerin sadece koku alma sinyallerine maruz kaldığı tüm çalışmalarda, ovulasyon gerçekleştiren dişilerin yüzdesi en fazla yaklaşık %50'ye ulaşmaktadır (Bedos vd., 2010). Vielma vd. (2009) erkeklerden yayılan koku sinyallerinin, dişi keçilerde LH'nın ilk salgılanmasını tetiklemek için yeterli olduğu halde, LH salgısının sürdürülmesi ve ovulasyonun oluşabilmesi için erkek eşeysel davranışlarının da uyarımda gerekli olduğunu göstermişlerdir.

Erkek uyarımının sürekli olması gerekliliği inancı yerine, son yıllarda yapılan çalışmalarla birlikte, kısa süreli tekrarlanan uyarımların yeterli olabileceği gösterilmiştir (Bedos vd., 2010; Ramirez vd., 2017). Bedos vd. (2010), tekelerin 15 gün süreyle günde 4 saat gibi kısa süreli katımıyla, her yeniden katımda tekrarlanan FSH ve LH salgılanmalarının, foliküler gelişim ve ovulasyonu gerçekleştirebilecek eşige ulaştırılabileceğini göstermişlerdir. Anöstrus dönemdeki dişilerde bu uyarım sonucu %94.4-100 arasında bir ovulasyon karşılığı elde edilmiştir. Ramirez vd. (2017) ise 15 gün süreyle her gün 2 saat veya daha az süreli hatta 15 dakika süreyle teke katımının kısa döngüyü uyarabildiğini ve ikinci döngünün normal luteal süreye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle pratikte aralıklı uyarımın kullanılması durumunda, diğer duyuşal sinyallerin de uyarıma dahil edilmesi gereklidir.

Tekelerin deneyimi de “teke etkisi” uyarımına elde edilen reaksiyonu etkileyebilmektedir (Fernandez vd., 2018). Ergin erkeklerin uyarım etkisi genç erkeklere göre daha yüksek olmakta ve bu durum koku yoğunluğu ve tecrübe ile ilişkilendirilmektedir (Ungerfeld vd., 2008). Ayrıca bazı ırklarda, erkeğin idrarını karnının üzerine sürerek koku etkisini artırması gibi bazı özel eşeysel davranışlar söz konusu olabilir. Irklar arasında farklı olabilecek bu tür davranışlar da dişilerden elde edilen kızgınlık ve ovulasyon karşılıklarını etkileyebilmektedir (Van Rooyen, 2013). Her bir ırk bazında bu farklılıkların teke uyarım etkisi üzerine etkileri saptanmalıdır.

Teke etkisinin istenen sonuçları sağlayabilmesi bakımından teke:keçi oranı ve uyarım yoğunluğu da önemlidir. Zarazaga vd. (2018) 3 ay süreyle yapay ışıklandırma uygulanmış tekeler ile teke etkisinin kullanımında 1:20 teke/keçi oranının optimum olduğunu ve %95 oranında ovulasyon ve %85 kızgınlık elde edilebildiğini bildirmişlerdir. 1:5 oranında teke katılan sürüde ise her iki oran da %93 olarak saptanmış olsa da bu iki grup arasında istatistik olarak bir fark gözlenmemiştir.

Erkek ve dişiler arasındaki ayrımın en az bir ay süreyle fiziksel, görsel, işitsel ve koklama duyusu temasını engelleyecek tam bir izolasyon koşulu sağlaması önerilmektedir (Oliveira vd., 2016). Ancak dişilerin tüm erkeklerden, rüzgarın yönünü dahi dikkate alarak tamamen izole edilmesinin gerekli olmadığı, dişilerin erkeklerle birlikte tutulduğu durumda bile yeni erkeklerin sürüye katılmasının dişilerde reaksiyon üretebileceği ortaya koyulmuştur (Delgadillo vd., 2009). Teke etkisi uyarımı amacıyla farklı dişi gruplarına aynı tekelerin katılması yerine değişimli olarak katılması uyarım etkinliğini artıracaktır (Bedos vd., 2010).

Teke etkisi sadece anöstrus dönemdeki dişilerde değil üreme mevsimi içindeki dişilerde de reaksiyona yol açmaktadır. Ancak teke etkisi, üreme mevsimi içinde spontan östrus döngü dağılımını değiştirmekte ve luteal fazdaki keçilerde progesteron düzeylerini etkilemezken, LH salgılanma frekansını yükseltmektedir. Dişilerin teke etkisine karşılık verdikleri endokrin

reaksiyon dışının bulunduğu kızgınlık döngüsü fazına göre progesteron hormonunun baskılayıcı etkisi nedeniyle farklılık göstermektedir (Neto vd., 2016). Teke katımından sonra gözlenen kısa döngüler, Corpus luteumun prematüre regresyonuna veya Corpus luteum oluşum sürecindeki düşük kaliteli folliküllere bağlı olarak Corpus luteumun yetersiz luteal hücreye sahip oluşu ve yetersiz progesteron salgılaması ile ilgili olmaktadır. Bu konudaki çalışma ve bilgi yetersizliği, aşım döneminde keçilerde kızgınlığın senkronizasyonu amacıyla teke etkisinin kullanım olanağını sınırlamaktadır (Delgadillo vd., 2009).

"Teke etkisi" ile ucuz ve etkili yapay tohumlama programlarının 10 günlük bir süre içinde gerçekleştirilebilmesi sağlanabilmektedir. Ancak, teke etkisinden sonra yapay tohumlama zamanı için kızgınlıkların en az 5-10 gün süreyle izlenmesi ve istenen gebelik oranlarının elde edilebilmesi için de çoklu yapay tohumlama uygulaması gerekmektedir (Pellicer-Rubio vd., 2016). Bu nedenle yapay tohumlama etkinliğini artırma amacıyla teke etkisinin diğer yöntemlerle kombine edilerek kullanılması söz konusudur.

Teke etkisine elde edilen reaksiyonlar değişken olabildiği için hormonal uygulamalar ile kombine edilerek etkinliği artırılabilir. Böylece teke etkisi ile birlikte kullanılan hormonal uygulamalarla keçilerden elde edilen kızgınlık ve ovulasyon karşılıkları artarken daha düşük dozlarda ve daha kısa sürelerde hormon kullanım olanağı yaratması dolayısı ile hormonların olası zararının bir miktar azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Amarantidis vd., 2004; Martin vd., 2004; Pellicer-Rubio vd., 2007; Zarazaga vd., 2013; Rekik vd., 2014). Pellicer-Rubio vd. (2007) ve Neto vd. (2015) teke etkisi ile gerçekleştirilen kızgınlık ve ovulasyon uyarımını takiben yapay tohumlama ile tatmin edici gebelik ve oğlaklama sonuçları elde edilebileceğini göstermişlerdir. Pellicer-Rubio vd. (2007) 11 günlük progestagen (fluorogestone acetate) veya doğal progesteron ve teke etkisi kombinasyonu ile teke katımından sonraki 36 ve 84. saatler arasında 24-36 saat süren ovulasyon öncesi LH salgılanması saptamışlardır.

Aynı zamanda "teke etkisi"nde tekenin uyarım etkinliğini artırmak için, yapay ışıklandırma, melatonin veya kısa gün etkisine (karanlık uygulama) maruz bırakma gibi yöntemlerin kombinasyonu kullanılabilir (Pellicer-Rubio vd., 2016). Erkek ve dişilerin 3 ay boyunca yapay ışıklandırma koşulları altında tutulmasının ardından melatonin uygulamalarıyla kısa gün etkisi sağlanarak anöstrus keçilerde kızgınlık ve ovulasyonun etkili bir şekilde uyarılabileceği gösterilmiştir (Pellicer-Rubio vd., 2007). Pellicer-Rubio vd. (2007) mevsime bağlı üreme aktivitesi sergileyen ve derin bir anöstrusa sahip ırklarda yapay ışıklandırma ile kombine edilen teke etkisinin etkili sonuçlar verdiğini ve keçilerin %99 oranında ovulasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada (Pellicer-Rubio vd. 2016) ise erkek ve dişilere yapay ışıklandırma uygulanmış, yıl ve sürüye bağlı olarak teke katımından sonraki 13 gün içinde keçilerin %69.6-93'ünün kızgınlık gösterdiği ve %80-100'ünde ovulasyon şekillendiği bildirilmiştir. Kısa siklus gösteren keçilerin teke katımından 1.9-2.3 gün sonra, normal döngü gösterenlerin 6.9-7.5 gün sonra kızgınlık gösterdikleri saptanmıştır. Aynı çalışmada, teke etkisi uyarımıyla keçilerin %70'inin iki kez ovulasyon gösterdiğini, 13 günlük bir süre içinde kısa kızgınlık döngüsünü takiben normal bir döngü oluştuğu bildirilmiştir. Bu keçilerin %21'i kısa, %94'ü ise normal döngü göstermiştir. Araştırmacılar, 90 gün süreyle yapay ışıklandırma uygulamasının ardından teke etkisi sonrası

yapay tohumlamanın teke katımından 7 veya 8. günlerde tek veya iki kez yapılabileceğini bildirmişlerdir. Zarazaga vd. (2013) da anöstrus döneminde teke etkisi ile melatonin hormonunun kombine edildiği durumda %81.8 oranında kızgınlık sağlandığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada (Zarazaga vd., 2019), 83 gün süreyle uzun gün etkisi uygulanan tekeler ile sürüde %92 oranında, melatonin uygulanan tekeler ile %100 oranında kızgınlık uyarımı ve sırasıyla %75 ve %69 oranında gebelik elde edildiği bildirilmiştir. Fernandez vd. (2018) deneyimsiz 11 aylık tekelere 2.5 ay süreyle ışıklandırma uygulaması sonrası teke etkisinin artırılabilirliğini ve deneyimli tekeler kadar kızgınlık ve ovulasyon uyarımı sağlayabildiklerini bildirmişlerdir. Anöstrus dönemdeki dişilerin ovulasyon oranları deneyimsiz ve deneyimli tekeler için sırasıyla %82 ve %83 ve gebelik oranları yine sırasıyla %70 ve %68 olmuştur. Mendieta vd. (2018) ise teke ve keçilere yapay ışıklandırma uygulaması sonrası laktasyonel anöstrus döneminde teke katımıyla %100 kızgınlık oranı elde etmişlerdir.

Teke katımı öncesi keçilerin progestagenler ile uyarılması da teke katımından sonraki ilk döngünün normal bir fonksiyona sahip Corpus luteum ile birlikte şekillenmesini sağlamaktadır (Ungerfeld, 2007). Yine, tekelerin aşım mevsimi dışında GnRH analogları ile muamele edilmesi ile testosteron ve sperm miktar ve kalitesinde artış elde edilmektedir (Giriboni vd., 2019).

6. “TEKE ETKİSİ”NİN ÇİFTLİK DÜZEYİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Konu ile ilgili çalışmaların incelenmesi sonrası çiftlik düzeyinde teke etkisinden pratik yararlanma konusundaki öneriler aşağıda sıralanmıştır (Gökdal, 1996; Ungerfeld ve Rubianes, 2001; Ramos vd., 2005; Ungerfeld vd., 2006; Ungerfeld, 2007; Bedos vd., 2010; Van Rooyen, 2013; Zarazaga vd., 2018; Giriboni vd., 2019).

1. Keçilerin planlanan aşım döneminden az bir ay önceden başlayarak teke ve diğer erkeklerden tam bir izolasyonu sağlanmalıdır. İdeal ayrım süresi 45-60 gündür. Merada dişi keçiler ve erkekler arasında en az 1000 m mesafe olmalı, merada bu mesafeyi koruyacak ve fiziksel temas sağlamayacak çitler veya teller bulunmalıdır. Hayvanların kapalı ağıllarda tutulduğu zamanlarda da fiziksel, ses, koku ve görüntü teması olmayacak şekilde izole edilmeleri gereklidir. Koçların da anöstrustaki dişi keçileri etkileme olasılığı olduğundan, koçların izolasyon koşullarını bozmamasına da dikkat edilmelidir.

2. Komşu işletmelerde yer alan erkek hayvanların da sağlanan izolasyon koşullarını bozmamasına dikkat edilmelidir.

3. Kullanılacak tekelerin çiftleşme periyodundan en az 40 gün önce iskelet yapısı, bacaklar, gözler, vücut kondisyonu ve üreme organ ve davranışları yönünden fiziksel muayeneleri yapılmalıdır. Vücut kondisyon puanı düşük veya fazla yağlanmış tekeler, keçilerden elde edilecek kızgınlık oranının düşük olmasına yol açacaktır.

4. Teke etkisini sağlamak için aşımda kullanılacak teke sayısı geleneksel aşım programlarına göre daha fazla olmalıdır. Sürüye katılan uyarıcı tekelerin oranı 1:5 (5 keçi 1 teke) olmalıdır.

Ancak, uygulamada üç ay süre ile uzun gün etkisine maruz bırakılmış ve 1:20 oranında katılmış tekelerle optimum uyarım sağlanabilir.

5. Flushing gibi özel besleme programları başarıyı artıracaktır. Bunun için de hayvanlar planlanan aşım döneminden 3-4 hafta önce başlamak üzere, aşım döneminde de 1-2 hafta devam eden enerji ve protein değeri yüksek yemlerle beslenmelidir. Uygulamada hayvanlara mera dönüşü akşam bir öğün 250-500 g kadar yem verilmesi yeterli olacaktır.

6. Doğum dönemi sonrasında (postpartum dönem ve erken laktasyonel anöstrus dönemi) yapılacak uygulamalarda teke etkisine elde edilecek karşılık daha düşük olacaktır. Doğumdan sonra hayvanlara üreme organları için yenilenme ve dinlenme fırsatının verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, keçilerde laktasyonun baskılayıcı etkisi nedeniyle doğum sonrası ilk 3 aylık dönemde erkek etkisine reaksiyonlar düşük seviyede olacaktır.

7. Gebelik oranları, aşım dönemi dışındaki uygulamalarda normal aşım mevsiminin bir ay öncesine kadarki dönemlere kıyasla daha düşük olacaktır. Teke etkisine elde edilecek karşılık, doğal üreme mevsimine yaklaşıldığı oranda yükselmektedir.

8. Teke ve keçilerin ırk özellikleri teke etkisinin başarısını etkileyebilmektedir.

9. Soğuk veya sıcak stresi gibi iklimsel faktörler de teke etkisinin başarısına etki etmektedir. Teke katımlarının serin saatlerde yapılması önerilmektedir.

10. Tekelerin aşım tecrübeleri ve yaşları da önemli etkenlerdir. Uyarım etkisi için genç tekeler tek başlarına kullanılmamalıdır.

11. Dişiler tekelerin bulunduğu sürüye sonradan katılan “yeni” tekelerin farkına varmakta ve iyi bir düzeyde tepki verebilmektedirler. Bu nedenle dişi gruplarına değişimli olarak teke katımı yapılabilir.

12. Anöstrus dönemde erkek etkisi ile bir veya iki ovulasyon uyarımından sonra dişiler tekrar anöstrusa geri dönmektedirler.

13. Yüksek bir uyarım etkisi için ayırım periyodu sonrası dişiler ile erkeklerin sürekli birlikte bulundurulması gerekmez. 15 gün süreyle günde 2 saat veya daha az süreyle teke katımı yapılması yeterli görülmektedir.

14. Melatonin, GnRH, yapay ışıklandırma ve varsa östrus dişiler ile tekeleri bir araya getirme uygulamaları ile aşım öncesi dönemde tekelerin uyarılması ile teke etkisinin uyarım etkinliği artırılabilir.

7.SONUÇ

Teke etkisi ile keçilerde üreme döngüsünün kontrol edilmesi, et ve sütün yılın istenen zamanında üretilmesini sağlayabilir. Sadece entansif işletmelerde değil, ekstansif işletmelerde de uygulanması kolay ve ucuz bir tekniktir. Üreme teknolojilerine alternatif olarak özellikle organik keçicilik işletmelerinde kolaylıkla uygulanabilir. Böylece sürüde kızgınlıklar istenen zamanda oluşturulacak, mevsime bağlılık azalacak ve işletme kaynakları optimum düzeyde

değerlendirilecektir. Yöntem doğal, basit ve ucuz olsa da içerdiği karmaşık mekanizmaların ve etkileyen faktörlerin tam olarak bilinmemesi başarıyı büyük oranda etkilemektedir. İlerleyen yıllarda, mevsimsel üreme aktivitesinde rol alan nöroendokrin mekanizmaların, nöropeptit ve nörotransmitterlerin daha iyi anlaşılması, üremenin kontrolü bakımından yeni yöntem ve uygulamaların geliştirilebilmesini sağlayabilir. Örneğin, teke etkisini sağlayan uyarıcı sinyallerin etkisi tanımlanmış olsa da, domuzlarda kullanılabilen sentetik feromonlar gibi özel uyarıcıların keçilerde çiftlik düzeyinde kullanımı ile ilgili bir gelişme bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Amarantidis, I., Karagiannidis, A., Saratsis., Ph. And Brikas, P. 2004. Efficiency of methods used for estrous synchronization in indigenous Greek goats. *Small Ruminant Research*, 52(3), 247-252.
- Avdi, M., Leboeuf, B. and Terqui, M. 2004. Advanced breeding and “buck effect” in indigenous Greek goats . *Livestock Production Science* 87, 251– 257.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fritz-Rodriguez, G., Keller, M., Malpaux, B., Poindron, P. and Delgadillo, J.A., 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behaviour* 58, 473-477.
- Carrillo, E., Tejada, L.M., Meza-Herrera, C.A., Arellano-Rodríguez, G., Garcia, J.E., De Santiago-Miramontes, M.A., Mellado, M. and Véliz, F.G. 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Livestock Science*, 141, 202–206.
- Claus, R., Over, R. and Dehnhard, M. 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim Reprod Sci*, 22, 27–38.
- Dardente, H., Lomet, D., Robert, V., Decourt, C., Beltramo, M. and Pellicer-Rubio, M.T. 2016. Seasonal breeding in mammals: From basic science to applications and back *Theriogenology* 86, 324–332.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawkend, P.A.R. and Martin, G.B. 2009. The ‘male effect’ in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*, 200, 304–314.
- Fernández, I.G., Medina, E.F., Flores, J. A., Hernández, H, Vielma, J., Fitz-Rodríguez, G. and Duarte, G. 2018. Absence of previous sexual experience did not modify the response of anoestrous goats to photo-stimulated bucks in Spring, *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 306-311.
- Flores, J.A., Malpaux, B., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez, De La Escalera G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B. and Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology of Reproduction*, 64,1409-1414.
- Giriboni, J., Gökdal, Ö., Eren, V., Yaralı, E., Santiago-Moreno, J. and Ungerfeld, R. 2019. Daily administration of a GnRH analogue enhances sperm quality in bucks during the non-breeding season. *Animal Reproduction Science*, 200, 43-50.
- Gökdal, Ö. 1996. Koyunlarda koç etkisi ve feromonlar. *YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni ABD, Doktora Semineri (Basılmamış)*.
- Gökdal, Ö. and Ungerfeld, R. 2016. Buck Effect. *Agrotime*, 4(20), 90-93.

- Ichimaru, T., Takeuchi, Y. and Mori, Y. 1999. Stimulation of the GnRH Pulse Generator Activity by Continuous Exposure to the Male Pheromones in the Female Goat *Journal of Reproduction and Development*, 45(4), 243–248.
- Iwata, E., Wakabayashi, Y., Kakuma, Y., Kikusui, T., Takeuchi, Y. and Mori, Y. 2000. Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biology of Reproduction* 62, 806-810.
- Martin, G.B., Milton, J.T., Davidson, R.H., Banchero-Hunzicker, G.E., Lindsay, D.R. and Blanche, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants, *Anim Reprod Sci*, 82, 231-245.
- Mayorga, I., Mourad, R., Mara, L., Gallus, M., Ulutaş, Z. and Dattena, M. 2019. Organic breeding in Sarda ewes: Utilization of the ram effect in an artificial insemination program. *Small Ruminant Research*, 174, 131–134.
- Mellado, J., Veliz, F.G., de Santiago, A., Meza-Herrera, C. and Mellado, M. 2014. Buck-induced estrus in grazing goats during increasing photoperiod and under cold stress at 25° N. *Veterinarija ir Zootechnika (Vet Med Zoot)* 66(88), 40-45.
- Mendieta, E.S., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Flores, M.J., Nandayapa, E., Vélez, L.I., Zarazaga L.A., Bedos, M., Terrazas, A. and Hernández, H. 2018. Subtropical goats ovulate in response to the male effect after a prolonged treatment of artificial long days to stimulate their milk yield. *Reprod Dom Anim.*, 53, 955–962.
- Murata K., Wakabayashi, Y., Kitago, M., Ohara, H., Watanabe, H., Tamogami, S., Warita, Y., Yamagishi, K., Ichikawa, M., Takeuchi, Y., Okamura, H. and Mori Y. 2009. Modulation of gonadotrophin-releasing hormone pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. *J. Neuroendocrinology* 21, 346-350.
- Neto, A.M.V., Salles, M.G.F., de Araújo, É.P., Rodrigues, I.C.S., da Rocha, D.R. and de Araújo, A.A. 2016. Male effect: sustainability and effectiveness in inducing estrus in goat. *Journal of Veterinary Andrology*, 1(1), 13-23.
- Neto, A.M.V., Salles, M.G.F., Rodrigues, I.C.S., Freitas, V.J.F., Moura, A.A.A.N. and de Araújo, A.A. 2015. Insemination of dairy goats with estrus induced by the male effect during rainy and dry seasons in Northeastern Brazil *Journal: Journal of Advances In Agriculture* 4(1), 350-355.
- Oliveira, L.R., Moura, M.T., Ferreira-Silva, J.C., Nascimento, P.S., Almeida-Irmão, J.M., Neto, L.M.F., Lima, P.F. and Oliveira, M.A.L. 2016. Nulliparous Anglo-Nubian goats submitted to male effect under contrasting climatic conditions. *Livestock Research for Rural Development*, 28, 7.
- Omontese, B.O., Rekwot, P.I., Ate, I.U., Ayo, J.O., Kawu, M.U., Rwuaan, J.S., Nwannenna, A.I., Mustapha, R.A. and Bello, A.A. 2016. An update on oestrus synchronisation of goats in Nigeria. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 5(2), 96–101.
- Pellicer-Rubio, M.T., Boissard, K., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonn'e, J.L. and Leboeuf, B. 2016. Evaluation of hormone-free protocols based on the “male effect” for artificial insemination in lactating goats during seasonal anestrus. *Theriogenology*, 85, 960–969.
- Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonn'e, J.L., Senty, E. and Chemineau, P. 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod *Animal Reproduction Science*, 98, 241–258.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

- Ramírez, S., Bedos, M., Chasles, M., Hernández, H., Flores, J.A., Vielma, J., Duarte, G., Retana-Márquez, M.S., Keller, M., Chemineau, P. and Delgadillo, J.A. 2017. Fifteen minutes of daily contact with sexually active male induces ovulation but delays its timing in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*, 87, 148–153.
- Ramos, M.A., González, S., de Castro, T. and Ungerfeld, R. 2005. Efecto Macho: una herramienta que permite un mayor desempeño reproductivo de la majada. *Revista del Plan Agropecuario*, 116, 25-28.
- Rekik, M., Othmane, H.B., Lassoued, N and Sakly, C. 2014. Efficiency of Oestrous Synchronization by GnRH, Prostaglandins and Socio-Sexual Cues in the North African Maure Goats. *Reprod Dom Anim.*, 49, 499–504.
- Rekwot, P.I., Ogwu, D., Oyedip,e E.O. and Sekoni, V.O. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, 65,157-170.
- Restall, B.J. 1988. The artificial insemination of Australian goats stimulated by the buck effect. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 17, 302-305
- Sakamoto, K., Wakabayashi, Y., Yamamura, T., Tanaka, T., Takeuchi, Y., Mori, Y., Okamura, H. 2013. A population of kisspeptin/neurokinin B neurons in the arcuate nucleus may be the central target of the male effect phenomenon in goats. *PLoS ONE* 8(11), e81017.
- Sankarganesh, D., Ramachandran, R., Ashok, R., Saravanakumar, V.R. Sukirtha, R., Archunan, G. And Archiraman, S. 2018. Buck odor production in the cornual gland of the male goat, *Capra hircus*-Validation with histoarchitecture, volatile and proteomic analysis. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 55, 183-190.
- Singh, N., Mehrotra, S., Maurya, V., Balamurugan, B., Singh, G., Patel, B.H.M, Chaudhary, J.K. and Krishnaswamy, N. 2018. Oestrus synchronization in goats using impregnated intravaginal sponge and buck effect *Indian Journal of Small Ruminants*, 24(2), 248-252.
- Sugiyama, T., Sasada, H., Masaki, J. and Yamashita, K. 1981. Unusual Fatty Acids with Specific Odor from Mature Male Goat, *Agricultural and Biological Chemistry*, 45(11), 2655-2658.
- Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signalling and gonadal function: Opportunities for reproductive management in domestic ruminants. *Society of Reproduction and Fertility supplement*, 64, 207-221.
- Ungerfeld, R. 2015. Male effect in small ruminants. Lecture notes at Adnan Menderes University, 9-22 October 2015, Aydın, Turkey
- Ungerfeld, R. and Rubianes, E. 2001. Corderos tempranos, estrategia reproductiva que genera nuevas alternativas productivas. *Revista del Plan Agropecuario*, 98, 32-35.
- Ungerfeld, R., Ramos, A. and González, S. 2006. Alternativas productivas manejando el momento de encarnadura: oferta de corderos fuera de época. *Cerro Largo Rural*, 9, 44-47.
- Ungerfeld, R., Ramos, M. and Gonzales Pensado, S., 2008. Ram effect: Adult rams induce a greater reproductive response in anestrus ewes than yearling rams. *Animal Reproduction Science*, 103, 271-277.
- Van Lancker, S., Van Den Broeck, W. and Simoens, P. 2005. Morphology of caprine skin glands involved in buck odour production. *The Veterinary Journal*, 170, 351–358.
- Van Rooyen, J.A. 2013. The Male Effect in sheep and goats. *Grootfontein Agric.*, 13, 1.

Vielma, J., Chemineau P., Poindron, P., Malpoux, B. and Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Hormones and Behavior*, 56, 444–449.

Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B. and Restall, B.J., 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52, 243–257.

Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Gallego-Calvo, L., Celi, I., Guzman, J.L. 2013. Short communication. Melatonin improves the reproductive performance of seasonal anoestrus goats exposed to buck effect during early post-partum. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4), 997-1003.

Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Gallego-Calvo, L.M. and Guzman, J.L. 2018. When using photostimulated bucks to induce the male effect in female goats living at Mediterranean latitudes, a male: female ratio of 1:20 is optimum. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 883–887.

Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Hernández, H., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. and Guzman, J.L. 2019. Photoperiod-treated bucks are equal to melatonin-treated bucks for inducing reproductive behaviour and physiological functions via the “male effect” in Mediterranean goats. *Animal Reproduction Science*, 202, 58–64.

**SÜT SIĞIRLARINDA KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUS (QTL) GENETİK
HARİTALARI**

QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) GENETIC MAPS IN DAIRY CATTLE

Mehmet SARAÇOĞLU

Harran Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Selahaddin KİRAZ

Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Seyrani KONCAGÜL

Ankara Üniversitesi

ÖZET

Moleküler teknikler; biyoloji, ziraat, tıp, veteriner, ormancılık, balıkçılık gibi çalışma alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. PCR dayalı moleküler teknikler; AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), RAPD-PCR (Randomly Amplified Polymorphic DNA), PCR-RFLP (PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism) ve Mikrosatelit (STR: short tandem repeat) analizleridir. Moleküler markerler, populasyonlarda genetik tanımlama, genetik (linkage) haritalar, kantitatif özelliklerin haritalanması (QTL), marker destekli seleksiyon (MAS) çalışmaları, filogenetik analizler, ebeveyn ve cinsiyet tayini ve bazı hastalıkların genetik tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında ekonomik önemi olan bir çok karakter kantitatif özelliktedir ve temelinde bir çok gen rol oynamaktadır. Moleküler genetik tekniklerinin kullanılmasıyla, söz konusu karakter ya da karakterlere önemli etkisi olan lokusların (QTL) belirlenmesi ve ortaya çıkarılması amaçlanır. Kantitatif özellik lokuslar (QTL), verim özelliklerine önemli katkı sağlayan genomik bölgeleri içeren kromozomal lokuslardır. Son zamanlarda yapılan çeşitli çalışmalarda farklı kromozomlar üzerinde süt verimini etkileyen önemli QTL bölgeleri tespit edilmiştir. QTL tanımlama, belirteç yardımıyla seleksiyon uygulamalarında genetik ıslah potansiyelini önemli derecede arttırmaya sahiptir. Genomik seleksiyon uygulamalarında, seleksiyon süresi kısadır, genetik ilerleme hızlıdır, damızlık değerinin belirlenmesi ve damızlık seçimi güvenlidir. Modern ıslah organizasyonları, seleksiyon hedefleri için genom teknolojilerini kullanmak istemektedirler. Klasik seleksiyona entegre olarak moleküler belirteçler yardımı (Marker-Assisted Selection: MAS) ile yapılan genomik seleksiyon uygulamaları hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Moleküler markerler, Sığır, Kantitatif özellik lokuslar (QTL), MAS

ABSTRACT

Molecular techniques; widely used in biology, agriculture, medicine, veterinary, forestry, fishing. Molecular techniques based on PCR; AFLP (Amlified Fragment Length Polymorphism), RAPD-PCR (Randomly Amplified Polymorphic DNA), PCR-RFLP (PCR-Restriction Fragment Leght Polymorphism) and Microsatellites (STR: short tandem repeat) analysis. Molecular markers are widely used in genetic identification of populations, linkage maps, quantitative trait mapping (QTL), marker assisted selection (MAS) studies, phylogenetic analysis, parental and sex determination and genetic diseases. Many characters of economic importance in livestock are quantitative and many genes play a fundamental role. Molecular genetic techniques are used to identify and reveal loci (QTLs) that have significant effects on yield characters. Quantitative traits loci (QTL) are chromosomal loci containing genomic regions that contribute significantly to yield traits. Several recent studies have identified important QTL regions that affect milk yield on different chromosomes. QTL identification has the potential to significantly increase the genetic breeding potential in marker-assisted selection. In genomic selection applications, selection time is short, genetic progress is fast, breeding value determination and animal selection is safe. Modern animal selection organizations want to use genome technologies for selection targets. Genomic selection with molecular markers (Marker-Assisted Selection: MAS) integrated with classical selection is aimed.

Keywords: Molecular markers, Cattle, QTL, MAS

1.GİRİŞ

Moleküler belirteç olarak mikrosatelitler (STR: short tandem repeat), kısa ardışık tekrarlanan dizinler olup genomda bulunan polimorf lokuslardır. Tekrarlanan bu baz dizileri 2-6 baz çifti uzunluğunda olup genom içerisinde mono, di, tetra nükleotid permütasyonların herhangi biri şeklinde ardışık olarak tekrarlanan kısa DNA segmentleridir (Bishop ve ark., 1994). Mikrosatelit DNA segmentlerin uzunluğu genel olarak 100-250 bp kadardır. Sığırlarda (Bishop ve ark., 1994; Ihara ve ark., 2004), keçilerde (Vaiman ve ark., 1996) ve koyunlarda (Crawford ve ark., 1995) genetik (linkage) haritalar mikrosatelit markörlerle oluşturulmuştur. Koyunlara süt üretim özelliklerinin (Diez-Tascón ve ark., 2001), sığırlarda büyüme ve karkas özelliklerinin (Casas ve ark., 2004), süt üretimi, sağlık ve üreme özelliklerinin (Ashwell ve ark., 2004) QTL haritalaması mikrosatelit belirteçler kullanılarak yapılmıştır.

Mikrosatelit belirteçler ile sığır genom için linkage haritaları geliştirilmiştir (Bishop ve ark., 1994; Barendse ve ark., 1994; Ma ve ark., 1996; Barendse ve ark., 1997; Kappes ve ark., 1997). Bununla beraber linkage haritaları, sığırlarda QTL haritalanmasını mümkün kılmıştır.

2. QTL (KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUS) HARİTALARI

Çiftlik hayvanlarında ekonomik önemi olan bir çok karakter kantitatif özelliktedir ve temelinde bir çok gen rol oynamaktadır. Moleküler genetik tekniklerinin kullanılmasıyla, söz konusu karakter ya da karakterlere önemli etkisi olan lokusların (QTL) belirlenmesi ve ortaya çıkarılması amaçlanır.

Nadesalingam ve ark. (2001) yaptıkları araştırmada Siyah Alaca sürüsünde kromozom 1 ve 6'da mikrosatelit markörlerle tarama ile 305 günlük süt verimi, süt yağı ve proteini ile ilgili

önemli QTL bölgelerini tespit etmişlerdir. Çalışmada, süt (340-640 kg), yağ (15.6-28.4 kg) ve protein (14.4-17.6 kg) verimlerinin damızlık değeri üzerine QTL etkisinin önemli olduğu gösterilmiştir.

Plante ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada, Siyah Alaca sürüsünde 69 mikrosatelit markörle 3, 5, 9, 10, 13, 15, 17, 20, 23, ve 26. kromozomlar üzerinde toplam 676 cM'luk bölgenin taranmasıyla 305 günlük süt verimi, süt ve proteini ile süt ve yağ yüzde içerikleri üzerine QTL etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, 20. ve 26. kromozomlar üzerinde süt, yağ ve protein verimini, 3. kromozom üzerinde süt ve yağ yüzdelerini önemli derecede etkileyen QTL bölgelerinin varlığını tespit etmişlerdir. Çalışmada, süt (438-658 kg), yağ (17.4-24.9 kg) protein (13-17 kg arasında), %yağ (0.04-0.07) ve %protein (0.07-0.10) verimlerinin damızlık değeri üzerine QTL etkisinin önemli olduğu gösterilmiştir.

Heyen ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada, Kuzey Amerika Holstein-Friesian sürüsünde kız-torun (granddaughter) araştırma desenini kullanarak üretim özelliklerini etkileyen QTL bölgeleri tespit etmek için 2551 cM'luk genom bölgesini (%85) 174 markörle taramışlardır. Bununla beraber her bir markörün süt verimi, yağ verimi, protein verimi, %protein, %yağ, somatik hücre sayısı üzerine etkileri araştırmışlardır. 3. ve 14. kromozomlarda %yağ üzerine markör etkili QTL lokasyonunu bulmuşlardır. Benzer şekilde İsrail Siyah Alaca süt sığırlarında yapılan çalışmada da 14. kromozom üzerinde %yağ verimini etkileyen QTL'in varlığı tespit edilmiştir (Weller ve ark., 2003). Araştırmacılar tanımlanan QTL bölgelerinin markör destekli seleksiyon programları için kullanışlı olacağını bildirmişlerdir.

Druet ve ark. (2006), Fransa'da süt sığırlarında markör destekli seleksiyon programını uygulamışlardır. Bu amaçla, kromozom 6, 14, 20 ve 26 üzerinde segrege olan önceki çalışmalarla tanımlanan 4 QTL ile genetik varyansın payını tespit etmeye çalışmışlardır. MAS uygulamasında Fransa Holstein populasyonundan 54 sürü içerisinde 3974 boğada 11 markör kullanarak genotiplendirme yapmışlardır. Süt, yağ ve protein verimi ile %yağ ve %protein olmak üzere beş farklı süt özelliği ve 4 QTL için parametre tahmin etmişlerdir. Süt bileşim özellikleri için genetik varyansın önemli bir kısmı QTL tarafından açıklanmıştır. %yağ ve protein üzerine 6., 14. ve 20. kromozomlardaki QTL'in önemli etkiye sahip olduğu, bununla birlikte QTL tarafından genetik varyansın payı sırasıyla süt, yağ ve protein verimi ile %yağ ve %protein için %27, 30.7, 24.1, 48.2, ve 33.6 oranlarında açıklandığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmacılar, birkaç QTL ile genetik varyansın büyük bir kısmı tespit edilebildiği için, bunların MAS da kullanımı süt sığırı yetiştirme programları için faydalı olabileceği bildirilmiştir.

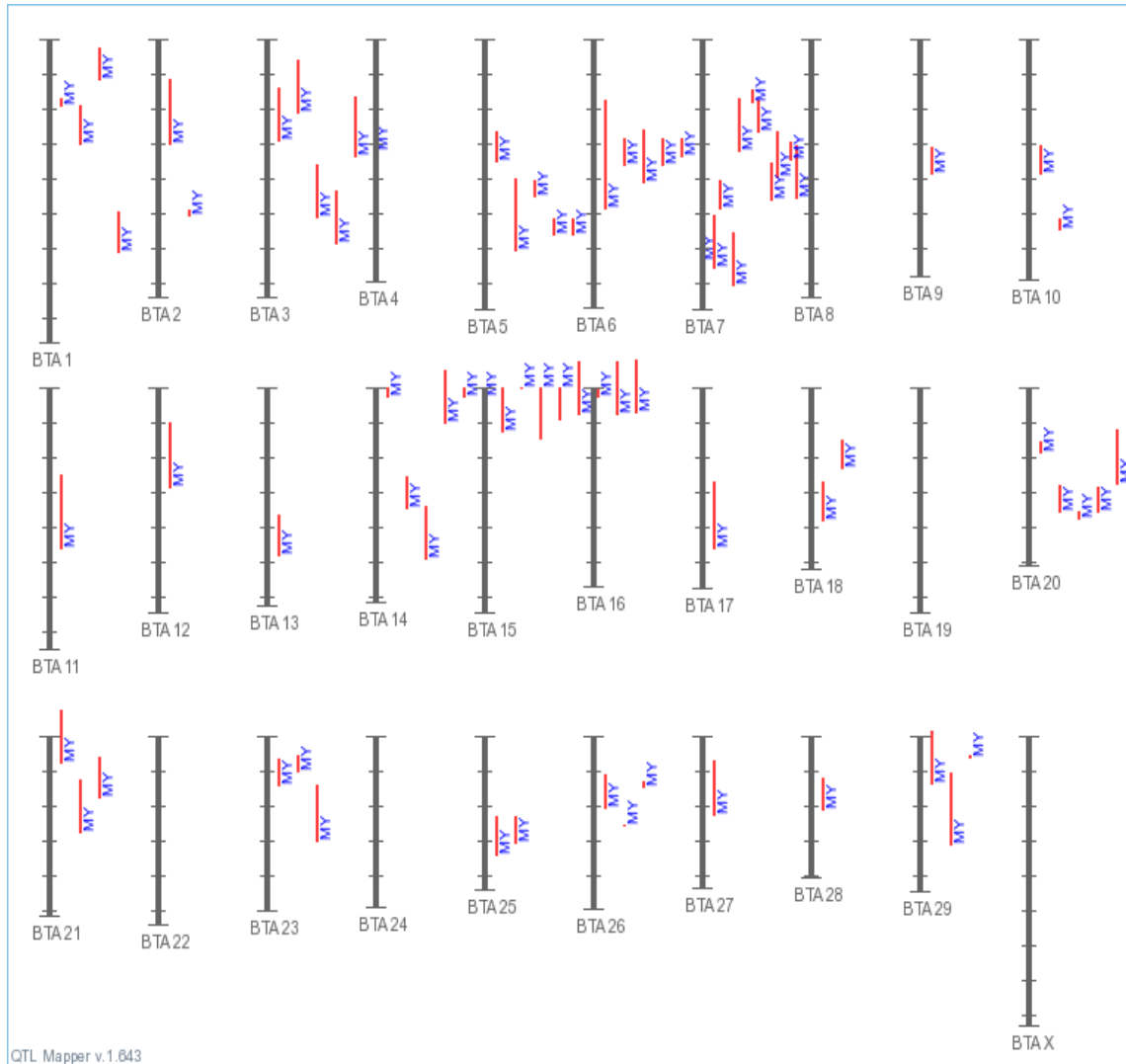
Chen ve ark. (2006), Çin Holstein populasyonunda süt verim özelliklerini etkileyen QTL bölgelerini tespit etmek için 26 sürüde (2260 dişi evlatlarda), 6. kromozom üzerinde 63.6 cM bölgeyi 14 mikrosatelit markörle taramışlardır. Çalışmada, BMS470 markörüne yakın yağ verimin önemli derecede etkileyen bir QTL belirlemişlerdir. Bununla birlikte Velmala ve ark. (1999), Fin Ayrshire süt sığırlarında 6. kromozomda 11 markör ile süt üretim özelliklerini etkileyen QTL bölgelerini belirlemişlerdir.

Szyda ve ark. (2005), Alman Holştayn süt sığırı populasyonunda süt üretim özellikleri için 6. kromozomda QTL için toplam genetik varyansın payını tahmin etmeye çalışmışlardır. Kromozomal bölge yaklaşık 70 cM ve 6 mikrosatelit markör ile taranmıştır. QTL pozisyonu süt verimi için 18, 31 ve 17 cM, yağ için 25, 17, 9, protein için 16, 30, 17 olarak tespit etmişlerdir. Adı geçen araştırmacılar Alman Siyah Alaca sığırları için markör destekli genetik seleksiyonun rutin uygulamasında belirlenen QTL parametre verilerinin kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Ashwell ve ark. (2004), 367 mikrosatelit markör ile sığır genomunun yaklaşık 7.3 cM'luk aralıklarla toplam 2713.5 cM'luk bölgesini taramışlardır. Gebelik oranı, süt, ya ve protein verimi ile %yağ ve protein, somatik hücre skoru gibi fenotipik özellikler için QTL tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, 3. kromozomda %yağ ve protein verimini, 6. kromozomda %protein ve yağı, 14. kromozomda %yağı, 18. kromozomda gebelik oranını ve 20. kromozomda %proteinini etkileyen önemli QTL bölgelerini tanımlamışlardır. Bu bulguların ekonomik önemi olan özelliklerin ıslahı için markör destekli seleksiyon programlarında kullanılabileceği bildirilmiştir.

Viitala ve ark. (2003), Fin Ayrshire sürülerinde süt üretimini etkileyen QTL haritasının oluşturmak için tüm genomun 2664 cM'luk kısmını 150 markör ile taramışlardır. 14. kromozomda %yağ, 12. kromozomda yağ verimini etkileyen QTL tanımlamışlardır. Buradaki bulguların Holştaynlar üzerinde yapılan önceki çalışmalarla benzer olduğu belirtilmiştir.

Son zamanlarda yapılan çeşitli çalışmalarda farklı kromozomlar üzerinde süt verimini etkileyen önemli QTL bölgeleri tespit edilmiştir. Sığırlarda QTL veri tabanında, süt verimine ilişkin kantitatif özellik lokuslar (QTL) Şekil 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Sığır genomunda süt verimini (MY) etkileyen QTL bölgeleri
(<http://www.animalgenome.org/QTLdb/cattle.html>)

QTL tanımlama, belirteç yardımıyla seleksiyon uygulamalarında genetik ıslah potansiyelini önemli derecede arttırmaya sahiptir. Islah programları seleksiyon hedefleri için QTL haritalarını kullanmak istemektedirler. Fenotipik değerlere göre yapılan klasik seleksiyon yöntemleri ile birlikte kademeli olarak MAS ile yapılan genomik seleksiyonun yer alması hedeflenmektedir. Genomik seleksiyon uygulamalarında, seleksiyon süresinin kısalabileceği, genetik ilerleme hızının artabileceği, damızlık değerin belirlenmesi ve damızlık seçiminin daha güvenli olacağı bildirilmiştir (Hayes ve ark., 2009).

Hayvan popülasyonlarında moleküler tekniklerle genetik ilişkilerin belirlenmesi, verim-gen ilişkilerinin belirlenmesi ve bu ilişkilerin uygulamaya aktarılması ile hayvancılığın geliştirilmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Ashwell, M.S., Heyen, D.W., Sonstegard, T.S., Van Tassell, C.P., Da, Y., VanRaden, P.M., Ron, M., Weller, J.I., Lewin, H.A. 2004. Detection of quantitative trait loci affecting milk production, health, and reproductive traits in Holstein cattle. *J. Dairy Science*. 87(2):468-475.

Barendse, W., S. M. Armitage, L. M. Kossarek, A. Shalom, B. W. Kirkpatrick, A. M. Ryan, D. Clayton, L. Li, H. L. Neibergs, N. Zhang, W. M. Grosse, J. Weiss, P. Creighton, F. McCarthy, M. Ron, A. J. Teale, R. Fries, R. A. McGraw, S. S. Moore, M. Georges, M. Soller, J. E. Womack, and D. J. S. Hetzel. 1994. A genetic linkage map of the bovine genome. *Nature Genetics*. 6:227-235.

Barendse, W., D. Vaiman, S. J. Kemp, Y. Sugimoto, S. M. Armitage, J. L. Williams, H. S. Sun, A. Eggen, M. Agaba, S. A. Aleyasin, M. Band, M. D. Bishop, J. Buitkamp, K. Byrne, F. Collins, L. Cooper, W. Coppieters, B. Denys, R. D. Drinkwater, K. Easterday, C. Elduque, S. Ennis, G. Erhardt, L. Ferretti, N. Flavin, Q. Gao, M. Georges, R. Gurung, B. Harlizius, G. Hawkins, J. Hetzel, T. Hirano, D. Hulme, C. Jorgensen, M. Kessler, B. W. Kirkpatrick, B. Konfortov, S. Kostia, C. Kuhn, J. A. Lenstra, H. Leveziel, H. A. Lewin, B. Leyhe, L. Lil, I. M. Buriel, R. A. McGraw, R. J. Miller, D. E. Moody, S. S. Moore, S. Nakane, I. J. Nijman, I. Olsaker, D. Pomp, A. Rando, M. Ron, A. Shalom, A. J. Teale, U. Thieven, B. G. D. Urquhart, D. I. Vage, A. Van de Weghe, S. Varvio, R. Velmala, J. Vilkki, R. Weikard, C. Woodside, J. E. Womack, M. Zanotti, and P. Zaragoza. 1997. A medium density genetic linkage map of the bovine genome. *Mammalian. Genome*. 8:21-28.

Bishop, M.D., Kappes, S.M., Keele, J.W., Stone, R.T., Sunden, S.L., Hawkins, G.A., Toldo, S.S., Fries, R., Grosz, M.D., Yoo, J., ve ark. 1994. A genetic linkage map for cattle. *Genetics*. 136(2):619-639.

Chen HY, Zhang Q, Yin CC, Wang CK, Gong WJ, Mei G. 2006. Detection of quantitative trait loci affecting milk production traits on bovine chromosome 6 in a Chinese Holstein population by the daughter design. *J. Dairy Science*. 89(2):782-790.

Crawford, A.M., Dodds, K.G., Ede, A.J., Pierson, C.A., Montgomery, G.W., Garmonsway, H.G., Beattie, A.E., Davies, K., Maddox, J.F., Kappes, S.W. ve ark. 1995. An autosomal genetic linkage map of the sheep genome. *Genetics*. 140(2):703-724.

Diez-Tascón, C., Bayón, Y., Arranz, J.J., De La Fuente, F., San Primitivo, F. 2001. Mapping quantitative trait loci for milk production traits on ovine chromosome 6. *J. Dairy Research*. 68(3):389-397.

Druet T, Fritz S, Boichard D, Colleau JJ. 2006. Estimation of genetic parameters for quantitative trait loci for dairy traits in the French Holstein population. *J. Dairy Science*. 89(10):4070-6.

Hayes, B.J., Bowman, P.J., Chamberlain, A.J., Goddard, M.E. 2009. Genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. *J. Dairy Science*. 92(2):433-443.

Heyen, D.W., Weller, J.I., Ron, M., Band, M., Beever, J.E., Feldmesser, E., Da, Y., Wiggans, G.R., Van Raden, P.M., Lewin, H.A. 1999. A genome scan for QTL influencing milk production and health traits in dairy cattle. *Physiol. Genomics*. 1(3):165-175.

Ihara, N., Takasuga, A., Mizoshita, K., Takeda, H., Sugimoto, M., Mizoguchi, Y., Hirano, T., Itoh, T., Watanabe, T., Reed, K.M., Snelling, W.M., Kappes, S.M., Beattie, C.W., Bennett, G.L., Sugimoto, Y. 2004. A comprehensive genetic map of the cattle genome based on 3802 microsatellites. *Genome Research*. 14:1987-1998.

Kappes, S. M., J. W. Keele, R. T. Stone, R. A. McGraw, T. S. Sonstegard, T. P. Smith, N. L. Lopez-Corrales, and C. W. Beattie. 1997. A second-generation linkage map of the bovine genome. *Genome Research*. 7:235–249.

Ma, R.Z., Beever, J.E., Da, Y., Green, C.A., Russ, I., Park, C., Heyen, D.W., Everts, R.E., Fisher, S.R., Overton, K.M., Teale, A.J., Kemp, S.J., Hines, H.C., Guerin, G., Lewin, H.A. 1996. A male linkage map of the cattle (*Bos taurus*) genome. *J. Heredity*. 87:267–271.

Nadesalingam, J., Plante, Y., Gibson, J.P. 2001. Detection of QTL for milk production on Chromosomes 1 and 6 of Holstein cattle. *Mammalian Genome*. 12(1):27-31.

Plante, Y., Gibson, J.P., Nadesalingam, J., Mehrabani-Yeganeh, H., Lefebvre, S., Vandervoort, G., Jansen, G.B. 2001. Detection of quantitative trait loci affecting milk production traits on 10 chromosomes in Holstein cattle. *J. Dairy Science*. 84(6):1516-24.

Szyda, J., Liu, Z., Reinhardt, F., Reents, R. 2005. Estimation of quantitative trait loci parameters for milk production traits in German Holstein dairy cattle population. *J. Dairy Science*. 88(1):356-367.

Vaiman D., Schibler, L., Bourgeois, F., Oustry, A., Amigues, Y., Cribiu, E.P. 1996. A genetic linkage map of the male goat genome. *Genetics*. 144(1): 279-305.

Velmala, R.J., Vilkki, H.J., Elo, K.T., de Koning, D.J., Mäki-Tanila, A.V. 1999. A search for quantitative trait loci for milk production traits on chromosome 6 in Finnish Ayrshire cattle. *Animal Genetics*. 30(2):136-143.

Viitala, S.M., Schulman, N.F., de Koning, D.J., Elo, K., Kinos, R., Virta, A., Virta, J., Mäki-Tanila, A., Vilkki, J.H. 2003. Quantitative trait loci affecting milk production traits in Finnish Ayrshire dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 86(5):1828-1836.

Weller, J.I., Golik, M., Seroussi, E., Ezra, E., Ron, M. 2003. Population-wide analysis of a QTL affecting milk-fat production in the Israeli Holstein population. *J. Dairy Science*. 86(6):2219-2227.

**PRIMING UYGULAMALARININ TUZLU TOPRAKLARDA MISIR
TOHURLARININ ÇİMLENME GÜCÜ VE KLOROFİL İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ**
**THE EFFECT OF SEED PRIMING ON SEED VIGOUR AND CHLOROPHYLL
CONTENT OF MAIZE UNDER SALINE SOIL CONDITIONS**

Arş. Gör. Aybüke KAYA
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma, NaCl ile muamele edilen mısır tohumlarının tuzlu topraklarda çıkış gücünün ve fide gelişiminin belirlenmesi amacıyla, 2014 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin araştırma alanına ait toprak kullanılarak saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Bu çalışmada iki farklı mısır çeşidi (Pasha ve P-31A34) kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda NaCl' nin farklı dozları (0 g/L, 5 g/L ve 10 g/L NaCl) ile farklı sürelerde (0, 12 ve 24 saat sürelerle) priming uygulamalarının farklı iki mısır çeşidinin (Pasha ve P-31A34) farklı düzeylerde tuz içeren (kontrol, 6 dS/m ve 12 dS/m) topraklarda çıkış performansı ve fide gelişimi üzerine önemli etkileri olduğu saptanmıştır. Ayrıca toprak tuzluluğundaki artışa bağlı olarak çıkış performansı ve fide özelliklerinin olumsuz etkilendiği, tohumun 5 g/L NaCl ile muamele edilmesinin çıkış performansı ve fide gelişimi üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiş olup tuzluluk problemi olan topraklarda çeşit seçiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, tuzluluk, ön uygulama, NaCl, çimlenme

ABSTRACT

This study was conducted to determine the seed vigour and seedling growth of maize seeds treated with NaCl in saline soils. It was carried out as a pot experiment in 2014 by using the soil from the research area of Agricultural Faculty of Hatay Mustafa Kemal University. In this study two different maize varieties (Pasha and P-31A34) were used. The research was carried out in a randomized factorial design with four replications. It was determined that seed priming with different doses (0 g/L, 5 g/L ve 10 g/L NaCl) of NaCl at different durations (0, 12 and 24 hours) have significant effects on the seed performance and seedling growth of maize in different salinity levels of soil. , , Seed vigour and seedling characteristics were adversely affected due to increases in soil salinity levels. However, it was determined that the treatment of seeds with 5 g/L NaCl had a positive effect on the seed performance and seedling growth. Furthermore, it was determined that the selection of varieties resistant to soil salinity is important.

Keywords: Maize, salinity, priming, NaCl, germination

1.GİRİŞ

Tahıllar içerisinde birim alan başına düşen geliri en yüksek olan bitkilerden birisi olan mısır (*Zea mays L.*) bitkisi buğdaygiller *Gramineae* familyasının *Maydeae* oymağına ait, dünyada değişik iklim kuşaklarına adapte olan bir bitkidir (Shaw, 1988). Mısır hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılan sıcak iklim tahıllarından (C4 bitkisi) birisidir (Konuskan ve ark., 2015). Ayrıca mısırdan elde edilen yağ, glikoz, nişasta, un gibi birçok ürün katma değer sağlamakta olup, her bakımdan zengin bir üründür.

TÜİK 2018 yılı verilerine göre; ekim alanı 5 919 003 ha, mısır üretimi 5,7 milyon ton olup, verimi ise 963 kg/da' dır. Türkiye' de mısır bitkisinin son 20 yıldaki geçmişine baktığımızda ekim alanı, üretim ve verimde önemli artışlar görülmüştür. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Projesi ile sulama olanaklarının artırıl,, hibrit tohum kullanımının artması ve üretim tekniklerinin iyileşmesine paralel olarak artan Türkiye mısır verim ortalaması, dünya verim ortalamasından daha yüksek duruma gelmiştir.

Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artış göstermektedir. Buna bağlı olarak verim azalmakta ve bazı araziler aşırı tuzlanma sebebiyle tamamen tarımsal üretimin dışında kalmaktadır. Yeryüzünde işlenebilir toplam tarım alanının % 13'ünde tuzluluk problemi görülmektedir. Türkiye'de yaklaşık 1,5 milyon hektar toprakta tuzluluk ve alkalilik problemi olduğu bilinmektedir. Bu alanların % 41'i (614 617 ha) hafif tuzlu, % 33'ü (505 603 ha) tuzlu, % 0,5' i (8 641 ha) alkali, % 8' i (125 863 ha) hafif tuzlu-alkali, % 17, 5' i (264 958 ha) tuzlu-alkali topraklardır (Sönmez, 2004).

Amik ovasında yer alan toprak serilerinin temel kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada; , 29 farklı toprak serisinde toprakların pH değerlerinin 7.21 - 8.42 arasında, toplam tuz içeriğinin % 0.020 - 0.780 arasında olduğunu ve topraklarının yarıya yakınında tuzluluk problemi olduğunu belirlemiştir (Yalçın, 2004). Amik ovasının değişik yerlerinde yapılan diğer bir çalışmada; Reyhanlı'da eski göl tabanında jips mineralinin kapillariteyle yüzeye kadar çıktığı ve toprağın tuzlanması üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Atasoy ve Geçen, 2013).

Tuzluluğun bitkide yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu ile K^+/Na^+ oranını ve, Ca^{+2}/Na^+ oranını azalttığı (Akram ve ark., 2010), tuzlu suyla muamele (priming) edildikten sonra tuzlu topraklarda yetiştirilen mısır çeşitlerinin, çimlenme çıkış süresi, bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık, Na ve K içeriği gibi özelliklerinde önemli olumlu etkiler olduğu (Bakht ve ark., 2011), tuzluluğun ozmotik basıncı arttırdığı, bitkilerin topraktan su alımını ve besin maddelerini alımını sınırlandırdığı (Ekmekçi ve ark., 2005), tuzluluğun etkisini genellikle mısır tohumlarının çimlenme ve erken fide dönemindeyken kendini gösterdiği, köklerin sürgünlere göre daha fazla etkilendiği ve tohumu NaCl ile priming uygulamasının mısır tohumlarının çimlenmesini ve gelişmesini teşvik ettiği (Abraha ve Yohannes, 2013) bildirilmiştir. NaCl ve KCl ile priming uygulamasının aspir'in tuzlu koşullar altında çimlenme parametreleri (çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme zamanı, çimlenme indeksi ve hızı katsayısı) ve büyüme parametrelerinin (kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı, vigor indeksi) geliştirdiği (Aymen ve Cherif, 2012), farklı tuz konsantrasyonlarının bazı yerel patlak mısır ve hibrid mısır genotiplerinin çimlenme özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı ve artan tuz konsantrasyonlarının olumsuz etki yaptığı (İdikut ve ark., 2012), mısır tohumlarında GA, NaCl ve PEG priming uygulamalarının çimlenme, fide gelişimi ve tohum verimi üzerine etkilerini incelemek için yapılan çalışma sonucunda çimlenme özellikleri yönünden tohumu yapılan ön muamelenin etkin bir yöntem olduğu (Tian ve ark. 2014) belirtilmiştir.

Bu çalışma, NaCl' nin farklı dozları ((0 g/L, 5 g/L ve 10 g/L NaCl) ile farklı sürelerde (12 ve 24 saat) muamele edilen mısır tohumlarının farklı düzeylerde tuz içeren [kontrol, EC 6 (6dS/m) ve EC 12 (12dS/m)] topraklarda çıkış performansı ve fide gelişimi üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2014 yılı mısır yetiştirme sezonunda, iki farklı mısır çeşidi (Pasha ve P-31A34) ve Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hatay İli'ne bağlı Reyhanlı ilçesindeki araştırma alanından getirilen topraklar kullanılarak yürütülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan topraklar; EC 6 (6 dS/m) ve EC 12 (12 dS/m) tuzluluk düzeyleri oluşturmak için gerekli tuz (NaCl) miktarını içeren ve tarla kapasitesine ulaştıracak miktarda su ile sulanarak kuruması beklenmiştir ve kuruduktan sonra karıştırılıp denemede kullanılmıştır.

Denemede kullanılan tohumlar % 1 lik sodyum hypochlorid solüsyonunda 5 dakika yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra 3 defa 2'şer dakika saf su ile yıkandıktan sonra 0 g/L, 5 g/L ve 10 g/L NaCl olarak hazırlanan solüsyonlarda 12 ve 24 saat sürelerle 25 °C' de bekletilmiş olup, süre sonunda, % 15 nem seviyesine gelene kadar oda koşullarında kurutulmuştur.

Bu çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada; çeşitler (Pasha ve P-31A34) ana parsellerde, toprak tuzluluk düzeyleri (kontrol, EC 6 ve EC 12) alt parsellerde, tohuma uygulanan NaCl dozları (0 g/L, 5 g/L, 10 g/L) alt-alt parsellerde ve uygulama süreleri (12 saat ve 24 saat) alt-alt-alt parsellerde yer almıştır.

Denemede çıkış oranı, ortalama çıkış süresi, çıkış indeksi gibi çimlenme özelliklerinin yanı sıra bitkinin klorofil içeriği de incelenmiştir. Çimlendirme ortamı olarak 20-11-6.5 cm (en, boy ve yükseklik) ölçülerinde plastik kaplarda 1 kg toprak kullanılmıştır. Çimlendirme kaplarına 500 g toprak konulduktan sonra 25 tohum ekilerek 500 g toprak ile tohumların üzeri kapatılmıştır. Toprağı tarla kapasitesine getirmek için gereken su miktarı verilerek sulanmıştır. Sonrasında günlük su kaybı tartım yapılarak hesaplanmış ve kullanılabilir suyun yaklaşık yarısı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. Çıkışlar tamamlanıncaya kadar günlük sayımlar yapılmış ve çıkış özellikleri belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler Mstat-C istatistik programı kullanılarak, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi yapılarak ortalamaların karşılaştırılması LSD (EGF) testine göre yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; çıkış indeksi, ortalama çıkış süresi, çıkış oranı ve klorofil içeriğine ait veriler değerlendirilmiştir.

3.1. Çıkış İndeksi

Çıkış indeksi değerleri yönünden çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu, muamele süresi, çeşit x toprak tuzluluğu ve çeşit x muamele süresi etkileşiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

Çıkış indeksi değeri yönünden çeşitler arasında farklılık olduğu ve P - 31A34 çeşidinin, Pasha çeşidine göre daha yüksek çıkış indeksi değeri gösterdiği belirlenmiş olup toprak üstüne daha hızlı yani diğer çeşide göre daha kısa sürede çıkış yaptığı gözlemlenmiştir (Tablo 1). Çeşitlere göre çıkış indeks değerlerinin farklı olması çeşitlerin genetik yapısının farklı olmasından kaynaklanmıştır. Çimlenme özellikleri yönünden genotipler arasında farklılıklar olduğu İdikut ve ark. (2012) tarafından da ifade edilmiştir.

Farklı toprak tuzluluğu seviyelerinde belirlenen çıkış indeksi değeri 4.79 - 5.52 arasında değişmiş olup en yüksek indeks değeri 5.52 ile kontrol grubu topraklarda, en düşük indeks değeri ise 4.79 ile EC 12 toprak tuzluluğunda belirlenmiştir (Tablo 1). Toprak tuzluluğundaki artışla birlikte çıkış indeks değerlerinde kademeli olarak bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Yüksek konsantrasyonlu tuz uygulamalarında çimlenme yüzdeleri ve fotosentetik pigment maddelerinde bir düşüş olduğu Tort ve Türkyılmaz (2004) tarafından da bildirilmiştir. Çarpıcı (2009), uygulanan tuz yoğunluğunun artmasının hem çimlenme yüzdesi hem de çimlenme indeksini önemli ölçüde azalttığını saptamıştır.

Tohumlara uygulanan farklı NaCl dozlarında belirlenen çıkış indeksi değeri 5.11-5.23 arasında değişmiş olup, en iyi çıkış indeksi değerleri 0 g/L ve 5 g/L dozlarında gerçekleşirken, 10 g/L dozda değerler daha düşük olmuştur.. 0 g/L ve 5 g/L dozlarında benzer indeks değerleri belirlenmiş olup (Tablo 1), tohumu NaCl ile uygulamaların mısır tohumlarının çimlenme ve gelişimini teşvik ettiği Abraha ve Yohannes, (2013) tarafından da bildirilmiştir. Bakth ve ark., (2011), tuzlu suyla muamele (priming) edildikten sonra tuzlu topraklarda yetiştirilen mısır çeşitlerinin çimlenme çıkış süresi, bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık, Na ve K içeriği gibi özelliklerinde önemli olumlu etkiler olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 1. Farklı çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu ve muamele süresi uygulamalarında belirlenen çıkış indeksine ilişkin ortalama değerler ve EGF testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Çıkış İndeksi	Toprak Tuzluluğu	Çıkış İndeksi	NaCl Dozu	Çıkış İndeksi	Muamele Süresi	Çıkış İndeksi
PASHA	5.07 b	Kontrol	5.52 a	0 g/L	5.22 a	Kontrol	5.09 c
P- 31A34	5.31 a	EC6	5.26 b	5 g/L	5.23 a	12 Saat	5.19 b
		EC12	4.79 c	10 g/L	5.11 b	24 Saat	5.29 a
EGF (%5)				0.07505			

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.

Tablo 2' de görüldüğü gibi çeşit x toprak tuzluluğu etkileşiminin önemli olduğu saptanmıştır. Farklı çeşit ve toprak tuzluluğu etkileşiminin çıkış indeksi 4.72 - 5.61 arasında değişmiş olup; en yüksek çıkış indeksi değeri P -31A34 çeşidinde kontrol grubunda (5.61) görülürken, en düşük çıkış indeksi değeri ise Pasha çeşidinde EC 12 grubunda (4.72) görülmüştür. Her iki çeşit de toprak tuzluluğundan olumsuz etkilenmekle birlikte P -31A34 çeşidinin EC 6 toprak tuzluluğuna tepkisinin Pasha çeşidine göre daha az olması etkileşimin önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 1).

Artan NaCl seviyeleri çimlenme yüzdesinin azalmasına, ortalama çimlenme zamanının uzamasına ve fide gelişimini engellemesine neden olduğu belirlenmiştir (Day, 2008).

Tablo 2. Çeşit x toprak tuzluluğu etkileşiminde belirlenen çıkış indeksine ilişkin ortalama değerler ve EGF testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Toprak Tuzluluğu		
	Kontrol	EC 6	EC 12
PASHA	5.42 b	5.07 c	4.72 e
P - 31A34	5.61 a	5.45 b	4.86 d
EGF (%5)	0.1061		

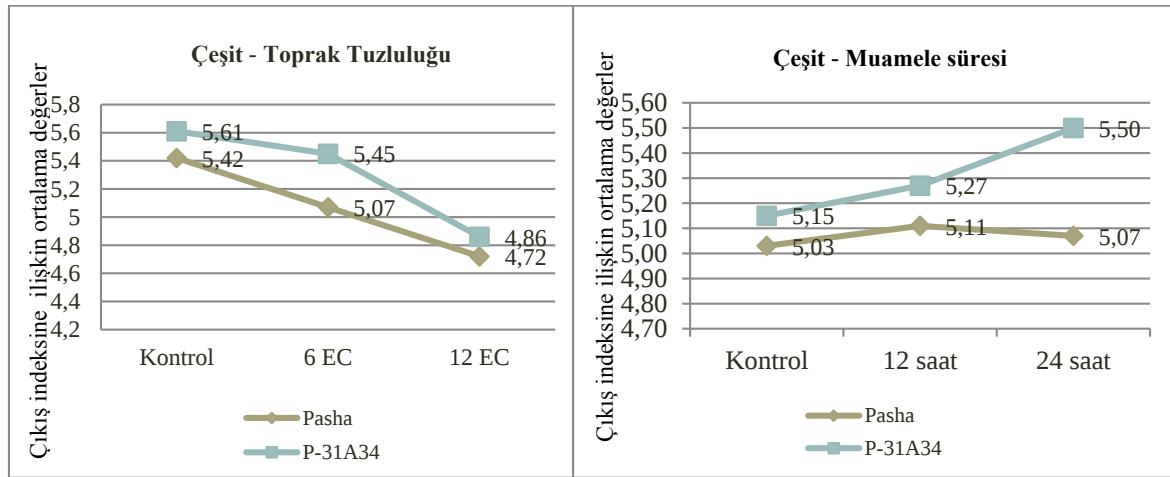
Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.

Çıkış indeksi değerleri için çeşit x muamele süresi etkileşiminin önemli olduğu saptanmıştır. Çıkış indeks değerleri 5.03 - 5.50 arasında değişmiş olup, en yüksek indeks değeri P - 31A34 çeşidi 24 saat muamele süresinde görülürken, en düşük indeks değeri Pasha çeşidi kontrol grubu (0 saat) uygulamasında görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Çeşit x muamele süresi etkileşiminde belirlenen çıkış indeksine ilişkin ortalama değerler ve EGF testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Muamele Süresi		
	Kontrol	12 Saat	24 Saat
PASHA	5.03 d	5.11 cd	5.07 cd
P - 31A34	5.15 c	5.27 b	5.50 a
EGF (%5)	0.1061		

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.



Şekil 1. Çeşit x toprak tuzluluğu ve çeşit x muamele süresi etkileşiminde belirlenen çıkış indeksine ilişkin ortalama değerler

Denemede kullandığımız çeşitlerin genetik yapılarındaki farklılıktan dolayı değişik muamele sürelerine farklı tepki vermeleri etkileşime sebep olmuştur (Şekil 1).

3.2. Ortalama Çıkış Süresi

Ortalama çıkış süresi değerleri yönünden çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu, muamele süresi ve çeşit x muamele süresi etkileşiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde, P - 31A34 çeşidinin (4.75 gün) Pasha çeşidine (4.92 gün) göre daha hızlı çıkış gösterdiği görülmektedir. Tür ve çeşitlerin farklı NaCl konsantrasyonuna farklı tepkiler gösterdiği Kaya ve ark. (2005) tarafından da belirtilmiştir. Çeşitlere göre ortalama çıkış süresi değerlerinin farklı olması çeşitlerin genetik yapısının farklı olmasından kaynaklandığı (Aktürk, 2005) söylenebilir.

Farklı toprak tuzluluğunda belirlenen ortalama çıkış süresi 4.54 - 5.21 gün arasında değişmiş olup en kısa süre (4.54 gün) ile kontrol grubunda, en uzun süre (5.21 gün) ise EC 12 toprak tuzluluğunda saptanmıştır (Tablo 4). Denemede toprak tuzluluğundaki artışla birlikte ortalama çıkış süresi değerlerinde kademeli olarak bir artış görülmüş olup çıkışların daha uzun sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tohumlara uygulanan farklı NaCl dozlarında (priming) belirlenen ortalama çıkış süresi 4.80 gün - 4.89 gün arasında değişmiş olup, en iyi ortalama çıkış süresi değerleri 0 g/L ve 5 g/L uygulamasında görülürken 10 g/L dozunda çıkış daha uzun sürede gerçekleşmiştir (Tablo 4). Atış (2011) tarafından yapılan çalışmada da, ortamdaki tuz yoğunluğu sorgum bitkisinin çimlenme özelliklerini ve fide gelişimini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir.

NaCl dozlarının (priming) muamele süreleri incelendiğinde, ortalama çıkış sürelerinin 4.74 - 4.93 gün arasında değiştiği görülmüş olup; en iyi ortalama çıkış süresi 4.74 gün ile 24 saatlik uygulamada çıkarken kontrol grubunda ortalama çıkış süresi 4.93 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Yapılan çalışmada mısır tohumlarına ön uygulama (priming) yapılması tohumların çıkış sürelerine olumlu etki yapmış olup, toprak üstüne çıkış daha kısa sürede gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Farklı çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu ve muamele süresi uygulamalarında belirlenen ortalama çıkış süresine ilişkin ortalama değerler ve EGF testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Ortalama Ç. Süresi	Toprak Tuzluluğu	Ortalama Ç. Süresi	NaCl Dozu	Ortalama Ç. Süresi	Muamele Süresi	Ortalama Ç. Süresi
PASHA	4.92 a	Kontrol	4.54 c	0 g/L	4.82 b	Kontrol	4.93 a
P- 31A34	4.75 b	EC 6	4.76 b	5 g/L	4.80 b	12 Saat	4.83 b
		EC 12	5.21 a	10 g/L	4.89 a	24 Saat	4.74 c
EGF(%)				0.06825			

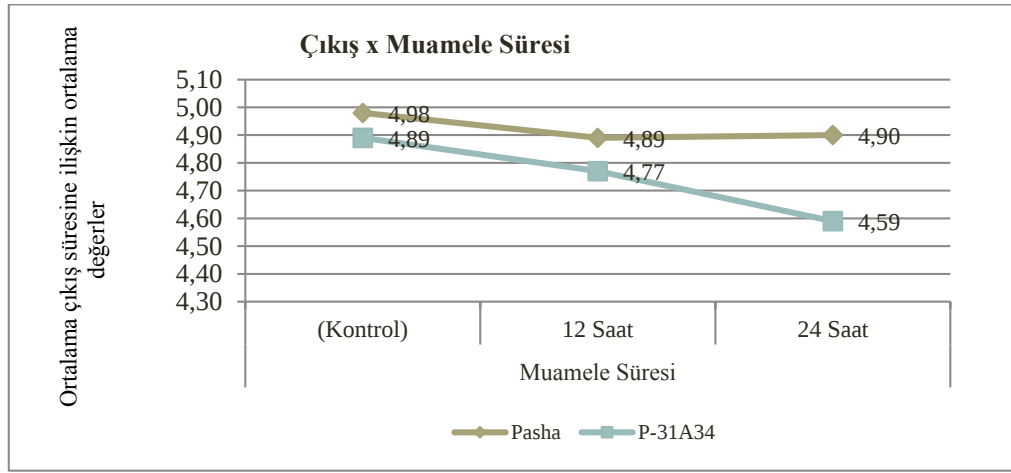
Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.

Çeşit x muamele süresi etkileşiminin önemli olduğu belirlenmiş olup farklı çeşit ve muamele süresi etkileşimlerinde belirlenen ortalama çıkış süresi 4.59 - 4.98 gün arasında değişmiştir. En iyi ortalama çıkış süresi 24 saat uygulamasında P -31A34 çeşidinde (4.59 gün) görülürken, en uzun ortalama çıkış süresi ise kontrol uygulamasında Pasha çeşidinde (4.98 gün) görülmüştür (Tablo 5). Dolayısıyla Pasha çeşidinin tuzluluktan daha çabuk etkilendiği yani toprak tuzluluğuna daha duyarlı olduğu söylenebilir (Şekil 2).

Tablo 5. Çeşit x muamele süresi etkileşiminde belirlenen ortalama çıkış süresine ilişkin ortalama değerler ve EGF çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Muamele Süresi		
	Kontrol	12 Saat	24 Saat
PASHA	4.98 a	4.89 ab	4.90 ab
P - 31A34	4.89 b	4.77 c	4.59 d
EGF (%5)	0.09652		

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.



Şekil 2. Farklı muamele süreleri uygulanarak yetiştirilen mısır çeşitlerinde ortalama çıkış süresine ilişkin ortalama değerler

3.3. Çıkış Oranı (%)

Yapılan araştırma sonucunda yapılan varyans analiz sonuçlarına göre çıkış oranı değerlerinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir.

Ortalama çıkış oranı % 98.43 olarak gerçekleşmiş olup, Tablo 6' da görüldüğü gibi ortalama çıkış oranı bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Doğan ve ark., (2008) tarafından tuz stresi (NaCl) arttıkça çimlenme yüzdesinde belirgin bir azalma olduğu bildirilmiş olmakla birlikte, Kaya ve ark. (2005) tarafından, Kolza (*Brassica campestris* L.) bitkisi ile yapılan çalışmada, artan NaCl seviyelerinin çimlenmeden çok fide gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 6. Farklı çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu ve muamele süresi uygulamalarında belirlenen çıkış oranına ilişkin ortalama değerler

Çeşitler	Çıkış Oranı	Toprak Tuzluluğu	Çıkış Oranı	NaCl Dozu	Çıkış Oranı	Muamele Süresi	Çıkış Oranı
PASHA	98.19	Kontrol	98.17	0 g/L	98.61	Kontrol	98.83
P-31A34	98.67	EC 6	98.61	5 g/L	98.50	12 Saat	98.39
		EC 12	98.50	10 g/L	98.17	24 Saat	98.06
EGF (%5)				-			

3.4. Klorofil İçeriği

Klorofil içeriği (SPAD değerleri) yönünden çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, P-31A34 çeşidinin, Pasha çeşidine göre daha iyi olduğu, farklı toprak tuzluluğu uygulamalarında belirlenen klorofil içeriğine ilişkin en yüksek değerler EC 12 toprak tuzluluğunda olduğu belirlenmiştir. Artan tuz yoğunluğunun bitkideki klorofil içeriğini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca tohumlara uygulanan farklı NaCl doz ve farklı muamele süresinde (priming) belirlenen klorofil içeriğine ait değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Farklı çeşit, toprak tuzluluğu, NaCl dozu ve muamele süresi uygulamalarında belirlenen mısır klorofil içeriğine (SPAD değerleri) ait ortalama değerler ve EGF testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Klorofil İçeriği	Toprak Tuzluluğu	Klorofil İçeriği	NaCl Dozu	Klorofil İçeriği	Muamele Süresi	Klorofil İçeriği
PASHA	32.67 b	Kontrol	30.98 c	0 g/L	33.57	Kontrol	33.85
P- 31A34	34.62 a	EC6	34.01 b	5 g/L	33.57	12 Saat	33.36
		EC12	35.94 a	10 g/L	33.80	24 Saat	33.72
EGF (%5)				0.4413			

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.

Toprak tuzluluğu x muamele süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 8). Farklı toprak tuzluluğu ve muamele süresi etkileşiminde bitki klorofil içeriğine ilişkin değerlerin artan toprak tuzluluğuna olumlu yanıt verdiği, 24 saatlik muamele süresinin, kontrol ve 12 saat muamele süresine göre daha iyi olduğu ve artan tuzluluk seviyesinin bitkilerdeki klorofil içeriğini artırdığı saptanmıştır.

Tablo 8. Toprak tuzluluğu x muamele süresi etkileşiminde belirlenen mısır klorofil içeriğine ait ortalama değerler ve EGF çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Toprak Tuzluluğu	Muamele Süresi		
	Kontrol	12 Saat	24 Saat
Kontrol	31.78 c	30.31 d	30,85 d
EC 6	33.98 b	33.96 b	34.10 b
EC 12	35.81 a	35.82 a	36.20 a
EGF (% 5)		0,7644	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark EGF testine göre % 5 düzeyinde önemli değildir.

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda; incelenen özellikler yönünden çeşitler arasında farklılıklar olduğu, toprak tuzluluğundaki artışa bağlı olarak çıkış performansı ve fide özelliklerinin olumsuz etkilendiği, tohumun 5 g/L NaCl ile muamele edilmesinin çıkış performansı, fide gelişimi ve klorofil içeriği üzerine olumlu etki yaptığı, tuzluluk problemi olan topraklarda çeşit seçiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmasının verileri kullanılarak hazırlanmış olan bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi BAP birimi tarafından (12821 nolu proje) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abraha, B. and Yohannes, G., 2013. The role of seed priming in improving seedling growth of maize (*zea mays* l.) under salt stress at field conditions. African Journal of Biotechnology, 12(46), 6484-6490.
- Akram, M., Ashraf, M. Y., Ahmad, R., Waraich, E. A., Iqbal, J. and Mohsan, M., 2010. Screening for salt tolerance in maize (*Zea Mays* L.) hybrids at an early seedling stage. Pak. J. Bot., 42(1): 141-154.
- Aktürk, H., 2005. Hatay koşullarında ana ürün olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinde ekim zamanı ve bitki sıklığının verim ve verimle ilişkili özelliklere etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antakya.
- Anonim, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Erişim Tarihi: 19.08.2019.
- Atasoy, A. ve Geçen, R., 2013. Reyhanlı İlçesi topraklarında tuzlanma problemi. Türk Coğrafya Dergisi, 62: 21-28, İstanbul.
- Atış, İ., 2011. Bazı silajlık sorgum (*sorghum bicolor* l. moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (2):58-67, 201.
- Aymen, E. M, and Cherif, H., 2012. Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. EurAsian Journal of BioSciences, 6, 76-84, Tunus.
- Bakht, J., Shafi, M., Jamal, Y. and Sher, H., 2011. Responce of maize to seed priming with NaCl and salinity stress. Spanish Journal of Agricultural Research. 9(1).252-261.
- Carpıcı, E.B., Celik, N. and Bayram, G., 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea Mays* L.) cultivars, African Journal of Biotechnology, 8 (19), 4918-4922.
- Day, S., Kaya, M. D. ve Kolsarıcı, Ö., 2008. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (3) 230-236 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Doğan, M., Avu, A., Can, E. N. ve Aktan, A., 2008. Farklı domates tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkisi. SdÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 3(2) 174-182.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20 (3): 118-125.
- Idikut, L., Dumlupınar Z., Kara S.N., Yururdurmaz, and C., Colkesen, M., 2012, The effect of different temperatures and salt concentrations on some popcornlandraces and hybrid corn genotype germinations. Pak. J. of Botany, 44(2):579-589.
- Kaya, M. D., Kaya, G. ve Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı *brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (4).
- Konuşkan, Ö., Atış, İ., Gözübenli, H. (2015) Hatay Amık Ovası Ana Ürün Koşullarında Bazı Atdışı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verimle İlişkili Özellikleri, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 2.
- Shaw, R. H., 1988. Climate Requirement Corn and Corn Improvement. ASA, CSSA, SSSA, 609-638, Wisconsin, USA.

- Sönmez, B., 2004. Türkiye’de çorak ıslahı araştırmaları ve tuzlu toprakların yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, Ankara, 157-162.
- Tian, Y., B. Guan, D. Zhou, J. Yu, G. Li, Y. Lou., 2014. Responses of seed germination, seedling growth and seed field traits to seed pretreatment in maize. The Scintific World Journal. Article ID 834630, 8 pages.
- Tort, N. ve Türkyılmaz, B., 2004. A physiological investigation on the mechanisms of salinity tolerance in some barley culture forms. Jfs, 27, 1-16.
- Yalçın, M., 2004. Amik Ovası topraklarının temel kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, MKÜ, Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi.

**AMİK OVASINDA MISIR ÜRETEEN İŞLETMELERİN SOSYO-EKONOMİK
YAPISI**

**SOCIO-ECONOMIC STRUCTURE OF MAIZE PRODUCING ENTERPRISES IN AMIC
PLAIN**

Arş. Gör. Aybüke KAYA
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK
Çukurova Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma, Hatay İli Amik Ovası'ndaki mısır üreticilerinin sosyo-ekonomik durumu ve işletme yapısını ortaya koymak amacıyla 2017 yılında yapılmıştır. Bu kapsamda, damla sulama yöntemini kullanan ve kullanmayan mısır üreticileri ile yüz yüze görüşülerek veriler elde edilmiştir. Ayrıca konu ile ilgili ikincil veriler de kullanılmıştır. Tüm değişkenlerin tanımlayıcı ölçüleri hesaplanarak, kategorik değişkenler frekans ve yüzde oranı şeklinde; sayısal değişkenler ise ortalama olarak verilmiştir. Amik Ovası'nda sulanabilme potansiyeli olan arazilerin yaklaşık %85'i sulanmaktadır. Üreticilerin ortalama 49 yaşında olduğu ve ortalama 5 kişilik ailelerden oluştuğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre Amik Ovası'nda mısır yetiştiren üreticilere ait ortalama ekim alanı 185 da, verimi 1,332 kg/da ve fiyatı 0,71 TL/kg olarak belirlenmiştir. Damla sulama yapan üreticilerin, damla sulama yapmayanlara göre daha eğitilmiş olduğu görülmüştür. Damla sulama sistemini kullanan üreticilerin yaklaşık %20 oranında daha fazla verim elde ettiği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular; üreticilerin eğitim seviyesi, ailedeki birey sayısı, sulama sistemi eğitimi, kayıt tutma, yıllık toplam gelir, gazete okuma, mısır verimi, mısır ekim alanı, mülk ve kira arazi, kredi kullanımı, yabancı ot ile mücadele, damla sulama bilgi düzeyi, tıkanma kaynağı, gelecek yıl mısır yetiştirme ve damla sulama kullanma düşüncesi konusunda sulama şekillerine bağlı olarak farklılıklar bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mısır, sosyo-ekonomik, damla sulama, yenilik, Hatay

ABSTRACT

This was conducted in 2017 to reveal the socio-economic situation and enterprises structure of the maize producers in the Amik Plain of Hatay Province. To reach this aim face to face interview was conducted to obtain data from maize producers that use drip irrigation or not. In addition, secondary data were also used about the topic. Descriptive measures were calculated of all variables. Categorical variables in the form of frequency and percentage ratio; numerical variables are given as average. About 85% of the irrigable lands are irrigated in the Amik Plain. It was found that the producers were 49 years old and consisted of 5 families. It was determined as a result of the research; according to the findings, the average cultivation area of the maize growing producers is 185 da, yield is 1.332 kg/da and price 0.71 TL / kg in Amik Plain. Drip irrigation producers were found to be more educated than those who did not. It was found that the producers using drip irrigation system had higher yields about 20%. It is found out that education level, family size, education on irrigation system, keeping record, total annual income, reading newspaper, yield, planting area, own property and rent area, credit use,

knowledge about drip irrigation, blockage source, continue to grown maize production and use drip irrigation has an important relation between irrigation systems.

Keywords: Maize, socio-economic structure, drip irrigation, innovation, Hatay

1. GİRİŞ

Mısır, birim alandan en yüksek verim elde edilen ve hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılan bir sıcak iklim tahılıdır (Konuşkan ve ark., 2015). Farklı kullanım alanlarına sahip olan mısır, beslenmenin yanı sıra ülke ekonomisine de katkı sağlamaktadır. Son yıllarda Türkiye'nin mısır ekim alanı, üretimi ve veriminde önemli artışlar meydana gelmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu 2018 yılı verilerine göre yaklaşık mısır ekim alanı 6 milyon dekar, üretim miktarı 5.7 milyon ton, verim ise 963 kg/da'dır.

Güneydoğu Anadolu Projesi ile sulama olanaklarının artması ile artan mısır verimi, dünya ortalamasının üzerindedir. Ancak aşırı ve bilinçsiz tüketimi tarımın ve insanlığın en önemli sorunlarından biridir. Su sorununu oluşturan temel nedenler arasında hızlı artan nüfus, sanayileşme, tarımsal sulamalar ve bilinçsiz su tüketimi gelmektedir (Gültekin Burçak, 2006; Amankwah and Egyir, 2013; Üzen ve Çetin, 2012). Etkin bir sulama için çiftçilerin sulamaları, bitki su tüketimi, toprak ve iklime bağlı olarak gerçekleştirmeleri gerekmektedir (Şener, 2004; Akgül, 2009;). Su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı, Türkiye'de sulu tarım alanlarında ciddi sorunlara yol açmaktadır. Aşırı su kullanımı, özellikle yanlış sulama tekniklerinin tercih edilmesi ve üreticilerin su ve sulama konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları, yakın bir gelecekte toprağın tarıma elverişli özelliklerinin tükenmesine sebep olacaktır (Bıçaklı, 2005; Özçelik ve ark., 1999; Uçan, 1991). Su yetersizliğinin görüldüğü sulama şebekelerinde her geçen gün su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama sistemlerinden olan yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin uygulama sahaları artmaktadır (Değirmenci ve ark., 2016).

Türkiye'nin tarımda önde gelen illerinden biri olan Hatay'da pamuk, buğday, mısır, sebze-meyve, zeytin, narenciye, yağlı tohumlar gibi birçok ürün ve ürün grubu yetiştiriciliğine imkan verdiğinden, tarımsal ürün deseni oldukça zengindir. Bölgenin yapısı ve iklim şartlarının uygunluğu birden fazla ürün yetiştirmeye olanak sağladığından, tahıl üretimi birçok üretici tarafından tercih edilmektedir. Pamuk, buğday ve mısır yetiştirilen ürünler arasında önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda yaşanan su sıkıntısı nedeniyle özellikle pamuk üretiminde damla sulama yöntemini tercih eden üreticiler artış göstermiş olup, mısır yetiştiricileri arasında da damla sulama yöntemi kullanılmaya başlamıştır (Kaya ve Bostan Budak, 2018). Hatay toplam 275.578 hektar tarım arazisinin 206.553 hektarı sulamaya elverişlidir. Ancak bu sulamaya elverişli arazinin 176.515 hektarı sulanabilmektedir (Anonim, 2014). Hatay İli'nin sulanabilen alanlarının yaklaşık %85'i sulanmaktadır.

Bu çalışma, Hatay İli Amik Ovasında (Antakya, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı İlçeleri) mısır üreticilerinin sosyo-ekonomik durumu ve işletme yapısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Hatay İli Amik Ovası'nı oluşturan ilçelerin (Antakya, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı İlçeleri) mısır üreticileriyle yapılan anketler sonucu elde edilen veriler, araştırmacı gözlemlerine ait birincil veriler ve Türkiye İstatistik Kurumu'nun konu ile ilgili verileri oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında gerekli verileri toplamak için; Antakya, Kırıkhan, Kumlu, ve Reyhanlı Tarım İlçe Müdürlüklerindeki mısır yetiştiriciliği ve damla sulama yapan çiftçi listelerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın anketleri 2017 yılının ilkbahar

aylarında uygulanmış olup, veriler değerlendirilmiştir. Veri setinin geliştirilmesi ve desteklenmesi için alan gözlemleri ve grup görüşmelerinden de faydalanılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırmada hedef kitle olan Amik Ovası mısır üreticilerinin tamamıyla görüşmek, zaman ve para açısından zor olduğundan örnekleme yapılmıştır. Mısırdaki toplam 100 üretici damla sulama yaptığı için bu grubun % 50'si ile çalışma kararı alınmış olup, bölgeyi temsil etme nitelikleri dikkate alınarak 50 üretici rastgele seçilmiştir. Kontrol grubu olarak da, yine aynı bölgeden, aynı sayıda, benzer özelliklere sahip, damla sulama yapmayan 50 üretici rastgele seçilmiştir.

Veri değerlendirmede kullanılacak yöntemler araştırmanın amaçları doğrultusunda seçilmiş ve çalışmanın analizleri SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm değişkenlerin tanımlayıcı ölçüleri hesaplanarak, kategorik değişkenler frekans ve yüzde oranı şeklinde; sayısal değişkenler ise ortalama olarak verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Hatay İli' ne Ait Genel Bilgiler

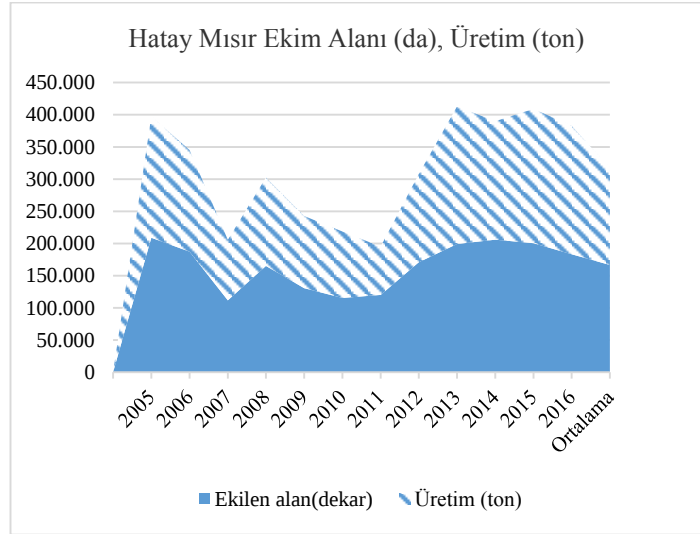
Hatay, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bir ildir. Bu ilde birçok ürün ve ürün grubunun yetiştiriciliği mümkün olup, yılda birden fazla ürün alınabilmektedir. Tarım arazisi varlığı bakımından incelendiğinde; büyük çoğunluğu tarla alanı olup (160.842 ha), zeytinlik, sebze ve meyve alanı olmak üzere toplam 275.578 ha tarım alanına sahiptir. Bu alan Hatay'ın toplam arazi varlığının (552.400 ha) yaklaşık % 50'sini oluşturmaktadır. Bölgede 57.196 ha alan (% 33) devlet yatırımları ile sulanmakta olup, ekilebilen tarım alanlarının % 63'ünde sulu tarım yapılmaktadır. 2015 yılında tarımsal üretimde iller arasında 21. sırada gelmektedir. TÜİK verilerine göre ilin; 2016 yılında 1.153.781 ton tarla bitkileri üretimi, 1.175.557 ton meyve üretimi, 783.318 ton ise sebze üretimi gerçekleştirdiği bilinmektedir (Anonim, 2016a).

Hatay İli' nde toplam tarımsal işletme sayısı 111.722 adettir. Bunun 50.105'i bitkisel üretim, 47.556'sı hayvansal üretim, 2.072'si su ürünleri ve 11.989'u ise gıda işletmesi olarak faaliyet göstermektedir. Ayrıca il genelinde toplam 21.463 adet kayıtlı üretici bulunmaktadır. Üreticilerin araştırma alanını oluşturan ilçelere göre dağılımına bakıldığında; 2.750 çiftçi Antakya, 3.256 çiftçi Kırıkhan, 864 çiftçi Kumlu ve 1.863 çiftçi ise Reyhanlı ilçesinde çiftçi kayıt sistemine bağlıdır (Anonim, 2016b).

Türkiye'nin toplam tahıl ekim alanında 1995-2018 yılları arasında önemli bir azalma görülmüştür. Tahıl grubu içinde gerek verim gerekse de kullanım alanları itibariyle öne çıkan mısır ekim alanı ise artış göstermiştir. Türkiye'nin mısır ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri yıllar itibariyle dalgalanmalar görülmekle birlikte; mısır ekim alanı 1995 yılında 5,2 milyon dekar iken, 2018 yılında yaklaşık 6 milyon dekara ulaşmıştır. Dolayısıyla mısır ekim alanlarının toplam tahıl ekim alanı içindeki payı da artmıştır. Ayrıca mısır üretim miktarı da, belirtilen yıllar arasında yaklaşık 2 milyon tondan 5,7 milyon tona çıkarak, neredeyse 3 katına çıkmıştır. Türkiye'nin mısır veriminin değişimine bakıldığında 1995 yılında 369 kg/da iken, 2018 yılında 963 kg/da olarak yaklaşık 3 katına çıktığı görülmektedir (TÜİK, 2019). Hatay'ın 2005-2016 yılları arasında dane mısır üretimine ilişkin değerlere bakıldığında; 2005 yılında 208.950 da ekim alanına sahipken, 2016 yılında 183.421 da alan olmuştur. Belirtilen yıllar arasında üretim miktarı 188.468 tondan, 199.360 tona ulaşmıştır ancak bu artışın çok da önemli olmadığı görülmektedir. Mısır verimi ise 902 kg/da iken, 1.087 kg/da olarak bir miktar artış göstermiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Hatay İline Ait Mısır Verileri

Yıl	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2005	208.950	188.468	902
2006	187.279	157.923	843
2007	111.684	93.966	841
2008	165.084	137.205	831
2009	130.487	112.323	861
2010	115.523	103.178	893
2011	120.066	75.265	763
2012	170.786	136.984	802
2013	199.090	213.598	1.073
2014	206.036	183.898	893
2015	200.533	208.605	1.040
2016	183.421	199.360	1.087
Ortalama	166.578	150.898	902



Şekil 1. Hatay İline Ait Mısır Verileri

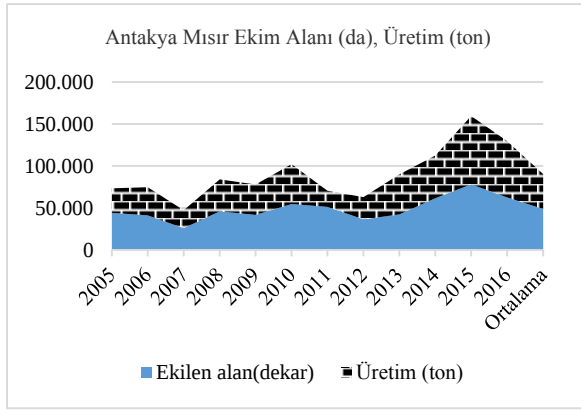
Kaynak: TÜİK, 2017

Amik Ovası'nı oluşturan ilçelerin (Antakya, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı) 2005-2016 yılları arasında ekim alanı, üretim ve verim değerlerinde yıllar itibariyle dalgalanmalar bulunmaktadır. Genel itibariyle Antakya ve Reyhanlı ilçesinde ekim alanlarında da artış, Kırıkhan ve Kumlu ilçesinde ise azalış olduğu görülmektedir (Tablo 2). Amik Ovası mısır üretim miktarı artışın önemli ölçüde verimdeki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

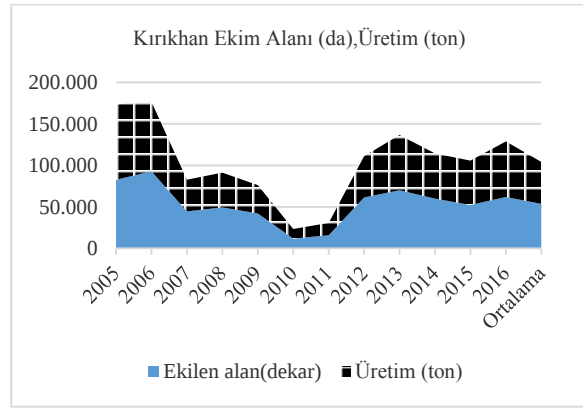
Tablo 2. Amik Ovası İlçelerine Ait Mısır Verilerinin 2005-2016 Yılları Arasında Değişimi

İlçeler	Ekim Alanı (da)		Üretim Miktarı (ton)		Ortalama Verim (kg/da)	
	2005	2016	2005	2016	2005	2016
Antakya	44.190	62.438	29.242	67.232	662	1.077
Kırıkhan	82.510	61.842	90.990	67.020	1.103	1.084
Kumlu	23.350	14.606	21.775	16.648	933	1.140
Reyhanlı	25.020	35.545	19.126	40.140	764	1.129

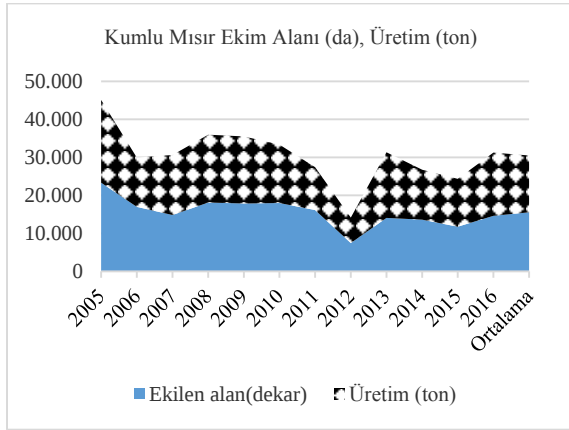
Kaynak: TUIK



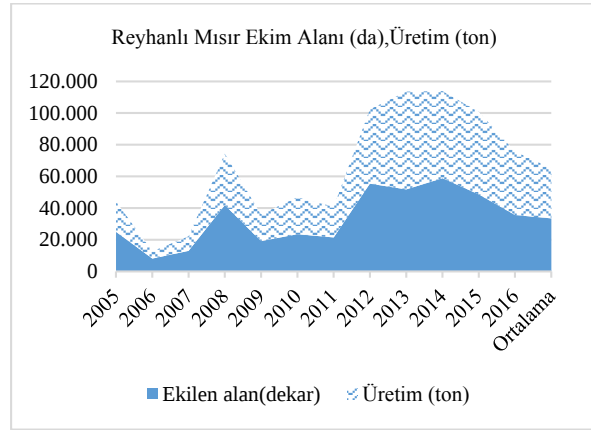
Şekil 2. Antakya İlçesi'ne Ait Veriler



Şekil 3. Kırıkhan İlçesi'ne Ait Mısır Veriler



Şekil 4. Kumlu İlçesi'ne Ait Veriler



Şekil 5. Reyhanlı İlçesi'ne Ait Mısır Veriler

3.2. İşletmeci ile İlgili Genel Bilgiler

Damla sulama yapan üreticiler 28-69 yaş arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 49.66 olarak bulunmuştur. Damla sulama yapmayan üreticiler ise; 24-76 yaş arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 49.30'dur (Tablo 3). Üreticilerin eğitim durumları ile yenilikleri benimsemesi ve kullanması arasında ilişki olabileceği düşünüldüğünden bireylerin eğitimleri de bu çalışmada ele alınmıştır.

Tablo 3. Üreticilerin Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

Yaş Grupları	Damla Sulama Yapan		Damla Sulama Yapmayan	
	Frekans	%	Frekans	%
25-35 yaş	3	6,0	8	16,0
36-45 yaş	16	32,0	12	24,0
46-55 yaş	13	26,0	17	34,0
56-65 yaş	13	26,0	10	20,0
65+	5	10,0	3	6,0
Toplam	50	100,0	50	100,0

Üreticilerin eğitim seviyelerine bakıldığında; damla sulama yapan üreticilerin %78'i lise düzeyi ve daha altında, %22'si lisans ve üzeri eğitim düzeyinde olduğunu belirtirken, damla sulama yapmayan üreticilerin %88'i lise ve altı, %12'si ise üniversite mezunu olduğunu bildirmiştir. Damla sulama yapan üreticilerin, damla sulama yapmayanlara göre daha eğitilmiş olduğu saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Üreticilerin Eğitim Durumlarına Göre Dağılımı

Eğitim Durumu	Damla Sulama Yapan		Damla Sulama Yapmayan	
	Frekans	%	Frekans	%
Okuryazar	2	4,0	3	6,0
İlkokul	7	14,0	17	34,0
Ortaokul	8	16,0	6	12,0
Lise	22	44,0	18	36,0
Üniversite	9	18,0	6	12,0
Lisans üstü	2	4,0	-	-
Toplam	50	100,0	50	100,0

Çalışmaya katılan üreticilerin ailedeki birey sayısı 1-14 arasında değişmekte olup; damla sulama yapan üreticilerin ortalaması 4.36, damla sulama yapmayan üreticilerin ortalaması 5.36 olarak tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Üreticilerin Ailedeki Birey Sayılarına Göre Dağılımı

Ailedeki Birey Sayısı	Damla Sulama Yapan		Damla Sulama Yapmayan	
	Frekans	%	Frekans	%
1-3 kişi	15	30,0	12	24,0
4-7 kişi	30	60,0	31	62,0
8 ≤ kişi	5	10,0	7	14,0
Toplam	50	100,0	50	100,0

Üreticilerin bitkisel üretim tecrübesi 3-60 yıl arasında değişirken, damla sulama yapan üreticilerin ortalaması 28.54, damla sulama yapmayan üreticilerin ortalaması ise 27.30 olarak belirlenmiştir. Üreticilerin mısır yetiştiricilik süresinin 1-35 yıl arasında değiştiği; damla sulama yapanların ortalaması 13.06 yıl belirlenirken, damla sulama yapmayan üreticilerin 13.24 yıl olduğu, diğer bir deyişle sulama grupların arasında pek fark olmadığı görülmüştür.

Mısırda damla sulama yöntemini kullanan üreticilerin ortalama yıllık geliri 125.688,89 TL olarak belirlenirken, damla sulama yapmayan üreticilerin 69.707,32 TL gelire sahip olduğu ve damla sulama sistemini kullanan üreticilerin gelirinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam üreticilerin %28'inin gelir konusunda görüş bildirmemiştir. Üreticilerin gelir gibi parasal konularda hassas olduğu ve gerçeği belirtmekten çekindiği anlaşılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Üreticilerin Gelir Gruplarına Göre Dağılımı (TL/yıl)

Gelir Grupları	Damla Sulama Yapan		Damla Sulama Yapmayan	
	Frekans	%	Frekans	%
50 000 TL>	5	10,0	20	40
50 000 TL-100 000 TL	29	58,0	14	28
101 000 TL-300 000TL	7	14,0	7	14
301 000 TL-500 000 TL	2	4,0	-	-
500 000 TL<	2	4,0	-	-
Görüş bildiren	45	90,0	41	82
Görüş bildirmeyen	5	10,0	9	18
Toplam	50	100,0	50	100

Damla sulama yöntemini kullanan üreticilerin %18'i mısır yetiştiriciliği konusunda eğitim aldığını, damla sulama yapmayan üreticilerin ise %26'sı bu tür eğitimlere katıldığını belirtmiştir. Elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan 100 üreticinin tamamının sosyal güvencesinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan, damla sulama ile mısır yetiştiren üreticilerin %82'si işletmesinde kayıt tuttuğunu belirtirken, %18'i kayıt tutmadığını bildirmiştir. Damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise; %56'sı işletmesinde kayıt tuttuğunu belirtirken, %44'ü kayıt tutmadığını bildirmiştir. Kayıtlar daha çok bir üretim sezonu ve yıllık şeklinde tutulup, çok yıllık kayıt tutan üretici sayısı azdır. Üreticilerin mısır yetiştiriciliği için kredi kullanımına göre dağılımı incelendiğinde; damla sulama yapan üreticilerin %56'sı mısır üretimini gerçekleştirmek için kredi kullandığını belirtirken, %42'si kredi kullanmadığını, %2'si ise görüş bildirmemiştir. Yuan (2010) ve Shahzadi'nin sonucu (2013) yaş, gelir, eğitim seviyesi ve işletme büyüklüğü gibi değişkenlerin sulama suyu verimliliğinin derecesini etkilediğini belirtmiştir.

3.3. İşletmenin Yapısı ve Ürün Deseni

Çalışmaya katılan üreticilerin, yetiştirdikleri ürünler doğrultusunda 2016 yılı için bölgenin ürün deseni aşağıdaki çizelgede verilmektedir. Damla sulama sistemini kullanan üreticilerin farklı ürünlere yöneldiği ve daha fazla ürün çeşidinde yetiştiricilik yaptığı görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Ürün Deseni

Ürün Deseni		
Mısır		Soğan
Pamuk		Havuç
Buğday		Zeytin
Kavun		Biber
Damla Sulama Yapan		Damla Sulama Yapmayan
Kayısı	Patates	Yonca
Ispanak	Fiğ Nektarin	Sılab mısır
Domates	Maydanoz	Hıyar

Bitkisel üretimin ağırlıklı olarak yapıldığı ovada az da olsa hayvansal üretim yapılmaktadır. Araştırmaya katılan üreticilerin hayvan varlığına bakıldığında; damla sulama sistemini kullanan üreticilerin büyükbaş hayvan varlığı olan 4 üreticinin 1-60 baş arasında değişmekte olup, ortalama 30 baş olduğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan varlığı 2-400 baş arasında değişirken,

çalışmaya katılan üreticilerin ortalaması 102 olarak bulunmuştur. Kümes hayvan varlığı ise 6-60 adet arasında değişmekte olup, katılan 10 üreticiye ait ortalama 15,50'dir. Damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise; büyükbaş hayvan varlığı olan 1-10 baş arasında değişmekte olup, 10 üreticiye ait ortalama 3,80 baş olduğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan varlığı 2-45 baş arasında değişirken, 3 üreticinin ortalaması 26 olarak bulunmuştur. Kümes hayvan varlığı ise 2-35 adet arasında değişmekte olup, 13 üreticiye ait ortalaması 10,77'dir. Damla sulama sistemini kullanan üreticilerin hayvan varlığının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan 100 üreticilerin tamamının gübre ve mazot desteğinden yararlandığını belirlenmiştir. Ayrıca damla sulama sistemini kullanan üreticilerin %56'sı sulama sistemi desteği, %10'u yem bitkileri desteği, %4'ü fidan desteği, %82'si ürün desteği ve %8'inin hayvancılık desteklerinden faydalandığını belirtmiştir. Mısırdaki damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise; %6'sı sulama sistemi desteği, %2'si fidan desteği, %86'si ürün desteği (buğday, ayçiçeği primi) ve %2'si hayvancılık desteklerinden faydalandığını bildirmiştir. Genellikle üreticiler devlet desteklerinin yetersiz olduğunu beyan etmektedir. Bu çalışmaya katılan üreticilerin de düşünceleri benzer yapıdadır. Mısır üreticilerinin devlet desteklerinin yeterliliğine ait düşüncelerine bakıldığında; damla sulama yapan üreticilerin %4'ü tarıma verilen destekleri yeterli bulduğu, %76'sı yetersiz bulduğunu ve %20'si ise kısmen yeterli bulduğunu belirtmiştir. Mısır üretiminde damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise; %4'ü tarıma verilen destekleri yeterli bulduğu, %78'i yetersiz bulduğunu ve %18'i ise kısmen yeterli bulduğunu belirtmiştir. Üreticilerin %88'i bölgede uygulanan yeni destekleme sisteminin mısır üretimini etkileyeceğini düşünmektedir.

Sulama sayısı bitkinin ihtiyacına, sulama yöntemine, su varlığına ve üreticinin bilgisine göre değişebilmektedir. Çalışmaya katılan damla sulama yapan üreticilerin %74'ü bitki görünümüne, %8'i toprak kuruluşuna göre ve %18'i hem bitki görünümü hem de toprak kuruluşu ve su varlığına göre sulama zamanını belirlediklerini belirtmişlerdir. Damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin %72'si bitki görünümüne ve %8'i toprak kuruluşuna göre belirlerken %20'si hem bitki görünümü hem de toprak kuruluşu ve su varlığına göre belirlediğini bildirmiştir. Damla sulama sistemini kullanarak mısır yetiştiren üreticilerin %36'sı toprak analizi yaptırdığını belirtirken, %64'ü analiz yaptırmadığını belirtmektedir. Mısırdaki damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin %38'i toprağın sulama açısından analizini yaptırdığını belirtirken, %62'si bu konuda analiz yaptırmadığını bildirmiştir.

Çalışmada damla sulama sistemini kullanan üreticilerin %58'i gelecek yıl tekrar mısır yetiştireceğini belirtirken, %42'si mısır yetiştirmeyeceğini bildirmiştir. Damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise %34'ü mısır yetiştiriciliğine devam edeceğini, %66'sı ise devam etmeyeceğini belirtmiştir. Gelecek yıl mısır yetiştirmeyeceğini belirten damla sulama üreticilerinin %18'i desteklemenin kaldırılmasını, %6'sı üretim maliyetlerinin yüksekliğini, %10'u ise ürün fiyatının düşük olmasını sebep göstermiştir. Damla sulama yapmayan üreticilerin ise; %6'sı su sıkıntısının olması, %32'si desteklemenin kaldırılmasını, %4'ü üretim maliyetlerinin yüksekliği, %4'ü domuz zararı, %4'ü ürün fiyatlarının düşük olması ve %2'si ise mısır veriminin düşük olmasını sebep göstermiştir. Çalışmaya katılan damla sulama sistemini kullanan üreticilerin %96'sı tekrar kullanacağını belirtirken, %4'ü gelecek yıl damla sulama kullanmayacağını bildirmiştir. Damla sulama sistemini kullanmayan üreticilerin ise %36'sı devam edeceğini, %64'ü ise devam etmeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca gelecek yıl damla sulama sistemini kullanmak istemeyen damla sulama üreticilerinin %2'si maliyetlerinin yüksekliğini öne sürmüştür. Damla sulama yapmayan üreticilerin ise %8'i su sıkıntısının olmamasını, %4'ü salma sulamadan memnun olduğunu, %2'si bitkinin suya doymadığını

düşünmesi, %24'ü maliyetlerinin yüksekliği, %6'sı bilgi yetersizliği, %4'ü ise arazi büyüklüğünün ve mali gücünün yetersiz olmasını sebep göstermiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hatay İli'nde pamuk, buğday ve mısır gibi ürünler, yetiştirilen ürünler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu alanda farklı sulama şekilleri yapıldığı, ancak Hatay İli'nin sulanabilen alanlarının yaklaşık %85'i sulandığı belirlenmiştir. Kullanılan modern yöntemlere bağlı olarak sağlanan verim ve gelir artışı bölgenin ve ülkenin kalkınmasına katkı sağlamaktadır. Bölgenin ürün deseni de sulama şekline bağlı değişmektedir. Fakat birçok ürünün her iki sulama şekli ile de yetiştiriciliğinin mümkün olduğu görülmüştür. Damla sulama sistemini kullanan üreticilerin diğerlerine göre yaklaşık %20 oranında daha fazla verim elde ettiği saptanmıştır. Havza bazlı destekleme sistemine geçilmesi ile bölgede mısır yetiştiricilerine verilen desteğin kaldırılması üreticileri bu üründen uzaklaştırmıştır. Damla sulama sistemini kullanan üreticiler için desteğin devam etmesi üreticiler üzerinde önemli etki yaratabilecektir. Üreticilerin genellikle yaklaşık 5 kişilik ailelerden oluştuğu ve yaş ortalamasının 49 olduğu saptanmıştır. Bireylerin eğitim seviyesine bağlı olarak damla sulama kullanım durumunun da farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Üreticiler gelirlerine ait bilgi verme konusunda çekingen davranmıştır. Ancak, damla sulama yapan üreticilerin daha yüksek gelir seviyesine sahip olduğu görülmüş olup, damla sulama yapmayan üreticilerin gelir seviyesinin yaklaşık 2 katı olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda; Tarım ve Orman Bakanlığı, üniversiteler ve araştırma kuruluşları arasındaki bağ kuvvetlendirilmesi, üreticilerin yönlendirilmesi ve kullanılan yeniliklere bağlı ortaya çıkan sonuçlar kontrolü bölge ekonomisine ve ülkenin kalkınmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2014) Tarım ve Orman Bakanlığı Hatay İl Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 15.04.2016.
- TÜİK (2019) Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim linki: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 15.04.2019.
- Anonim (2018) Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim linki: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 21.04.2019.
- Anonim (2016a) T.C. Hatay Valiliği, Erişim linki: <http://www.hatay.gov.tr/tarim>, Erişim Tarihi: 05.06.2017.
- Anonim (2016b) Tarım ve Orman Bakanlığı Hatay İl Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 08.06.2017
- Akgül, S. (2009) Gediz Havzasında Su Bütçesi Elemanlarındaki Değişimin Tarımsal Su Kullanımına Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Amankwah, A. & Egyir, I. (2013) Modeling the choice of irrigation technologies of urban vegetable farmers in Accra, Ghana. *Agricultural & Applied Economics Association.s 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting*, Washington, DC, August 4-6, 2013.
- Bıçaklı, M. (2005) Açık Tarımda Sulama Otomasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

- Değirmenci, H., Tanrıverdi, Ç. ve Arslan, F. (2016) Aşağı Seyhan Ovası Sulama Alanında Yağmurlama ve Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Alanların Değerlendirilmesi, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(4), 454-461.
- Gültekin Burçak, T. (2006) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Tarımsal Sulama ve Su Yönetimi Sorunları, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Kanıt, R. (1991) İvriz Sulama İşletmesinde Optimum Su Kullanım Modelinin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Kaya, A. ve Bostan Budak, D. (2018) Amik Ovası Mısır Üretim Potansiyeli, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 36, Sayı 7.
- Konuşkan, Ö., Atış, İ., Gözübenli, H. (2015) Hatay Amik Ovası Ana Ürün Koşullarında Bazı Atıdı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verimle İlişkili Özellikleri, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 2.
- Özçelik, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E. ve Turan, A. (1999) Türkiye'de Sulama İşletmeciliğinin Geliştirilmesi Yönünden Şebekelerin Birlik Ve Kooperatiflere Devri İle Su Fiyatlandırma Yöntemlerinin İyileştirilmesi Olanakları, Yayın No: 32 ISBN 975-407-046- 6, Ankara.
- Shahzadi, E. (2013) Investigating factors influencing adoption of pressurized irrigation systems by farmers case study: Garmsar county, Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural. & Environment Science*, 13(1), 115-120.
- Şener, M. (2004) Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım ve Dağıtım Etkinliğinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Edirne.
- Talmaç, B. (2006) Harran Ovasında Farklı Sulama Yöntemlerinin Ekonomik Analizi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Uçan, K. (1991) Yağmurlama Sulama Sistemi ve Diğer Sulama Sistemleriyle Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Üzen, N., Çetin, Ö. (2012) Geçmişten Günümüze Su ve Sulama Yönetimi, Batman University Journal of Life Sciences, Volume 1, Number 2.
- Yuan, W. (2010) Irrigation water use efficiency of farmers and its determinants: evidence from a survey in northwestern China. *Agricultural Sciences in China*, 9(9), 1326-1337.

**INVESTIGATION OF EFFECTIVENESS OF SOME CHEMICALS OF TOMATO
SEED APPLICATIONS ON BACTERIAL WILT AND CANKER DISEASE CAUSED
BY *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis***

BAZI KİMYASALLARIN DOMATES TOHUM UYGULAMALARINDA DOMATES
BAKTERİYEL SOLGUNLUK VE KANSER HASTALIK ETMENİ *Clavibacter*
michiganensis subsp. *michiganensis* ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Esin BASIM

Akdeniz Üniversitesi

ABSTRACT

In this study, the different doses of hydrogen peroxide, streptomycine, copperoxychloride, copperoxychloride + maneb, and Oxivir Plus were investigated on both the naturally infested and the artificially infected tomato seeds with *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*). The different doses of hydrogen peroxide, streptomycine, copperoxychloride, copperoxychloride + maneb and Oxivir Plus were tested on 100 tomato seeds with 3 replicates for each application, and their antibacterial effects were determined against virulent strain *Cmm2* strain. The effect of different doses of successful chemicals on *Cmm* was determined on tomato germination, and the practical usability was discussed. The results obtained from this study will contribute to the production of tomato seed free of *Cmm* which is seed-borne and to control of the disease.

Key Words: Tomato Seed, Bacterial Wilt and Canker, *Cmm*

ÖZET

Bu çalışmada, hidrojen peroxide, streptomycine, bakıroksiklorür, bakıroksiklorür+maneb ve Oxivir Plus' ın farklı dozlarının hem *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*) ile inokule edilmiş hem de *Cmm* ile doğal enfekteli domates tohumları uygulamalarının *Cmm* üzerinde etkileri araştırılmıştır. Hidrojen peroxide, streptomycin, bakıroksiklorür, bakıroksiklorür+maneb ve Oxivir Plus' ın farklı dozları karşılaştırmalı olarak her uygulama için 100 adet domates tohumu ve 3 tekerrürlü olarak test edilerek virulent strain *Cmm2* strainine karşı antibakteriyel etkisi belirlenmiştir. Başarılı olan kimyasalların farklı dozlarının domates çimlenmesi üzerine etkileri belirlenerek pratik açıdan kullanılabilirliği tartışılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, tohum kökenli olan ve mücadelesi oldukça sınırlı olan bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeninden ari domates tohumu elde edilmesine ve hastalığın mücadelesine önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Domates Tohumu, Bakteriyel Solgunluk ve Kanser, *Cmm*

1. INTRODUCTION

Bacterial canker and wilt, caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*), is one of the most economically important disease of the tomato worldwide (Jahr et al., 1999; Kawaguchi et al., 2010). The disease can become very destructive, and economic loss, due to this pathogen, in commercial tomato production in both fields and greenhouses has been reported worldwide (Gitaitis et al., 1991; Chang et al., 1992; de Leon et al., 2011). As a result of severe infection by this pathogen, yield losses up to 84% have been reported (Poysa, 1993; Hausbeck et al., 2000). The world's total tomato production is 164,492,970 thousand tons over 4,762,457 ha. The major tomato-producing countries are China, USA, Italy, Turkey, India, and Egypt. Turkey is one of the world's leading producers of tomato and ranked fourth globally with the production of 11,820 thousand tons over 311,000 ha (FAO, 2013). More than 100 tomato varieties are cultivated in every growing season in Turkey. The total tomato seedling production of Turkey is 1.6 billion, and ~0.6 billion tomato seedlings are produced in Antalya, which makes it the largest tomato production province of Turkey.

The pathogen can rapidly spread through infected seeds over long distances (de Leon et al., 2011; Tancos et al., 2013). None of the present control measures of the disease, including the use of pathogen-free seeds and seedlings (Jahr et al., 1999) and applying antibiotics and other chemical compounds, such as copper, on the infected plants in the fields and the greenhouses (Werner et al. 2002) have been found to be completely effective against this pathogen (Gleason et al., 1993). So far, none of the commercial tomato varieties are known to be effectively resistant to the *Cmm* pathogen (Xu et al., 2010).

The objective of this study was to search the some chemicals as tomato seed treatments to control bacterial wilt and canker disease.

2. MATERIALS AND METHODS

The different doses of some chemicals which are know as antibacterial agents, including hydrogen peroxide, streptomycine, copperoxychloride, copperoxychloride + maneb, and Oxivir Plus, were investigated on both the naturally infested and the artificially infected tomato seeds (İkram F1) with *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* strain *Cmm2* in the concentration of 1×10^6 cfu/ml. The seeds (100 seeds, articially/naturally infected) were dried under laminar flow chamber. Treatments were 3 replicates. The doses of the chemicals were hydrogen peroxide (1%), streptomycine (100 ppm), copper oxychloride (4 g/L) copper oxychloride + Maneb (3 g/L + 1g/L) and Oxivir Plus (1%). After the chemical treatments the *Cmm* were detected on both nutrient agar and mSCM, semi-selective agar in order to determine the success of the chemicals on *Cmm*

3. RESULTS AND DISCUSSION

Oxivir Plus was determined to be a strong antibacterial effect on *Cmm* on the naturally-infected tomato seeds without any effect on seed germination (Table 1). On the other hand the other chemicals, copper and copper mixer, have antibacterial effect on *Cmm* in seed tests. But the negative effect on tomato seed germination (Table1).

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Table 1. Antibacterial effects of different chemicals on *Cmm* using naturally infected tomato seeds

Treatments	Natural Infected Seed treatment concentrations	Seed germination (%)	Antibacterial effect
		1-hour treatment	treatment (IR)
<i>Copperoxychloride</i>	(4 g/ L)	79	83
<i>Cooperoxychloride+Maneb</i>	(3 g+1 g/ L)	78	86
Hydrogen Peroxide	(0.5%)	90	67
<i>Oxivir Plus</i>	(1%)	94	96
<i>Streptomycine</i>	(100 ppm)	93	94
Steriled Water	-	91	0.0

Determined based on regression analysis, $p \leq 0.01$ according to Tukey-HSD test, IR – inhibition rate (%)

Oxivir Plus was determined to be a strong antibacterial effect on *Cmm* on the artificially-infected tomato seeds without any effect on seed germination (Table 2). On the other hand the other chemicals, copper and copper mixer, have antibacterial effect on *Cmm* in seed tests. But the negative effect on tomato seed germination (Table2).

Table 2. Antibacterial effects of different chemicals on *Cmm* using artifically infected tomato seeds.

Treatments	Seed treatment concentrations	Seed germination (%)	Antibacterial effect
		1-hour treatment	treatment (IR)
<i>Copperoxychloride</i>	(4 g/ L)	78	94
<i>Cooperoxychloride+Maneb</i>	(3 g+1 g/ L)	81	98
Hydrogen Peroxide	(0.5%)	93	64
<i>Oxivir Plus</i>	(1%)	96	100
<i>Streptomycine</i>	(100 ppm)	93	100
Steriled Water	-	94	0.0

*Determined based on regression analysis, $p \leq 0.01$ according to Tukey-HSD test, IR – inhibition rate (%)

The results of this study will contribute to the production of *Cmm*-free tomato seed and to control of the tomato bacterial wilt and canker disease in both field and greenhouse-producing tomato. The using Oxivir Plus in order to control the *Cmm* may minimize the yield losses, and thus it may increase the total yield amount of tomato.

4. REFERENCES

- Chang, R. J., Ries, S.M., & Pataky, J. K. (1992). Local sources of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. *Phytopathology*, 82, 553–560.

- de Leon, L., Siverio, F., Lopez, M. M., & Rodriguez, A. (2011). *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, a seedborne tomato pathogen: Healthy seeds are still the goal. *Plant Disease*, 95, 1328–1338.
- FAO. (2013). FAO statistics division. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>, Accessed 24 October 2016.
- Gitaitis, R. D., Beaver, R. W., & Voloudakis, A. E. (1991). Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in symptomless tomato transplants. *Plant Disease*, 75, 834–838.
- Gleason, M. I., Gitaitia, R. D., & Ricker, M. K. (1993). Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in eastern North America. *Plant Disease*, 77, 1069–1076.
- Hausbeck, M. K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R., & Fulbright, D.W. (2000). Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. *Phytopathology*, 90, 38–44.
- Jahr, H., Bahro, R., Burger, A., Ahlemeyer, J., & Eichenlaub, R. (1999). Interactions between *Clavibacter michiganensis* and its host plants. *Environmental Microbiology*, 1, 113–118.
- Kawaguchi, A., Tanina, K., & Inoue, K. (2010). Molecular typing and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in greenhouses in Japan. *Plant Pathology*, 59, 76–83.
- Poysa, V. (1993). Evaluation of tomato breeding lines resistant to bacterial canker. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 15, 301–304.
- Tancos, M. A., Chalupowicz, L., Barash, I., Manulis-Sasson, S., & Smart, C. D. (2013). Tomato fruit and seed colonization by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* through external and internal routes. *Applied Environmental Microbiology*, 79, 6948–6957.
- Werner, N. A., Fulbright, D. W., Podolsky, R., Bell, J., & Hausbeck, M. K. (2002). Limiting populations and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on seedling tomatoes in the greenhouse. *Plant Disease*, 86, 535–542.
- Xu, X. L., Miller, S. A., Baysal-Gürel, F., Gartemann, K. H., Eichenlaub, R., & Rajashekara, G. (2010). Bioluminescence imaging of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* infection of tomato seeds and plants. *Applied Environmental Microbiology*, 76, 3978–3988.

**INVESTIGATION OF THE POST-HARVEST RESIDUE POTENTIAL OF OXIVIR
PLUS USED IN STRAWBERRY PRODUCTION**

OXIVIR PLUS' IN ÇİLEK ÜRETİMİNDE HASAD SONRASI KALINTI
POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Hüseyin BASIM
Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Esin BASIM
Akdeniz Üniversitesi

ABSTRACT

Pesticides used in the control of diseases and pests in strawberry production may cause significant post-harvest pesticide residue problems if used uncontrolled way. In this respect, in the disease control, it is of great importance to find alternative environment-friendly alternative to pesticides and new alternative control opportunities that do not threaten human health. In this study, it is aimed to investigate possible residual problem in strawberry, if Oxivir Plus which is a strong disinfectant is used in strawberry production. For this purpose, the residue analysis applications were carried out on a Camarosa, strawberry cultivar cultivated in a plastic tunnel in Antalya. Strawberry plants in harvest stage were selected from 2 different parts of the greenhouse: West-East. The fruit bunches to be applied were labelled and made ready for Oxivir Plus application. For each Oxivir Plus application, 5 different strawberry plants from the Western and Eastern parts and 3 fruits from each plant were selected. Strawberry samples with different doses of Oxivir Plus were analyzed using QUECHERS method with GC-MS and LC-QTOF-MS devices.

Keywords: Strawberry, Residue, Oxivir Plus, Harvest, GC-MS

ÖZET

Çilek üretiminde hastalıkların ve zararlıların mücadelesinde kullanılan pestisidlerin hasat sonrası önemli pestisid kalıntısı sorunları oluşturduğu bilinmektedir. Bu bakımdan tarımsal mücadelede tarımsal ilaçlara alternatif çevre dostu, insan sağlığını tehdit etmeyen yeni alternatif mücadele olanaklarının ortaya çıkarılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, güçlü bir dezenfektan olan Oxivir Plus' ın çilek üretiminde kullanılması durumunda çilekte olası ortaya çıkabilecek kalıntı sorunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, kalıntı analizi uygulamaları, Antalya' da bulunan ve alçak tünelde yetiştiriciliği yapılan Camarosa çilek çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Seranın Batı-Doğu olmak üzere 2 farklı yerinden, hasat aşamasına gelen çilek bitkileri seçilmiştir. Uygulama yapılacak çilek meyve salkımları etiketlenerek

Oxivir Plus uygulamasına hazır hale getirilmiştir. Her bir Oxivir Plus uygulaması için Batı ve Doğu kısmından 5' er farklı çilek bitkisi ve her bir bitki için 3' er çilek meyvesi seçilmiştir. Farklı dozlarda Oxivir Plus uygulaması yapılan çilek örnekleri QUECHERS metodu ve GC-MS ve LC-QTOF-MS cihazları kullanılarak analiz edilerek kalıntı analizleri tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Kalıntı, Oxivir Plus, Hasat, GC-MS

1. INTRODUCTION

Strawberry is a special economic position in the fruit industry because of its post-harvest processing and antioxidant functional value (Husaini and Neri,2016).

Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.), an herbaceous perennial plant in the genus *Fragaria* and in the family Rosaceae, is highly adaptable, widely cultivated, and extensively distributed. Europe has the greatest strawberry production, followed by the America and, in descending order: Asia, Africa, and Oceania. China is the most important country for strawberry production in Asia (Ma et al.2018).

The strawberry is a member of the Rosaceae family and belongs to the genus *Fragaria* (derived from the Latin, fragare, meaning pleasant aroma). While there are over 20 named species, most cultivated strawberries have originated from six main species from Europe, North America and Chile. Strawberries are probably the most popular berryfruit grown worldwide. They are mostly eaten fresh but there is a substantial international trade in frozen fruit, with the fruit used in a wide range of products including jams, dairy food and bakery products. World production is estimated at 2.8 million tonnes per year. (Anonymous, 2016).

Strawberry can be grown in almost all parts of Turkey, the leading strawberry producing regions are the Mediterranean, Aegean and Marmara regions. In Turkey, strawberry production exclusively targets both local and foreign markets and relies on the high fruit quality during the whole year (Kafkas, 2017).

2. MATERIALS AND METHODS

Strawberry variety, **Camarosa**, was used in residue analysis. Strawberries were selected from West and East sides of the strawberry-grown greenhouse in Antalya, and the plants were labelled for Oxivir Plus treatments. The each treatments in the experiments were in 3 replicates.

Five strawberry plants were selected from each sides (West and East) and 3 strawberry fruits from each plant were collected for residue analysis. Application time and the doses of Oxivir Plus were given in Table 1.

In order to the residue analyses, Oxivir Plus-treated strawberry samples were prepared with Quechers method. The analyses were done by GC-MS and LC-QTOF-MS equipments. PAL RSI 85 Liquid automated sampler and MSD 5977 A 7890 B connected with a mass spectrometer gas chromatography were used. HP-5MS capillary column (0.25 µm film, 0.30 mm diameter

and 30 m lenght) was used with, 1.2 mL / dk flow rate of helyum gas. “MassHunter Workstation” software was used with Agilent WILEY ve METLIN library.

Table 1. Application Time and Doses of Oxivir Plus on Tomatoes Used in Residue Analysis

<u>Treatment Time</u>	<u>Strawberry 1</u>	<u>Strawberry 2</u>	<u>Strawberry 3</u>	<u>Strawberry 4</u>	<u>Strawberry 5</u>	<u>Strawberry 6</u>
3 Days ago from harvest	1 L Oxivir Plus/100 L water		2 L Oxivir Plus/100 L water			
1 day ago from harvest		1 L Oxivir Plus/100 L water		2 L Oxivir Plus/100 L water		
1 day ago from harvest and washed					1 L Oxivir Plus/100 L water	2 L Oxivir Plus/100 L water

3. RESULTS AND DISCUSSION

Based on the pesticide analysis of the strawberry samples, total 600 pesticides were checked. It was determined that Oxivir Plus does not cause any residue problem and do not contain any pesticides.

Salicyclic acid and propilen glycol propylether were detected from directly Oxivir Plus own commercial form but not from any sample of strawberries treated by Oxivir Plus. Even Oxivir plus treatment 1 day before tomato harvesting, any residues of pesticide and Oxivir Plus were detected. Therefore, Oxivir Plus can be used safely in strawberry production, because even 1 day before harvesting.

The results of this study will contribute to the residue-free production of strawberry that support to producers in terms of the sustainability of the strawberry production.

4. REFERENCES

- Anonymous, 2016. *Fragaria* (Strawberry) Post-Entry Quarantine Testing Manual. New Zealand Government.47 pp.
- Husaini, A. and Neri, D. 2016. Strawberry growth, development and diseases. CABI Int.,USA pp.313.
- Kafkas, E. 2017. Strawberry growing in Turkey: current status and future prospects. Acta Hortic. 1156, 903-908.
- Ma W., Zhang Y., Wang Ch., Liu S., Liao X. 2018. A new disease of strawberry, fruit rot, caused by *Geotrichum candidum* in China. Plant Protect. Sci., 54, 92–100.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF OXIVIR PLUS AGAINST FUNGAL DISEASES IN CULTIVATED MUSHROOM (*Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach)

YEMEKLİK KÜLTÜR MANTARLARINDA (*Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach)
FUNGAL HASTALIKLARA KARŞI OXIVIR PLUS' IN ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Esin BASIM
Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin BASIM
Akdeniz Üniversitesi

ABSTRACT

The fungal diseases cause significant economic product losses in the production of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). The diseases of green mold, wet bubble and dry bubble are caused by *Trichoderma* spp., *Mycogone pernisiosa* and *Verticillium fungicola*, respectively. The existing certificated fungicides are very limited for mushroom fungal diseases. In addition, the present fungicide usage makes it difficult to use for fungal diseases due to residue formation and phytotoxicity problems. The aim of this study is to search the effectiveness of different doses of Oxivir Plus which is strong disinfectant against fungal diseases on mushroom. The experiments were carried out on mushroom in which commercial mushroom production company was carried out in Korkuteli, District of Antalya Province. Eleven compost bags were used for each dose, and each compost bag was 1 repetition. Five different doses of Oxivir Plus were tested and compared with the control applications in which only sterilized water was applied and the compost results of the producer under normal conditions. The results of this study will contribute to both the control of the fungal diseases and the improvement of cultivated mushroom quality and yield.

Key Words: Cultivated Mushroom, *Agaricus bisporus*. Fungal Diseases, Chemical Control

ÖZET

Yemeklik kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) üretiminde fungal hastalıklar önemli ekonomik ürün kayıplarına sebep olmaktadır. Fungal patojenler; *Trichoderma* spp., *Mycogone pernisiosa* and *Verticillium fungicola* tarafından oluşturulan hastalıklar sırasıyla; yeşil küf, ıslak kabarcık ve kuru kabarcık hastalıklarıdır. Yemeklik mantar üretiminde fungal hastalıklara karşı sınırlı sayıda ruhsatlı fungusitler kullanılmaktadır. Ayrıca, kullanılan mevcut fungusitler, kalıntı oluşturması ve fitotoksite problemleri sebebiyle mantar üretiminde fungal hastalıkların mücadelesinde kullanımlarını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı; yemeklik kültür mantarı üzerinde fungal hastalıklara karşı güçlü bir dezenfektan olan Oxivir Plus' ın farklı dozlarının etkinliğini araştırmaktır. Denemeler, Antalya İli-Korkuteli İlçesinde ticari mantar üretimi yapılan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Her bir kompost torbası 1 tekerrür olmak üzere 11 kompost torbası kullanılmıştır. Oxivir Plus' ın 5 farklı dozu test edilerek hem sadece steril su uygulamasının yapıldığı kontrol uygulamaları hem de üreticinin normal koşullarda kompost uygulamalarının sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, hem hastalığın mücadelesi hem de yemeklik kültür mantarı kalitesinin ve veriminin arttırılmasında önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yemeklik Mantar, *Agaricus bisporus*. Bakteriyel Kahverengi Leke, Kimyasal Mücadele

1.INTRODUCTION

Mushrooms, have been extensively used and consumed as foods to meet the daily nutritional requirements. It is also a useful source of medicine, which helps people meet their health needs. The most commonly grown mushroom worldwide is *Agaricus bisporus* (30%), *Pleurotus* spp. (27%) and *Lentinula* spp. (17%) (Royse, 2014).

The world total production of mushroom and truffles together in a 28,111 ha area was 10,378,163 tonnes, out of this total, Turkey produced 40,874 tonnes in 2017 (Eren and Pekşen,2016). In Turkey, Mediterranean and Marmara Regions rank first in mushroom production and consumption with the share of 61.5 and 40%, respectively. In Turkey, Antalya province ranks first in mushroom production with the daily production of culture mushroom production was Mediterranean Region (daily mushroom production-83 tonnes), Marmara Region (daily mushroom production-26 tonnes), Aegean Region (daily mushroom production-10 tonnes) Region (Eren and Pekşen, 2016).

In Korkuteli, production of mushroom is 53 %, production of compost is 70%, respectively. Also, 2560 production store, 1150 production facility, 7 compost production facility were in Korkuteli.

Many fungal diseases can affect commercial mushroom crops (Fletcher and Gaze, 2008). Wet Bubble disease is caused by *Mycogone perniciosa*. The main symptom is the development of large undifferentiated and irregular masses of tissue. Other symptoms include severely malformed mushroom with heavily swollen stipes and deformed caps, wart-like grows and cap spotting (Pyck and Grogan, 2015).

Dry Bubble disease is caused by *Verticillium fungicola* (*Lecanicillium fungicola*). Small bubbles of tissue develop when mushroom pins are infected at a very early stage. Split stipes and partial mushroom malformations cap develop. Wart-like growths can occur on the cap when older developing mushrooms are infected (Pyck and Grogan, 2015).

Different species of *Trichoderma* have been reported to be associated with green mould symptoms in compost, on casing soil, in the spawn bottles and on grains after spawning. A dense, pure white growth of mycelium may appear on casing surface or in compost which resembles to mushroom mycelium. Later on mycelial mat turns to green colour because of heavy sporulation of causal agent which is a characteristic symptom of the disease.

Control of these pathogens currently relies on prevention and hygiene measures in mushroom farms, together with chemical fungicide treatments. The continuous usage of fungicide frequently contributes to pathogen resistance. fungicide alternatives to fight mushroom fungal disease in the form of environmentally-friendly biomolecules are being actively investigated, Oxivir Plus is an Ecologo® certified disinfectant. Also, Oxivir Plus is compatible for use on most healthcare surfaces, including stainless steel, glass, nylon fabrics, chrome and more.

The aim of this study is to search the effectiveness of different doses of Oxivir Plus which is strong disinfectant against fungal diseases on mushroom.

2. MATERIALS AND METHODS

The experiments were carried out on mushroom in which commercial mushroom production company was carried out in Korkuteli, District of Antalya Province. Eleven compost bags were used for each dose, and each compost bag was 1 repetition. Five different doses (100, 250, 500, 750 and 1000) of Oxivir Plus were tested. And compared with the control applications in which only sterilized water was applied and the compost results of the producer under normal conditions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Green Mold Disease was found to be 42% in Control 1, 64% in Control 2, Dry Bubble Disease was found to be 33% in Control 1 and 47% in Control 2, respectively.

While the lowest dose of Oxivir Plus was 100 ml / 100 L, Green Mold Disease was detected at a rate of 1.8%, while no other disease was detected at all doses (Table 1). No Dry Bubble Disease was detected at all doses starting from the lowest dose of Oxivir Plus, 100 ml / 100 L (Table 1). It has been detected to the effects of different types of Oxivir Plus contribution in mushroom tissue hardness compared to control (Table 2) .

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

It has been clearly established that different doses of Oxivir Plus make a significant contribution to fungal weights. In addition to the effects of edible fungus on diseases, it also contributed to the fungal yield weight of 44.69% to 104.1% (Table 3).

Table 1. Effects of Different Doses of Oxivir Plus Against Dry Bubble , Wet Bubble and Green Mold Diseases in Mushroom Growing Room

	Control 1/ Control 2		Doses ml/100L		Disease Ratio (%) ⁺	
Diseases		100	250	500	750	1000
<i>Verticillium fungicola</i>	33/47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mycogone perniciosa</i>	43/32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Trichoderma spp.</i>	42/64	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0

* The figures for each dose and control applications are the average of 11 replicates

Control 1: Clean water application only

Control 2: Manufacturer's standard practices including fungicides and others

Table 2. Different Types of Oxivir Plus in Mushroom Growing Room Dosages of Edible Culture Mushrooms with Chatillon Device Effects on Tissue Hardness

		Doses ml/100L		Newton (N) *	
Control	100	250	500	750	1000
14.07	18.3	16.33	15.9	16.78	15.35

* The figures for each dose and control application are the average of 5 replications.

Table 3. Effects of Different Doses of Oxivir Plus on Weight of Edible Culture Mushroom in Mushroom Growing Room

--

		<u>Doses</u> ml/100L		<u>Weights</u> (g) *	
Control	100	250	500	750	1000
29.29	43.94	42.38	44.46	59.8	44.15

* The figures for each dose and control application are the average of 5 replications.

The effects of different doses of Oxivir Plus on tissue hardness of the fungus were found to be highest with 18.3 Newtons at the lowest Oxivir Plus application (100 ml / 100 L) compared to control fungi. In control fungi, mean hardness of tissue was found to be 14.07 Newton. In other Oxivir applications, tissue stiffnesses varied between 15.35 Newtons and 16.78 Newtons (Table 3). Low doses of Oxivir Plus have been found to be highly effective against fungal diseases that result in economic crop losses in the cultivation of edible mushrooms (*Agaricus bisporus*). Oxivir Plus was also found to have a very positive effect on the weight of the edible fungus, tissue hardness, hat-stalk opening, color, brightness, and shelf life and yield increase.

According to the residue analysis report, the fact that it can be safely used in the production of edible culture mushrooms without leaving any residue clearly shows that Oxivir Plus can be used safely against edible fungal diseases.

It has been scientifically demonstrated that yield losses due to diseases that may occur in mushroom production can be minimized by using Oxivir Plus, and that it can make significant contribution to mushroom producer and production by increasing quality and yield.

4. REFERENCES

1. Eren, E. and Pekşen, A. 2016. Türkiye’de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. Türk-Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3), 189-196.
2. Fletcher, J.T. and Gaze, R. 2008. Mushroom pest and disease control: a color handbook. Ed. Manson Publishing Ltd., Academic Press, San Diego. 192 pp.
3. Pyck, N. and Grogan, H. 2015. Fungal Diseases of Mushrooms and Their Control. Mush TV Fact Sheet 04/15, 1-6.
4. Royse D. J. 2014. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. Proc 8th Conf on Mushroom Biology and Mushroom Products, pp. 1-6. Mushroom Society of India (Solan) (Eds.). New Delhi, India.
5. Sharma, S.R., Kumar, S. and Sharma, V.P. 2007. Diseases and competitor moulds of mushrooms and their management. Technical Bulletin, National Research Centre for Mushroom, 77pp.

**INVESTIGATION OF THE CHEMICAL CONTROL OPPORTUNITY AGAINST
TOMATO GRAY MOLD DISEASE CAUSED BY *Botrytis cinerea***

DOMATES KURŞUNİ KÜF HASTALIK ETMENİ *Botrytis cinerea*’ YA KARŞI
KİMYASAL MÜCADELE OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Esin BASIM
Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin BASIM
Akdeniz Üniversitesi

ABSTRACT

In this study, chemical control opportunity for tomato gray mold disease caused by *Botrytis cinerea* was investigated both *in vitro* and *in vivo*. Fenhexamid (100 ml/ 100 L), Chlorothalonil (200 ml/100 L) and different doses of Oxivir Plus were tested against virulent *Botrytis cinerea* genotypes in 5 replicates *in vitro*. Oxivir Plus, which is successful *in vitro*, was tested with 3 replicates on tomato plant *in vivo*. It was found to be successful in controlling *Botrytis* gray mold disease. This study will contribute significantly to the efforts to reduce the losses of economic crops in the control against gray mold disease.

Keywords: Tomato, *Botrytis cinerea*, Chemical control

ÖZET

Bu çalışmada, domates kurşuni küf hastalık etmeni, *Botrytis cinerea*’ ya karşı hem *in vitro* hem de *in vivo*’ da kimyasal mücadele olanakları araştırılmıştır. Fenhexamid (100 ml/ 100 L), Chlorothalonil (200 ml/100 L) ve Oxivir Plus’ in farklı dozları karşılaştırmalı olarak *in vitro* koşullarda 5 tekerrürlü olarak virulent *Botrytis cinerea* genotiplerine karşı test edilmiştir. *In vitro* koşullarda başarılı olan Oxivir Plus’ in *in vivo* koşullarda saksı denemeleriyle, domates bitkisi üzerinde 3 tekerrürlü olarak test edilerek kurşuni küf hastalığının engellenmesindeki başarısı ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışma, mücadelesi oldukça sınırlı olan ve domates yetiştiriciliğinde önemli ekonomik ürün kayıplarına sebep olan kurşuni küf hastalığının mücadelesinde yeni bir alternatif kimyasal mücadele olanağının ortaya çıkarılmasına ve ekonomik ürün kayıplarının azaltılması çabalarına önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Botrytis cinerea*, Kimyasal Mücadele

1. INTRODUCTION

Botrytis cinerea Pers. is a ubiquitous pathogen which causes severe losses in many fruit, vegetable and ornamental crops and which can be especially dangerous in greenhouse production.

Botrytis cinerea can cause gray mould that is a common and often serious fungal disease on tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in open field and in greenhouses. (Fiume and Fiume, 2006)

Botrytis gray mould can occur on all above-ground parts of the tomato plant and it often starts at a point of damage or on any decaying tissue. Fallen flower petals resting on leaves, and pruning wounds on stems are examples of infection points. The most characteristic symptom is a grey-brown furry mould, which are masses of spores of the gray mould fungus, covering the infected area. The possibilities of control of the disease are numerous. Good ventilation conditions, both day and night, to keep plants dry and air humidity low are critical in preventing and controlling the gray mould. Chemicals should not be relied on for control because without proper environmental controls the gray mould will continue to develop and spread. Chemical control of *Botrytis* gray mold is an other strategy against the phytopathogenic fungus. Therefore, chemicals alone cannot be relied on to give control of gray mold. It is difficult to spray all surfaces of the plant where infection may occur. The fungicides currently registered are protective types and do not have a systemic action of control (Fiume and Fiume, 2006)

Because *B. cinerea* has developed resistance to several fungicides (Moorman and Lease, 1992), there is concern that selection for additional fungicide resistance in the pathogen will occur. Some products will not be registered for greenhouse use by the manufacturer because the development of pest resistance in a confined space is much more likely to occur, Future availability of fungicides for greenhouse use on vegetables may be limited because of concerns for the environment and human safety. The emergence of fungicide resistance and increasing consumer demands for reduced residues on fruit emphasises the need for alternative disease control strategies.

In this study, chemical control opportunity for tomato gray mold disease caused by *Botrytis cinerea* was investigated both *in vitro* and *in vivo*.

2. MATERIALS AND METHODS

Fenhexamid (100 ml/ 100 L), Chlorothalonil (200 ml/100 L) and different doses of Oxivir Plus (0.5, 0.75, 1 L/100 L) were tested against the selected virulent *Botrytis cinerea* genotypes obtained the culture collection of Akdeniz University, Department of Plant Protection. The *in vitro* tests of well-diffusion and contact effect were conducted in 5 replicates. In vivo tests, 5-weeks tomato seedlings (var. İkrâm F1) grown in pods were used. Three tomato seedlings for each chemical doses of Oxivir Plus, and chlorohalonil and Fenhexamid were inoculated with conidia spores of *Botrytis cinerae* adjusted with hemcytometer to 1×10^6 . The chemicals were

tested with 3 replicates on tomato plants *in vivo*. The gray mold symptoms were recorded for each treated chemicals.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Oxivir Plus (1 L/100 L) can be safely used to control the gray mold diseases caused by *Botrytis cinerea* isolates. In all tests, Oxivir Plus showed an effective fungicidal effect instead of fungistatic effect on the *B. cinerea* isolates. While the disease rate was 100% in the control treatment, the 0.5, 0.75, 1 L/100 L water doses of Oxivir Plus treatments had about 100% protection against the gray mold disease (Table 1 and Table 2).

The highest dose (1 L /100 L su) of Oxivir Plus showed maximum antifungal effect in tomato plants without causing any toxicity on tomato plants. Oxivir Plus was found to be successful in controlling *Botrytis* gray mold disease. This study will contribute significantly to the efforts on reducing the economic yield losses of tomato caused by gray mold disease (Table 3).

Table 1. Antifungal effect of Oxivir Plus on *Botrytis cinerea* using Agar Well Diffusion Test *in vitro*

Fungi					Doses ml/100L	Inhibition Zones (mm)			
	Control	10	25	50	100	250	500	1000	Chlorothalonil
<i>Botrytis cinerea</i>	0	0	0	0	13	16	18	20	15

Table 2. Contact effect of Oxivir Plus on *Botrytis cinerea* *in vitro*

Fungi					Doses ml/100L	Inhibition Zones(mm)			
	Control	10	25	50	100	250	500	1000	Chlorothalonil
<i>Botrytis cinerea</i>	+++	++	+	-	-	-	-	-	-

Control: Sterile water Chlorothalonil: 200 ml/100L

+++ : Fully fungal growth

++ : Less fungal growth

+: Less than fungal growth

- : No fungal growth

Table 3. Antifungal effect of Oxivir Plus on *Botrytis cinerea* in vivo

Fungi		Doses ml/100L		Disease Ratio (%)	
	Control	500	750	1000	Chlorothalonil/ Fenhexamid
<i>Botrytis cinerea</i>	100	0.0	0.0	0.0	0.0

4.REFERENCES

1. Fiume, F. and Fiume, G. 2006. Biological control of *Botrytis* gray mould on tomato cultivated in greenhouse. Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent University, 71/3b, 897-908.
2. Moorman, G. W. and Lease, R. J. 1992. Benzimidazole-and dicarboximide-resistant *Botrytis cinerea* from Pennsylvania greenhouses. Plant Disease, 76,477-480.

**ADSORPTION OF REACTIVE RED 45 FROM AQUEOUS SOLUTION BY
WATERMELON SEED HUSK**

Assist. Prof. Dr. Serpil SAVCI

Yozgat Bozok University

ABSTRACT

This study researched removal of Reactive Red 45 from aqueous solution by watermelon seed was investigated. Effect of pH, initial dye concentration and time parameters were studied. Langmuir and Freundlich models were calculated from experimental data. Freundlich model is more fit than Langmuir model. The maximum capacity of adsorption RR45 was -33.821 mg/g at adsorbent dose of 0.1 g/30 mL for initial dye concentration of 100 mg/L, pH 2.6 and 25 °C. According to the results, water melon seed husk was easily obtainable and economic agricultural waste for removal of reactive textile dyes.

Keywords: Reactive red, adsorption, agricultural waste.

1.INTRODUCTION

The textile industry uses a considerable amount of water and produces large quantities of colored wastewater, so it is one of the most important sources of water pollution (Melo, 2014). Textile dyes are classified as cationic, anionic, and nonionic (Joshi, 2004). Reactive dyes contains a chromophore group such as azo, anthraquinone, phthalocyanine and triarylmethane and a functional group (Isah et al., 2015).

There are many methods for treatment of dye wastewater such as chemical, physical and biological. Many process such as ozonation (Fanchiangand, 2009), ultrasound (Siddique et al., 2011), adsorption (Jiang et al., 2014) and electrocoagulation/coagulation (Taheri et al., 2013). Adsorption is the well-known process for removal of dyes from aqueous solutions.

This study study removal of Reactive Red 45 from aqueous solution by watermelon seed was investigated. The contact duration of adsorption, dye concentration and pH parameters were investigated. Langmuir and Freundlich models were calculated.

2. MATERIAL and METHOD

Watermelon seed was obtained from a local fish shop in Mersin-Turkey. Reactive red 45 was purchased from Sigma-Aldrich. It is a cationic dyestuff (chemical formula $C_{23}H_{25}ClN_2$, dye purity >90%). Table 1 shows that characteristic of Reactive red 45.

Table 1. Characteristic of reactive red 45

RR45	
Molecular weight (g/mol)	802.10
Color	Red
λ_{max} (nm)	505
Purity	<90%
Chemical formula	$C_{27}H_{19}ClN_7Na_3O_{10}S_3$
Chemical structure	

For adsorption studies to 30 mL reactive red 45 solution added 0,1 g of water melon seed husk. Batch adsorption studies done a mechanical shaker (VWR) at 250 rpm. The supernatant was centrifuged at 4000 rpm (10 minutes) in a centrifuge (Hettich Zentrifugen).

The removal efficiency of reactive red 45 dye was calculated as follows, Eq. 1:

$$\text{Dye Removal (\%)} = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100 \quad (1)$$

C_o : The initial dye concentration (mg/L)

C_t : The dye concentration after sorption time t (mg/L) (Santos, 2013).

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Effect of pH

The pH effect to removal of dyes from waste water is one of the most important factors. The pH effect on water melon seed husk adsorption of reactive red 45 was studied by varying the

initial pH value from 2.6 to 10.0 while the initial dye concentration at 100 mg/L, adsorbent concentration at 0.1 g/30 mL and at 25 °C. The pH effect is given in Fig 1.

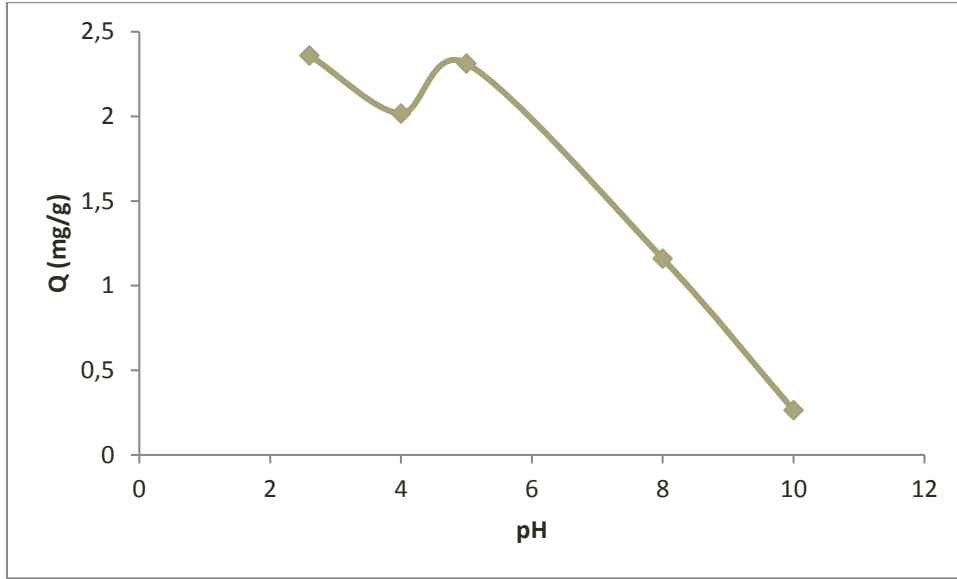


Fig 1. pH Effect

3.2. Effect of Concentration

For investigation of the effect of initial dye concentration of reactive red 45, batch adsorption experiment completed with pH 2.6, 0.1 g adsorbent with the dye concentrations from 15 to 90 mg/L and temperature 25 °C. The effect of concentration is given in Fig 2.

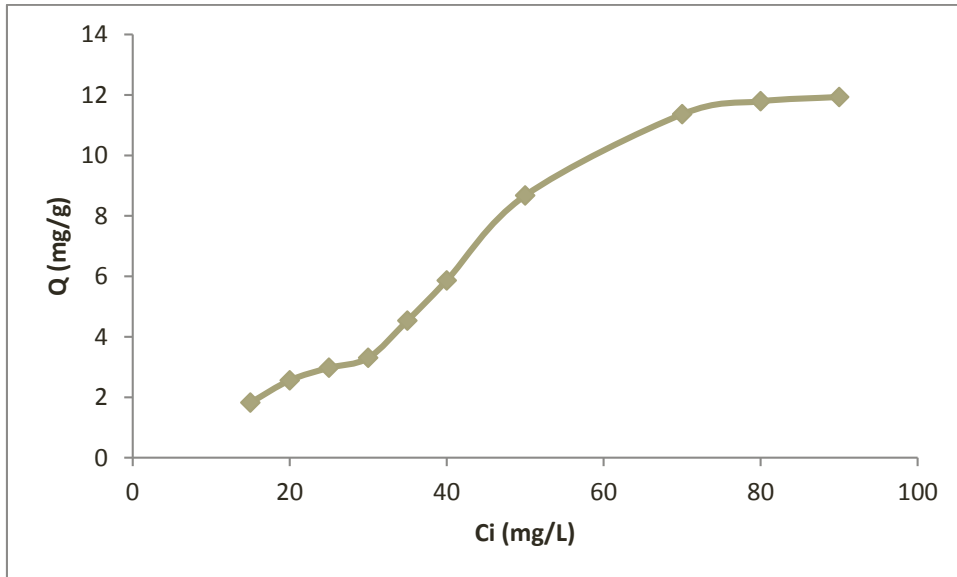


Fig 2. Effect of Concentration

3.3. Isotherm studies

Langmuir and Freundlich Isotherm models were studied for removal of reactive red 45 and also, calculated adsorption capacity. Table 2 shows isotherm constants for Langmuir and Freundlich. Maximum adsorption capacity is -33.821 mg/g. Robinson et al (2002) found similar results.

Table 2. Isotherm parameters

Isotherm constants	BR18
Langmuir	
$q_{\max}$ (mg/g)	-33.821
K_L (L/mg)	0.2080
R^2	0.1406
Freundlich	
K_f (L/g)	0.130
n	0.822
R^2	0.8769

3.4. Kinetic Study

Equilibrium experiment was performed in a batch system. The kinetic parameters are presented Fig 3. Pseudo first order, second order and intraparticle diffusion model were studied for adsorption of reactive red 45. Pseudo second order kinetic model is the best fitted for removal of reactive red 45 (Fig 4, Table 3).

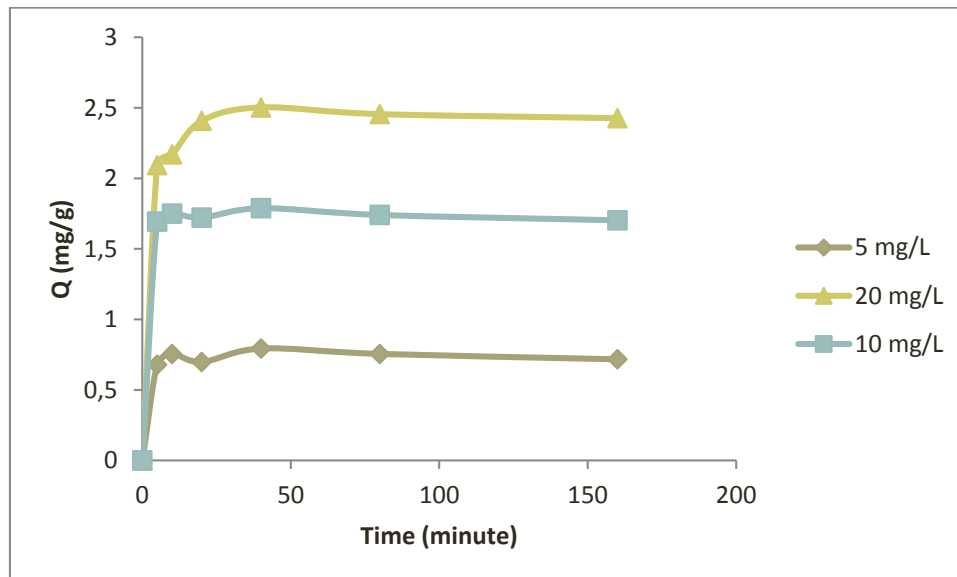


Fig 3. Effect of Time

Table 3. Values Of Pseudo Second Order Kinetic Model

C_0 (mgL ⁻¹)	Q_e , cal. (mg g ⁻¹)	k_2 (g mg ⁻¹ min ⁻¹)	R^2
-------------------------------	---------------------------------------	--	-------

5	0.721	1.123	0.9988
10	1.706	1.405	0.9998
20	2.439	2.0716	0.9998

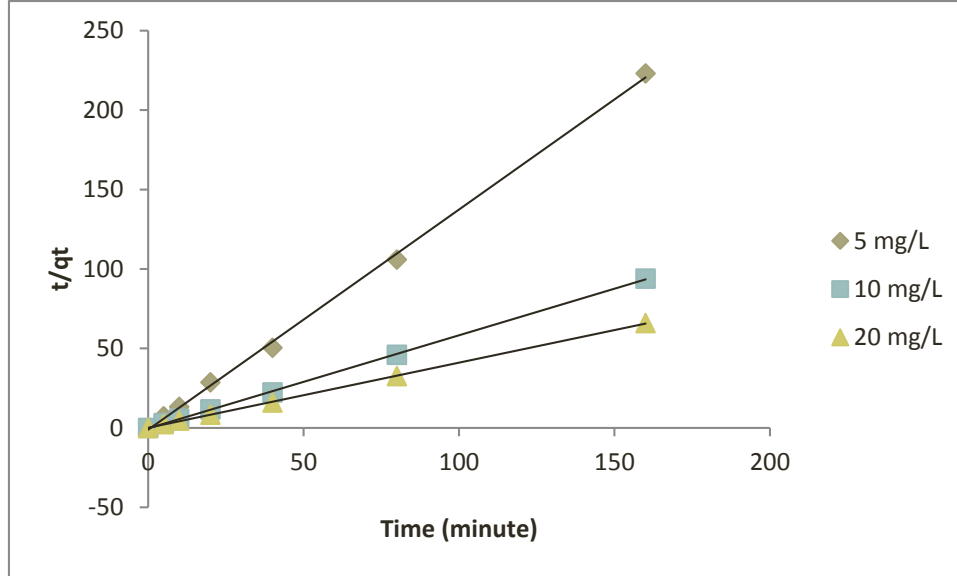


Fig 4. Pseudo Second Order Kinetic Model

4. CONCLUSION

The removal of Reactive Red 45 from aqueous solution by watermelon seed was investigated in a batch system. Effect of pH, initial dye concentration and time parameters were studied. Langmuir and Freundlich models were calculated from experimental data. Freundlich model is more fit than Langmuir model. Freundlich model is more fitted than Langmuir model. According to the results, water melon seed husk was easily available and non-cost adsorbent for removal of reactive textile dyes.

REFERENCES

- Fanchiang, J. M., Tseng, D. H., 2009. Degradation of anthraquinone dye C.I. Reactive Blue 19 in aqueous solution by ozonation, *Chemosphere*, 77, (2), 214-221.
- Isah, U., Abdulraheem, G., Bala, S., Muhammad, S., Abdullahi, M., 2015. Kinetics, equilibrium and thermodynamics studies of CI Reactive Blue 19 dye adsorption on coconut shell based activated carbon. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 102, 265-273.
- Jiang, X., Sun, Y., Liu, L., Wang, S., Tian, X., 2014. Adsorption of C.I. Reactive Blue 19 from aqueous solutions by porous particles of the grafted chitosan, *Chem. Eng. J.*, 235, 151-157.

Joshi, M., Bansal, R., Purwar, R., 2004. Colour removal from textile effluents. Indian J. Fiber Text. Res., 29, 239-259.

Melo, R.P.F., Barros, E.L., Neto, M.C.P.A. Moura, T.N., Castro Dantas, A.A., Dantas Neto, Oliveira, H.N.M., 2014. Removal of Reactive Blue 19 using nonionic surfactant in cloud point extraction. Separ. Purif. Technol., 138, 71-76.

Robinson, T., Chandran, B., Ve Nigam, P., 2002. Removal of Dyes From A Synthetic Textile Dye Effluent By Biosorptin on Apple Pomace and Wheat Straw, Wat. Res., 36, 2824-2830.

Santos, M. S. F., Schaule, G., Alves, A., Madeira, L. M., 2013. Adsorption of paraquat herbicide on deposits from drinking water networks. Chemical Engineering Journal, 229, 324-333.

Siddique, M., Farooq, R., Khan, Z.M., Khan, Z., Shaukat, S.F., 2011. Enhanced decomposition of reactive blue 19 dye in ultrasound assisted electrochemical reactor Ultrason. Sonochem., 18, (1), 190-196.

Taheri, M., Alavi Moghaddam, M. R., Arami, M., 2013. Techno-economical optimization of Reactive Blue 19 removal by combined electrocoagulation/coagulation process through MOPSO using RSM and ANFIS models, J. Environ. Manag., 128, 798-806.

**INVESTIGATION OF THE USE OF WASTE SLUDGE FROM YOZGAT DRINKING
WATER TREATMENT PLANT AS AN ADSORBENT FOR A CATIONIC DYE
MALACHITE GREEN**

Assist. Prof. Dr. Serpil SAVCI

Yozgat Bozok University

ABSTRACT

In this study, the adsorption properties of waste sludge from Yozgat Drinking Water Treatment Plant were investigated for the removal of malachite green as a cationic dye. Effect of pH, concentration and time were studied. Langmuir ($Q_{max}=44.142$ mg/g) and Freundlich Isotherm Models were applied for adsorption of malachite green. Also, pseudo first order, second order and intraparticle diffusion models were calculated. Pseudo second order model was the best described for removal of malachite green. Adsorbent characteristics were determined by Scanning Electron Microscopy (SEM). From the experiment results, Yozgat Drinking Water Treatment Plant waste sludge could be used as adsorbent for the removal of cationic dye malachite green.

Keywords: Waste sludge, adsorption, malachite green, Yozgat.

1. INTRODUCTION

Dyes are used by different industries such as textile, plastics, cosmetics, paper and pharmaceuticals. Their final products are color. In worldwide there are more than $7 \cdot 10^5$ tons of dyes used in chemical industry (Dawood, 2012). Before released into water, dyes should be treated appropriately. Because they may have many harmful effects on humans and aqueous plants in water for instance teratogenic, mutagenic and carcinogenic effects (Fen, 2011).

There are many methods for treatment of dye wastewater such as membrane separation, adsorption, magnetic separation, aerobic, anaerobic and aerobic-anaerobic combination methods, electrochemical process, ozone oxidation (Anastopoulos, 2014). Among them, adsorption is proven to be low cost and practical way (Belbel et al., 2018; Selvenathan, 2015). Recent years, many economic adsorbents have been used dye removal in the aqueous solutions such as agricultural wastes (Salleh, 2011; Zhou, 2015; Wan, 2011), chitosan (Vakili,

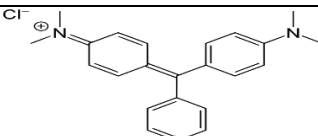
2014); grass waste (Hameed, 2009); coffee husk (Oliveira, 2008); Tea waste (Uddin, 2009) and banana stalk waste (Hameed, 2008).

In this study, removal of malachite green as a cationic dye was investigated by adsorption. The use of sludge of Yozgat Drinking Water Treatment Plant as adsorbent has attracted more attention due to their widely available and low cost materials. The adsorption isotherm and kinetic parameters were employed.

2. MATERIAL and MEDHODS

For adsorption studies to 30 mL of malachite green solution added 0.1 g of waste sludge. Batch adsorption studies done a mechanical shaker (VWR) at 250 rpm. The supernatant was centrifuged at 4000 rpm (10 minutes) in a centrifuge (Hettich Zentrifugen). Table 1 shown that characteristic of malachite green.

Table 1. Characteristics of Malachite Green

Malachite green	
Molecular weight (g/mol)	364.90
Color	Green
λ_{max} (nm)	619
Dye purity	<90%
Chemical formula	$C_{23}H_{25}ClN_2$
Structure	

The removal efficiency of Malachite Green dye was calculated as follows, Eq. 1:

$$\text{Dye Removal (\%)} = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100 \quad (1)$$

C_o : The initial dye concentration (mg/L)

C_t: The dye concentration after sorption time t (mg/L) (Simon, 2008).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of Sludge

SEM results described characterization of sludge. Fig 1 and Fig 2 show the surface of the sludge before and after adsorption.

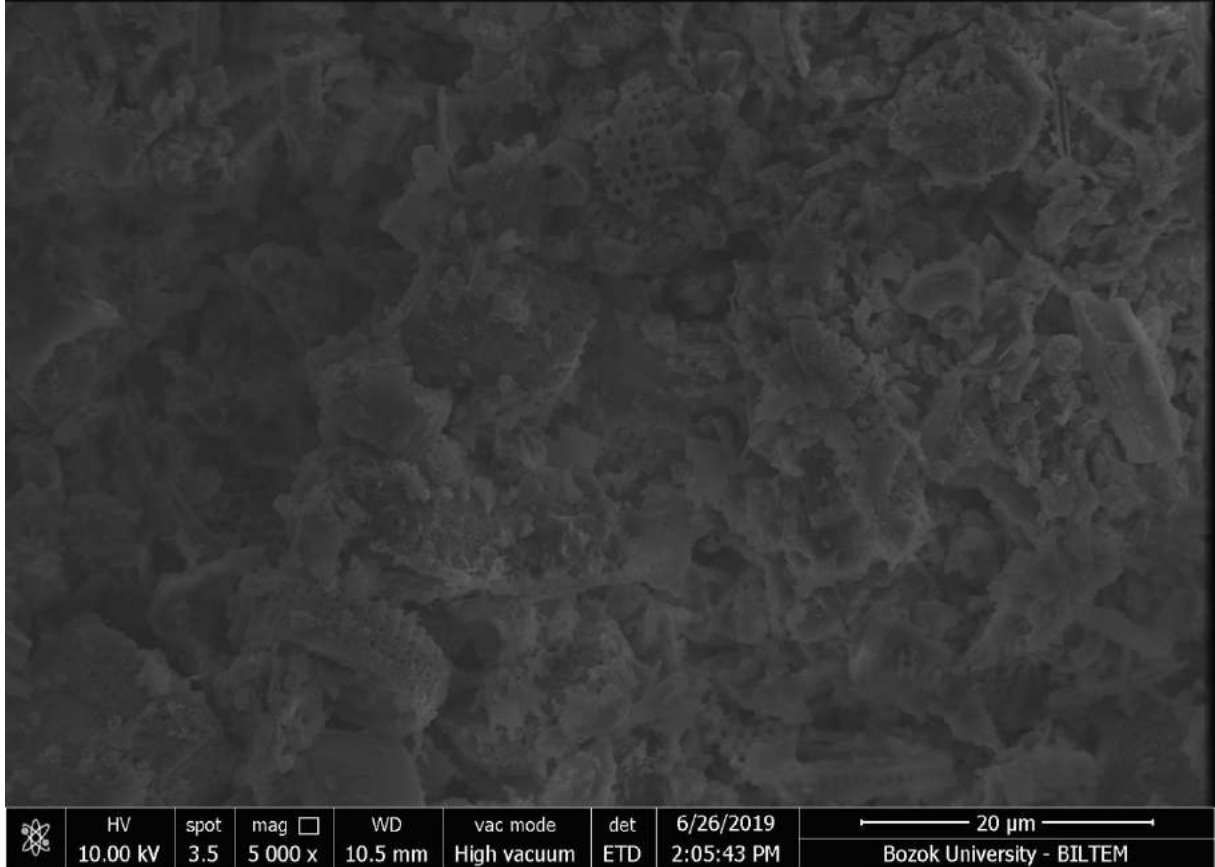


Fig 1. Sludge without dye (Before Adsorption)

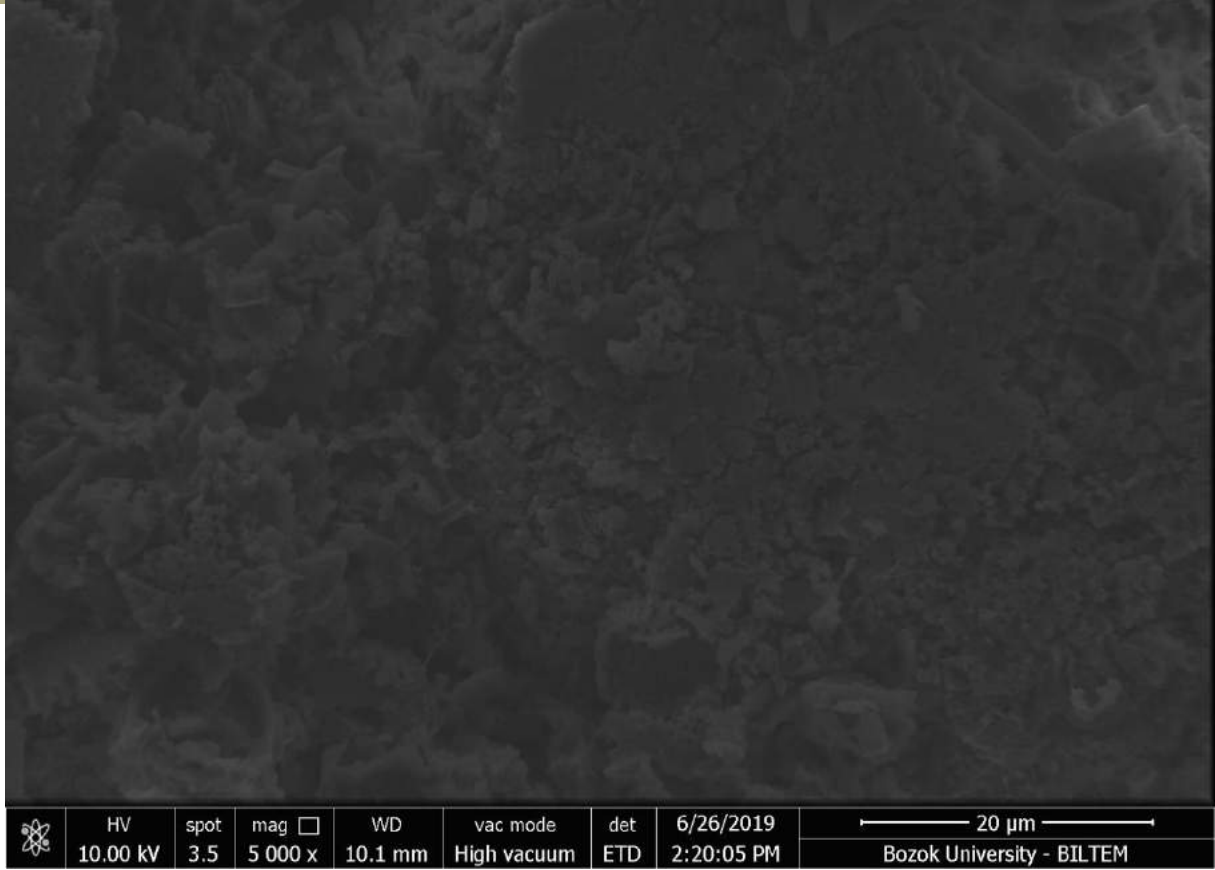


Fig 2. Sludge with dye (After Adsorption)

3.2. Isotherm Studies

Two commonly used models: Langmuir and Freundlich. Langmuir model is more suitable than Freundlich model (Table 2, Fig 3-4). Based on the Langmuir isotherm, the maximum adsorption capacity was 44.142 mg/g for malachite green.

Table 2. Isotherm constants

	Parameter (unit)	Parameter (unit)
Langmuir Isotherm	K_L (L/g)	1,8540
	a_L (L/mg)	0,0420
	Q_{max} (mg/g)	44,142
	R^2	0,8755
Freundlich Isotherm	n	1,5680
	K_F	2,6930
	R^2	0,8068

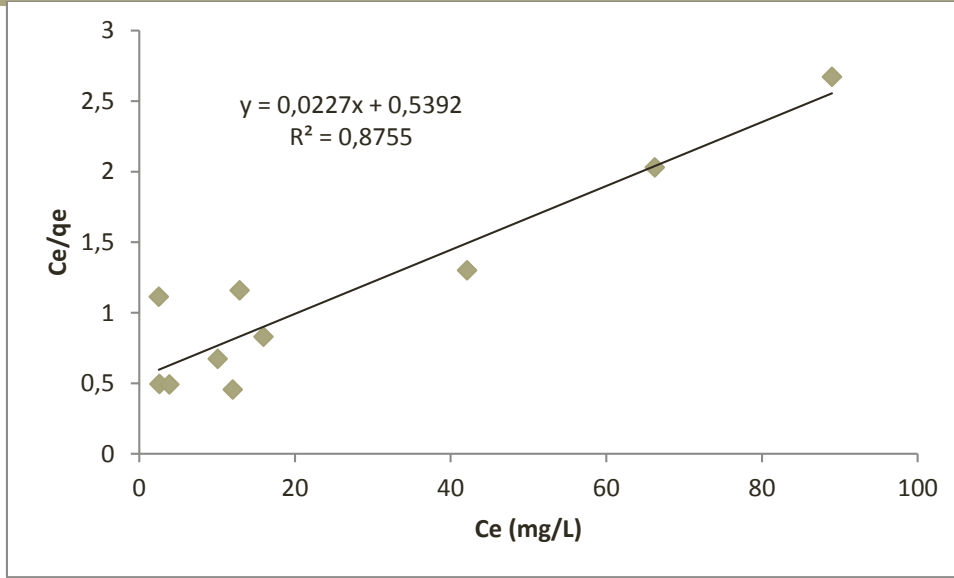


Fig 3. Langmuir Isotherm

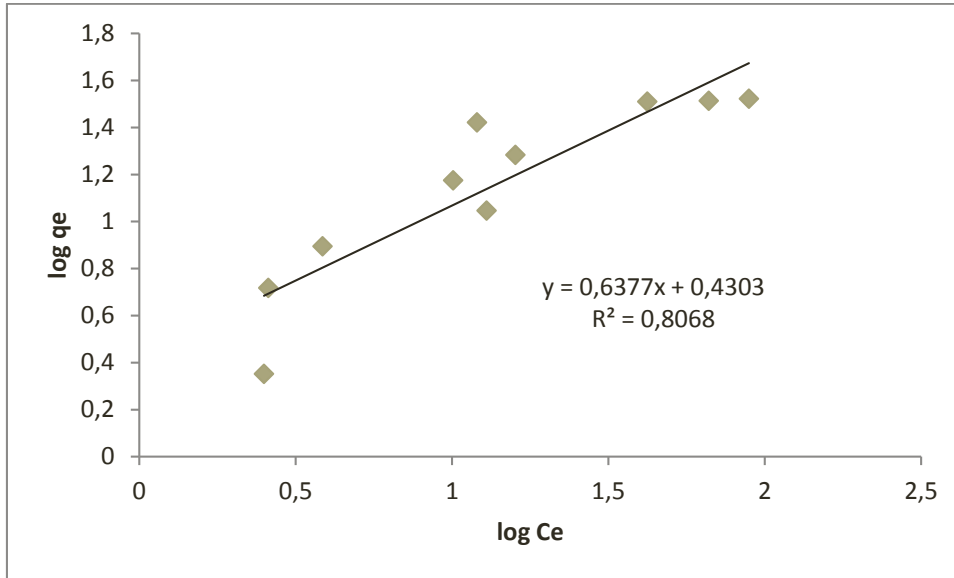


Fig 4. Freundlich Isotherm

3.3.Effect of pH on Malachite Green Adsorption

The adsorption behavior of malachite green on the sludge was studied in the pH range of 2,6-10. The maximum adsorption capacity at different pH was shown in Fig 5. The maximum adsorption capacity increased with the increased of pH until 8.

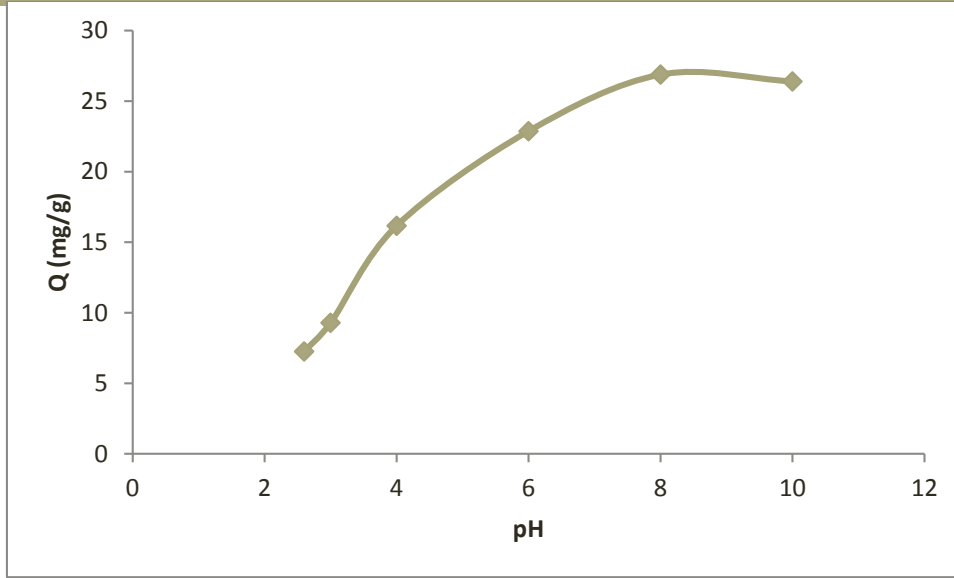


Fig 5. Effect of pH

3.4.Effect of Concentration on Malachite Green Adsorption

According to Fig 6, the maximum adsorption capacity increased with the increased of concentration until 150 mg/L. After 150 mg/L, it is stable.

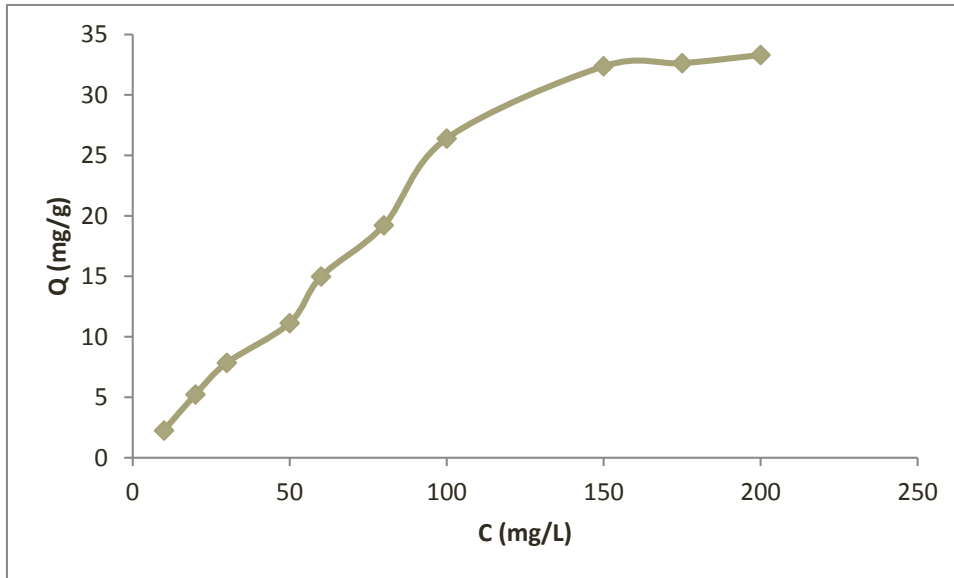


Fig 6. Effect of Concentration

3.5.Kinetic Study

The pseudo first order, second order and intraparticle diffusion models were calculated. Pseudo second order model was the best described for removal of malachite green (Fig 8-

Table 3). Effect of time is shown in Fig 7. The waste sludge (0.1 g/30 mL) and various dye concentrations were determined at regular times.

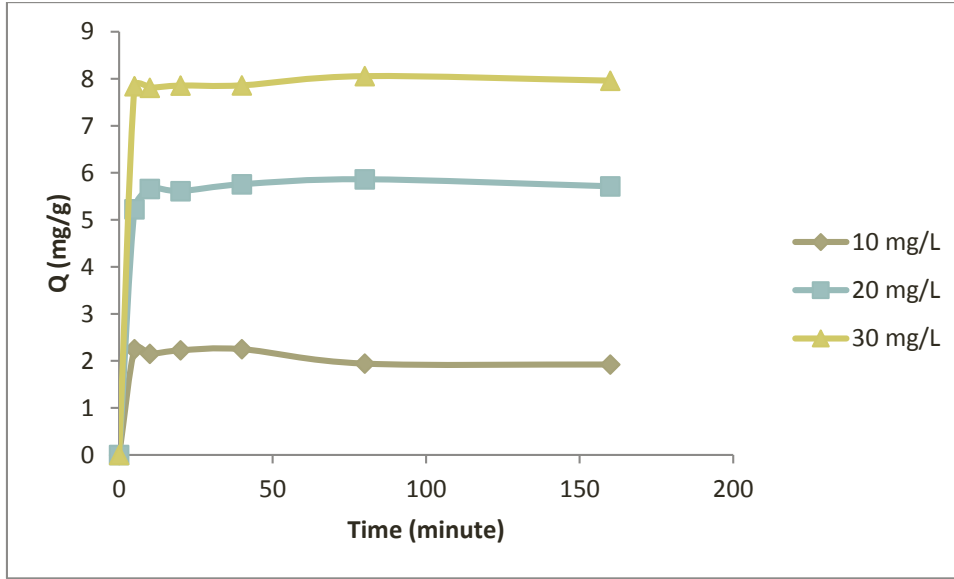


Fig 7. Effect of Time

Table 3. Values of Pseudo second order kinetic model

Initial Dye Concentration	qe (mg g ⁻¹)	k ₂ (g mg ⁻¹ min ⁻¹)	R ²
10	1,909	0,723	0,9988
20	5,740	0,413	0,9998
30	7,980	0,353	0,9999

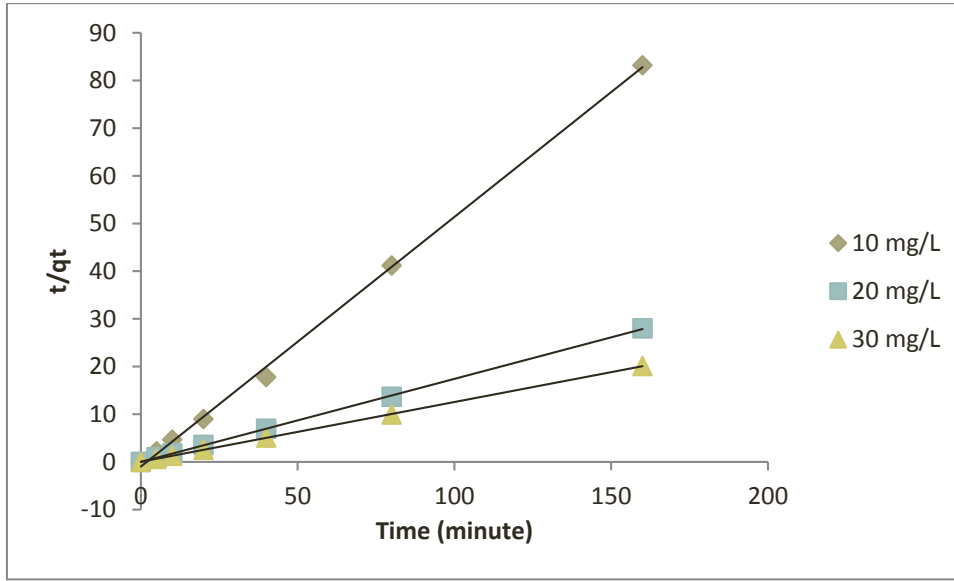


Fig 8. Pseudo Second Order Kinetic

4.CONCLUSION

In this research, the adsorption of waste sludge as an adsorbent from Yozgat Drinking Water Treatment Plant were investigated for the removal of malachite green as a cationic dye. Effect of pH, concentration and time were studied. Langmuir and Freundlich Isotherm Models were applied for adsorption of malachite green. The maximum adsorption capacity was 44,142 mg/g. The adsorption isotherm and kinetic parameters were employed. Pseudo second order kinetic model is the best fit for the adsorption of malachite green. Yozgat Drinking Water Treatment Plant waste sludge can be used as adsorbent for the removal of cationic dye malachite green.

REFERENCES

Anastopoulos, I., Kyzas, G. Z., 2014. Agricultural peels for dye adsorption: a review of recent literature. J. Mol. Liq., 200, 381-389.

Belbel, A., Kharroubi, M., Janot, J-M., Abdessamad, M., Haouzi, A., Lefkaier, I. K., Balme, S., 2018. Preparation and characterization of homoionic montmorillonite modified with ionic liquid: Application in dye adsorption, Colloids and Surfaces A, 558, 219-227.

Dawood, S., Sen, T.K., 2012. Removal of anionic dye Congo red from aqueous solution by raw pine and acid-treated pine cone powder as adsorbent: equilibrium, thermodynamic, kinetics, mechanism and process design. Water Res., 46, 1933-1946.

Feng Y., Yang, F., Wang, Y., Ma, L., Wu, Y., Kerr, P.G., Yang, L., 2011. Basic dye adsorption onto an agro-based waste material—sesame hull (*Sesamum indicum* L.). *Bioresour. Technol.*, 102, 10280-10285.

Feng, Y., Dionysiou, D. D., Wu, Y., Zhou, H., Xue, L., He, S., Yang L., 2013. Adsorption of dyestuff from aqueous solutions through oxalic acid-modified swede rape straw: adsorption process and disposal methodology of depleted bioadsorbents. *Bioresour. Technol.*, 138, 191-197.

Hameed, B. H., Mahmoud, D. K., Ahmad, A. L., 2008. Sorption equilibrium and kinetics of basic dye from aqueous solution using banana stalk waste *J. Hazard. Mater.*, 158, 499-506.

Hameed, B. H., 2009. Grass waste: a novel sorbent for the removal of basic dye from aqueous solution. *J. Hazard. Mater.*, 166, 233-238.

Oliveira, L. S., Franca, A. S., Alves, T. M., Rocha, S. D. F., 2008. Evaluation of untreated coffee husks as potential biosorbents for treatment of dye contaminated waters. *J. Hazard. Mater.*, 155, 507-512.

Salleh, M.A.M., Mahmoud, D. K., Karim, W.A.W.A., Idris, A., 2011. Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: a comprehensive review. *Desalination*, 280, 1-13.

Selvanathan, N., Subki, N. S., Sulaiman, M. A., 2015. Dye adsorbent by activated carbon. *J. Trop. Resour. Sustain. Sci.*, 3, 169-173.

Simon P., Gogotsi Y., 2008. Materials for electrochemical capacitors, *Nat. Mater.* 7, 845-854.

Uddin, M. T., Islam, M. A., Mahmud, S., Rukanuzzaman, M., 2009. Adsorptive removal of methylene blue by tea waste. *J. Hazard. Mater.*, 164, 53-60.

Wan, W. S., Ngah, Teong, L.C., Hanafiah, M.A.K.M, 2011. Adsorption of dyes and heavy metal ions by chitosan composites: a review. *Carbohydr. Polym.*, 83, 1446-1456.

Vakili, M., Rafatullah M., Salamatinia, B., Abdullah, A.Z., Ibrahim, M. H., Tan, K.B., Gholam, Z., Amouzgar, P., 2014. Application of chitosan and its derivatives as adsorbents for dye removal from water and wastewater: a review. *Carbohydr. Polym.*, 113, 115-130.

Zhou Y., Zhang, I., Chen, Z., 2015. Removal of Organic Pollutions from Aqueous solution using agricultural wastes. A review, *Journal of Molecular Liquid*, 212, 739-762.

**TURUNÇ ODUNUNDA ISI İLETKENLİK DEĞERİ, STATİK SERTLİK VE ÇİVİ
TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ**
**DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY VALUE, STATIC HARDNESS
AND NAIL HOLDING RESISTANCE IN BITTER ORANGE WOOD**

Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA

Bayburt Üniversitesi

Doç. Dr. Bekir Cihad BAL

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Sırrı ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Turunç odunu farklı kullanım yerlerinde kullanılmaktadır. Ancak, turunç odunun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri üzerine yeterli çalışma yapılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada, turunç (*Citrus aurantium* L.) odununda hava kurusu yoğunluk, statik sertlik, ısı iletkenlik değeri ve çivi tutma direnci belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, turunç odununda hava kurusu yoğunluk değeri 760.08 kg/m³, çivi tutma direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 13.62 N/mm², 20.24 N/mm² ve 17.94 N/mm² olarak ve janka sertlik değeri teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 80.09 N/mm², 76.48 N/mm² ve 82.25 N/mm² olarak belirlenmiştir. Ayrıca ısı iletkenlik değeri 0.149 W/mK olarak elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Turunç, *Citrus aurantium* L., Statik Sertlik tayini, Çivi Tutma Direnci, Isı iletkenlik

ABSTRACT

Citrus wood is used in different places. However, it was determined that the physical, chemical and mechanical properties of citrus wood were not sufficiently studied. Therefore, In this study, air dry density, thermal conductivity value, static hardness and nail holding resistance of citrus (*Citrus aurantium* L.) wood were determined. According to the findings, the air dry density value of citrus wood is 760.08 kg/m³. The nail holding resistance was 13.62 N/mm² for the tangential surface, 20.24 N/mm² for the radial surface and 17.94 N/mm² for the transverse surface. Janka hardness value for tangential, radial and transverse surfaces was determined as 80.09 N/mm², 76.48 N/mm² and 82.25 N/mm², respectively. In addition, the thermal conductivity value was obtained as 0.149 W/mK.

Key words: Bitter Orange, *Citrus aurantium* L., Static Hardness, Nail Holding Resistance, Thermal conductivity

1. GİRİŞ

Turunç türleri küçük ila orta boy çalılar veya ağaçlardır. Tropik ve subtropik boyunca yetiştirilirler. Hindistan, Çin, kuzey Avustralya ve Yeni Kaledonya bölgelerine özgüdürler (Manner ve diğ., 2006). Ekşi veya acı portakal olarak bilinen *Citrus aurantium* L. (Rutaceae), Akdeniz ülkelerinde marmelat ve bir lezzet verici madde olarak yoğun şekilde tüketilir (Rousef ve Perez-Cacho 2007). Bu ağaç türü süs ağacı olarak kullanılabilir (Al-Ababneh ve diğ., 2002) ve fenolikler, flavonoidler, uçucu yağlar ve vitaminler gibi içerdiği çeşitli biyoaktif bileşikler nedeniyle tıbbi amaçlar için kullanılan türler arasındadır. Çoğunlukla tıbbi amaçlar için kullanılan kısımları meyve kabuğu, çiçekleri ve bitkinin yapraklarıdır (Moraes ve diğ., 2009).

Citrus dünyanın birçok yerindeki en önemli bal bitkilerinden biridir. Örneğin Kaliforniya'da, *Citrus*'un bal üretiminin %25'ini oluşturduğu söylenmektedir (Morton 1987). *Citrus aurantium*'un meyvesi, kabuğu, yaprakları, çiçekleri, tohumları ve esansiyel yağı parfüm ve kozmetikte ve ayrıca gıda ve şekerleme endüstrisinde kullanılır (Karoui ve diğ., 2010). Taze soyulmuş kabuklarından elde edilen turunç yağı, gıda endüstrisinde ve özellikle likörler ve alkolüz içecekler gibi içeceklerde bir lezzetlendirici madde olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Izquierdo ve Sendra 2003).

Uçucu yağların bileşimi çiçekler, yapraklar ve kabuklarda önemli ölçüde farklıdır. %50 oranında linalil asetat yapraklardan elde edilen yağda ana bileşendir ve %35 oranında yağdaki linalol çiçeklerden elde edilir (Norton-Krawciw 2016, Mirzaei-Najafgholi ve diğ., 2017, Yang ve diğ., 2010). Turunç atığı, değerli bir *d*-limonen, flavonoid, karotenoid, diyet lifi, çözünür şeker, selüloz, pektin, hemiselüloz, polifenol, askorbik asit, metan ve esansiyel yağ kaynağıdır (Sharma ve diğ., 2017, Martín ve diğ., 2010, Rezzadori ve diğ., 2012).

Citrus'a ait soyulmuş kabuklardan çıkarılan ekstraktlar el temizleyicileri, mobilya cilaları, sabunlar ve evcil hayvan şampuanlarında kullanılır (Manner ve diğ., 2006). Turunç ağacı sert, ince tanelidir ve dolap yapımı ve tornacılık (değerli eşyalar, vb.) için değerlidir. Küba'da turunç odunundan beyzbol sopası yapılmaktadır (Morton 1987).

Literatürde bu ağaç türüne ait yeterli araştırma yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, turunç (*Citrus aurantium* L.) odununda yoğunluk değeri, ısı iletkenlik değeri, statik sertlik tayini ve çivi tutma direnci belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların bu ağaç türü hakkında yeni bilgiler sağlayacağı hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada, turunç (*Citrus aurantium* L.) ağaç türüne ait keresteler 15 cm x 15 cm x 100 cm boyutlarında İzmir'de bulunan bir ticari kereste şirketinden satın alma yöntemi ile elde edilmiştir. Daha sonra bu malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri uygulanmıştır (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Hava Kurusu Yoğunluğunun Belirlenmesi (D₁₂)

50 x 50 x 50 mm boyutlarında hazırlanan turunç (*Citrus aurantium* L.) odununa ait örnekler hava kurusu hale ulaşması için yeterli süre oda şartlarında bekletilmiştir.

Hava kurusu yoğunluk değerleri TS 2472 (1976) numaralı standarda göre yapılmış ve verilen 1 no'lu formül ile hava kurusu yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_{12}: (M_{12} / V_{12}) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

D_{12} : Hava kurusu yoğunluk (g/cm³),

M_{12} : Hava kurusu haldeki ağırlık (g),

V_{12} : Hava kurusu haldeki hacmi (cm³), değerlerini ifade etmektedir.

2.2.2. Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi

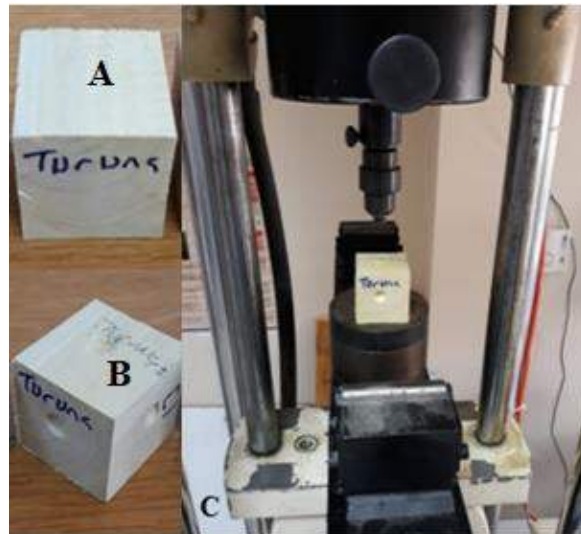
Turunç odunundan hazırlanan 15'er adet 50 x 50 x 50 mm boyutlarında küp biçimindeki deney örnekleri üzerinde janka sertlik değerleri (radyal, teğet ve enine kesitlerde) TS 2479 (1976) standardına göre belirlenmiştir (Şekil 1). 3-6 mm/dk hızla hareket eden yükleme ucu ile deney parçasının radyal, teğet ve enine kesit yüzeylerinin merkez eksenleri üzerinde yarım küre ucun yarıçapına (5.64 mm) eşit olan derinlikte bir oyuk açılmıştır. Bu derinliğe ulaşıldığı andaki yük %1 duyarlılıkta okunmuştur. Her bir deney parçasının statik sertliği H_j deneyin yapıldığı rutubet miktarında alanı 1 cm²'ye eşit olan bir iz elde edebilmek için gerekli yük miktarı (Newton) olarak aşağıda verilen 2 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$H_j = K \times P_{\max} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Burada:

$P_{\max}$: yükleme ucunun deney parçasının içersinde belirli derinliğe girmesi sırasındaki yük N olarak,

K: yükleme ucunun 5.64 mm derinliğe girmesi halinde 1'e, 2.82 mm derinliğe girmesi halinde ise 4/3'e eşit olan bir katsayıdır.



Şekil 1. Janka sertlik deneyi için hazırlanan deney örneği (A), janka sertlik deneyi sonrasına ait deney örnekleri (B) ve test cihazında janka sertlik deneyinin yapılışı (C)

2.2.3. Çivi Tutma Direncinin Belirlenmesi

TS EN 13446 (2005) standardında belirtilen esaslara göre turunç *odununda* çivi tutma direnci (teğet, radyal ve enine kesitlerde) belirlenmiştir. Çalışmada, 3 mm çapında ve 60 mm boyutlarına sahip çiviler kullanılmış, ahşap malzemeye 30 mm uzunluğunda çakılmıştır. Aşağıda verilen 3 no'lu formül ile çivi tutma direnci hesaplanmıştır.

$$f = [(F_{max}) / (d \times lp)] \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Burada;

f = Çivinin geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm²)

lp = Bağlayıcının girme derinliği (mm),

d = İmalâtçı tarafından verilen çap (mm),

F_{max} = En büyük geri çıkma yükü (N).

2.2.4. Isı iletkenlik Özelliğinin Belirlenmesi

5 cm x 5 cm x 15 cm boyutlarında hazırlanmış olan 5 adet numune (radyal x teğet x boyuna) üzerinde turunç odununa ait ısı iletkenlik değeri belirlenmiştir. ASTM 5334-08 (2008) standardına göre THERM 2227-2, ALHBORN ısı iletkenlik ölçer cihazında ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin yapılması için, her numunede boyuna yönde 14 cm uzunluğunda bir matkap ile delik açılmıştır. Daha sonra cihaza ait ölçüm probu, numune üzerinde açılan deliğe yerleştirilmiştir. Her numune için üç ölçüm alınmıştır. Numunelerin ölçümleri işleminde cihaz, 10 dakika süren 30 ila 36 °C arasında bir dengeye gelindiği anda yapılmıştır (Çavuş ve diğ., 2019).

2.3. İstatistik Analiz

Bu çalışmada SPSS 17 (Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, CA, USA) programı kullanılarak yapılan testlere ait olan varyans analizleri, homojenlik grupları, ortalamalar, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri ile varyasyon katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Turunç odununda belirlenen hava kuru yoğunluk değerine (D_{12}) ait sonuç Tablo 1'de gösterilmiştir. Turunç odununa ait hava kuru yoğunluk değeri (D_{12}) 760.08 kg/m³ olarak belirlenmiş olup 746.73 - 773.18 kg/m³ arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Turunç ağaç türünde belirlenen hava kuru yoğunluk değerine (D_{12}) ait sonuç

Örnek Sayısı	Ortalama (kg/m ³)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	760.08	10.00	746.73	773.18	1.32

Turunç odununa ait çivi tutma direnci için varyans analizi sonucu Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'ye göre, turunç odununda çivi tutma direnci için test yüzeyi anlamlı olarak bulunmuştur.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 2. Turunç odununa ait çivi tutma direnci için varyans analizi sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Test Yüzey Yönü	339.435	2	169.718	95.435	0.000*
Hata	74.691	42	1.778		
Toplam	13833.089	45			
*: Anlamlı					

Turunç odununda belirlenmiş olan çivi tutma direncine ait sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir. Çivi tutma direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 13.62 N/mm², 20.24 N/mm² ve 17.94 N/mm² olarak belirlenmiştir. Turunç odununda çivi tutma direnci yüzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında, en yüksek değer radyal yüzeyde belirlenirken bunu enine ve teğet yüzeyler takip etmiştir (Tablo 3). Bal ve diğ., (2018) tarafında yapılan çalışmada teğet yüzeylerde çivi tutma direnci dişbudak odununda 16.35 N/mm², kayında 15.34 N/mm², göknarda 6.05 N/mm² ve Avrupa melezi odununda 4.53 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Turunç odununda çivi tutma direncine (teğet, radyal ve enine yüzeylerde) ait sonuçlar

Test Yüzey Yönü	Ölçüm Sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
Teğet	15	13.62	1.33	C	11.38	15.71	9.77
Radyal	15	20.24	1.66	A*	16.89	22.58	8.20
Enine	15	17.94	0.91	B	16.69	19.93	5.07
*: En yüksek değeri ifade etmektedir.							

Turunç odununda belirlenen ait janka sertlik direnci için varyans analizi sonucu Tablo 4’de gösterilmektedir. Tablo 4 incelendiğinde, turunç odununda janka sertlik direnci için test yüzeyinin etkisi anlamlı olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Turunç odununa ait janka sertlik direnci için varyans analizi sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Test Yüzeyi	255.169	2	127.585	3.524	0.038*
Hata	1520.719	42	36.208		
Toplam	286950.850	45			
*: Anlamlı					

Turunç odununda belirlenmiş olan janka sertlik direncine ait sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir. Tablo 5’e göre belirlenen janka sertlik direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 80.09 N/mm², 76.48 N/mm² ve 82.25 N/mm² olarak belirlenmiştir. Turunç odununda janka sertlik direnci yüzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında, en yüksek değer enine yüzeyde belirlenirken bunu teğet ve radyal yüzeyler izlemiştir (Tablo 5).

Buna benzer bir sonuç, Ayata ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada görülmektedir. Ayata ve diğ., (2018) çalışmalarında dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir odunlarında belirlemiş oldukları enine yüzeylerde yapılan janka sertlik değerlerinin diğer yüzeylerden yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Tablo 5. Turunç odununda janka sertlik direncine ait sonuçlar

Test Yüzey Yönü	Ölçüm Sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
Teğet	15	80.09	4.77	AB	72.20	86.20	5.96
Radyal	15	76.48	7.55	B	60.20	94.30	9.87
Enine	15	82.25	5.38	A*	75.10	95.40	6.54
*: En yüksek değeri ifade etmektedir.							

Ayata ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada; dut ağacında janka sertlik direnci enine yüzeyde 93.71 N/mm², teğet yüzeyde 77.69 N/mm², radyal yüzeyde 73.24 N/mm², doğu çınarında janka sertlik değeri enine yüzeyde 62.63 N/mm², teğet yüzeyde 45.87 N/mm², radyal yüzeyde 41.22 N/mm², kızılçamda janka sertlik değeri enine yüzeyde 61.86 N/mm², teğet yüzeyde 42.39 N/mm², radyal yüzeyde 40.89 N/mm², sedir odununda janka sertlik değeri enine yüzeyde 54.38 N/mm², teğet yüzeyde 27.21 N/mm² ve radyal yüzeyde 27.45 N/mm² olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6'da turunç odununa ait ısı iletkenlik değeri gösterilmektedir. Bu testin sonucuna göre, ısı iletkenlik değeri 0.149 W/mK olarak belirlenmiş, bu teste ait sonuç 0.135 - 0.165 W/mK arasında değişmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Turunç odununa ait ısı iletkenlik değeri sonucu

Ölçüm Sayısı	Ortalama (W/mK)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	0.149	0.011	0.135	0.165	7.305

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, turunç (*Citrus aurantium* L.) odununa ait ısı iletkenlik değeri, hava kurusu yoğunluğu (D₁₂), statik sertlik tayini ve çivi tutma direnci araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre turunç odununda janka sertlik direnci ve çivi tutma direnci için belirlenen varyans analizi test yüzeyinin etkisi anlamlı olarak bulunmuştur. Turunç odununda hava kurusu yoğunluk değeri (D₁₂) 760.08 kg/m³, çivi tutma direnci teğet yüzeyde 13.62 N/mm², radyal yüzeyde 20.24 N/mm² ve enine yüzeyde 17.94 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Turunç odununda janka sertlik değeri teğet yüzeyde 80.09 N/mm², radyal yüzeyde 76.48 N/mm² ve enine yüzeyde 82.25 N/mm² olarak elde edilmiştir. Turunç odununda janka sertlik direnci en yüksek olarak enine yüzeylerde elde edilirken bunu teğet ve radyal yüzeyler takip etmiştir. Isı iletkenlik değeri ise 0.149 W/mK olarak tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Turunç (*Citrus aurantium* L.) odununa ait hava kurusu yoğunluğu (D₁₂), statik sertlik tayini ve çivi tutma direnci sonuçları

Test		Ölçüm Sonucu	Birim
Janka Sertlik Değeri	Teğet	80.09	N/mm ²
	Radyal	76.48	N/mm ²
	Enine	82.25	N/mm ²
Çivi Tutma Direnci	Teğet	13.62	N/mm ²
	Radyal	20.24	N/mm ²
	Enine	17.94	N/mm ²
Hava Kurusu Yoğunluk Değeri (D ₁₂)		760.08	kg/m ³

Isı İletkenlik Değeri	0.149	W/mK
-----------------------	-------	------

KAYNAKLAR

- Al-Ababneh, S.S., Karam, N.S., Shibli, R.A., (2002). Cryopreservation of sour orange (*Citrus aurantium* L.) shoot tips, In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 38(6): 602-607. DOI: 10.1079/IVP2002349
- ASTM D 5334-08, (2008). Standard test method for determination of thermal conductivity of soil and soft rock by thermal needle probe procedure, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., ve Efe, F.T., (2018). Duğ, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye, 1490-1494.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018). Dişbudak, doğu kayını, göknar ve Avrupa melez ağaç türlerinde çivi tutma direncinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1): 377-386.
- Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, Bioresources, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715
- ISO 554, (1976), Standard atmospheres for conditioning and/or testing - specifications, International Organization for Standardization.
- Izquierdo, L., and Sendra, J.M., (2003). Citrus Fruits - Composition and Characterization, in Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 1335-1341, Academic press, Cambridge, MA, USA, 2nd edition.
- Karoui, I.J., Wannes, W.A., and Marzouk, B., (2010). Refined corn oil aromatization by *Citrus aurantium* peel essential oil, Industrial Crops and Products, 32(3): 202-207.
- Manner, H.I., Buker, R.S., Smith, V.E., Ward, D., and Elevitch, C.R., (2006). Citrus (*Citrus*) and Fortunella (*Kumquat*), Species Profile for Pacific Island Agroforestry, 2: 1-35.
- Martín, M.A., Siles, J.A., Chica, A.F., Martín, A., (2010). Biomethanization of orange peel waste, Bioresource Technology, 101(23): 8993-8999. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.133
- Mirzaei-Najafgholi, H., Tarighi, S., Golmohammadi, M., and Taheri, P., (2017). The effect of citrus essential oils and their constituentson growth of *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, Molecules, 22(4): 591. DOI: 10.3390/molecules22040591.
- Moraes, T.M., Kushima, H., Moleiro, F.C., Santos, R.C., Machado Rocha, L.R., Marques, M.O., Vilegas, W., Hiruma-Lima, C.A., (2009). Effects of limonene and essential oil from (*Citrus aurantium*) on gastric mucosa: Role of prostaglandins and gastric mucus secretion, Chemico - Biological Interactions, 180: 499-505. DOI: 10.1016/j.cbi.2009.04.006
- Morton, J., (1987). Fruits of Warm Climates, Julia F. Morton, Miami, Florida.
- Norton-Krawciw, A.F., (2016). Video Reviews: Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals - A Handbook for Practice on a Scientific Basis, Journal of Human Lactation, 12(1): 76-76.
- Rezzadori, K., Benedetti, S., Amante, E.R., (2012). Proposals for the residues recovery: Orange waste as raw materialfor new products, Food and Bioproducts Processing, 90(4): 606-614. DOI: 10.1016/j.fbp.2012.06.002
- Rousef, P., Perez-Cacho, R., (2007). *Citrus* flavor, In Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability, 1st ed.; Berger, R.G., Ed.; Springer: Berlin, Germany.

- Sharma, K., Mahato, N., Cho, M.H., Lee, Y.R., (2017). Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches, *Nutrition*, 34: 29-46. DOI: 10.1016/j.nut.2016.09.006
- TS 2472, (1976). Odun, fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2479, (1976). Odunun statik sertliğinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13446, (2005). Ahşap esaslı levhalar – bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yang, S.A., Jeon, S.K., Lee, E.J., Shim, C.H., and Lee, I.S., (2010). Comparative study of the chemical composition and antioxidant activity of six essential oils and their components, *Natural Product Research (Formerly Natural Product Letters)*, 24(2): 140-151. DOI: 10.1080/14786410802496598.

KARABİBER AĞAÇ TÜRÜNDE BAZI ODUN-SU İLİŞKİLERİNİN VE ISI İLETKENLİK ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY PROPERTY AND SOME WOOD-WATER RELATIONSHIPS IN BLACK PEPPER TREE SPECIES

Prof. Dr. Sırrı ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA

Bayburt Üniversitesi

Doç. Dr. Bekir Cihad BAL

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, karabiber (*Piper nigrum* L.) ağacı odunun bazı odun-su ilişkileri ve ısı iletkenlik özelliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için, karabiber odununun tam kuru yoğunluk, radyal yönde genişleme, teğet yönde genişleme, boyuna yönde genişleme, genişleme anizotropisi oranı, hacmen genişleme, lif doygunluğu noktası ve iki hafta sonunda aldığı su miktarı belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; karabiber odununda tam kuru yoğunluk değeri 523.50 kg/m³, teğet yönde genişleme %7.61, radyal yönde genişleme %3.64, boyuna yönde genişleme %0.38, genişleme anizotropisi oranı 2.47, hacmen genişleme %11.63, lif doygunluğu noktası %22.16 ve iki hafta sonunda aldığı su miktarı %95.95 ve ısı iletkenlik değeri 0.138 W/mK olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karabiber odunu, odun-su ilişkileri, hacmen genişleme, lif doygunluk noktası

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some wood-water relationships in black pepper (*Piper nigrum* L.) tree species. For this aim, the values of oven-dried density, radial swelling, tangential swelling, longitudinal swelling, rate of swelling anisotropy, volumetric swelling, fiber saturation point and water uptake at the end of two weeks were determined. According to data obtained, the oven-dried density of black pepper wood was 523.50 kg/m³, the tangential swelling was 7.61%, the radial swelling was 3.64%, the longitudinal direction was 0.38%, the swelling anisotropy rate was 2.47, the volume swelling was 11.63%, the fiber saturation point was 22.16% and two. The amount of water uptake at the end of the two weeks was determined as 95.95% and the thermal conductivity value was 0.138 W/mK.

Keywords: Black pepper tree wood, wood-water relationships, volumetric swelling, fiber saturation point.

1. GİRİŞ

Karabiber bitkileri, güneybatı Hindistan'daki Malabar sahilindeki muson ormanlarında ortaya çıkmıştır (Purselove vd., 1981; De Waard, 1986). Genellikle karabiber olarak bilinen *Piper nigrum* L., Piperaceae familyasına ait çok yıllık odunsu bir asmadır (Philip vd., 1992). Karabiber bitkileri çoğunlukla sıcak ve nemli bir iklime sahip tropik bölgelerde yetişir. Hindistan, Sri Lanka, Tayland, Malezya, Endonezya, Vietnam ve Çin gibi Asya ülkelerinin yanı sıra, Brezilya ve Madagaskar gibi ülkelerde diğer kıtalarda da karabiber bitkileri yetiştirilmektedir (Thuy 2010). Karabiber, Brezilya, Endonezya ve Hindistan gibi birçok tropikal bölgede yetişir (Damanhour ve Ahmad 2014). Bitki temel olarak, mutfak hazırlığında baharat, gıda aromaları, parfümeri alanlarında değerlendirilir (Philip vd., 1992).

Bu çalışmada karabiber (*Piper nigrum* L.) ağaç türünde bazı odun-su ilişkileri ve ısı iletkenlik özelliği araştırılmıştır. Literatür araştırmasında, bu ağaç türüne ait meyvesi hakkında birçok araştırmanın yapıldığı, ancak, bu ağaç türünün odun özelliklerinin fazla araştırılmadığı görülmüştür. Elde edilen bu bilgilerin bu ağaç türü hakkında literatür bilgisine önemli sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Bu çalışmada ağaç türü olarak İzmir'de yetişen karabiber (*Piper nigrum* L.) odunu seçilmiştir. Bu ağaç türüne ait ahşap malzeme 10 cm x 10 cm x 100 cm boyutlarında, İzmir'de bulunan bir keresteciden satın alınmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Tam Kuru Yoğunluk Miktarının Belirlenmesi

TS 2472 (1976) standardına göre karabiber odununa ait tam kuru yoğunluk değeri belirlenmiştir. Deney örnekleri kurutma dolabına konulmuş ve sıcaklığı kademeli olarak 103±2°C'ye çıkarılarak, kurutulmuştur. Kurutma dolabında örnek ağırlıklarının sabit hale gelmesini müteakip, dolaptan çıkarılan örnekler desikatöre alınarak, soğumaları sağlanmış daha sonrada ağırlıkları ve üç yöndeki boyutları ölçülerek aşağıdaki 1 nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D_o = M_o / V_o \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1)$$

Burada;

D_o = Tam kuru yoğunluk (kg/m³),

M_o = Tam kuru ağırlık (kg),

V_o = Tam kuru hacimdir (m³).

2.2.2. Genişleme Miktarının Belirlenmesi

Genişleme miktarının belirlenmesinde TS 4084 (1983) standarda göre yapılmıştır. Geniş yıllık halkalara sahip olduğu için, 50 mm x 50 mm x 50 mm boyutlarında hazırlanmış olan deney örnekleri kullanılmıştır. Deney parçaları boyut ve biçimlerini bozabilecek çatlaklar oluşmayacak biçimde kurutma dolabında 103±2°C’de sıcaklıkta değişmez boyutlara ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Daha sonra deney parçalarının boyutları değişmez hale gelinceye kadar bir kap içerisinde 20±3°C sıcaklıkta damıtık su içerisinde batırılmıştır. Daha sonra tam yaş haldeki son ölçüleri alınmıştır. Genişleme miktarlarının belirlenmesinde 2 ve 3 no’lu formüller kullanılmıştır (Bal ve Bektaş 2018).

$$\alpha = [(L_{\max} - L_{\min}) / L_{\min}] \times 100 \quad (2)$$

Bu formülle teğet, radyal ve boyuna yöndeki ölçüler kullanılarak, teğet yöndeki genişleme yüzdesi (α_t), radyal yöndeki genişleme yüzdesi (α_r) ve boyuna yöndeki genişleme (α_l) tespit edilmiştir. Hacmen genişleme yüzdesi (α_v) ise aşağıdaki formül (3) ile hesaplanmıştır (Bal ve Bektaş 2018).

$$\alpha_v = \alpha_r + \alpha_t + \alpha_l \quad (3)$$

Burada;

$L_{\max}$ = Lif doygunluk noktası üzerinde rutubet derecesine sahip deney parçasının sırasıyla radyal, teğet ve boyuna doğrultularda mm olarak boyutlarıdır,

$L_{\min}$ = Deney parçasının kurutulduktan sonra sırasıyla radyal, teğet ve boyuna doğrultularda mm olarak boyutlarıdır.

2.2.3. Lif Doygunluk Noktası (LDN)’nın Belirlenmesi

Lif doygunluğu rutubet derecesi aşağıdaki formül (4) kullanılarak hesaplanmıştır (Bal ve Bektaş 2018).

$$LDN = \alpha_v / D_o (\%) \quad (4)$$

Burada;

LDN = Lif doygunluk noktasını (%),

α_v = Hacmen genişleme yüzdesini (%),

D_o = Tam kuru yoğunluk değerini göstermektedir (g/cm³).

2.2.4. . Isı iletkenlik Özelliğinin Belirlenmesi

5 cm x 5 cm x 15 cm boyutlarında hazırlanmış olan 5 adet test örneği (radyal x teğet x boyuna) üzerinde karabiber odununa ait ısı iletkenlik özelliği belirlenmiştir. THERM 2227-2, ALHBORN ısı iletkenlik ölçer cihazında ASTM 5334-08 (2008) standardına göre ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin yapılması için, her numunede boyuna yönde 14 cm uzunluğunda bir matkap ile delik açılmıştır. Daha sonra cihaza ait ölçüm probu, numune üzerinde açılan deliğe yerleştirilmiştir. Her numune için üç ölçüm alınmıştır. Numunelerin ölçümleri işleminde cihaz, 10 dakika süren 30 ila 36 °C arasında bir dengeye gelindiği anda yapılmıştır (Çavuş ve diğ., 2019).

2.3. İstatistik Analizi

Bu çalışmada tam kuru yoğunluk (D_0) (kg/m^3), teğet yönde genişleme (α_t) (%), radyal yönde genişleme (α_r) (%), boyuna yönde genişleme (α_l) (%), genişleme anizotropisi oranı, hacmen genişleme (α_v) (%), lif doygunluğu noktası (LDN) (%) ve iki hafta sonunda aldığı su miktarı testlerine ait standart sapmaları, ortalama değerleri, minimum değerleri, maksimum değerleri ve varyasyon katsayıları SPSS 17 (Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, CA, USA) programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Karabiber odununa ait tam kuru yoğunluk (D_0) değerleri Tablo 1’de gösterilmektedir. Tablo 1’e göre, karabiber odununa ait tam kuru yoğunluk (D_0) değeri 523.50 kg/m^3 olup, 498.23 - 545.82 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 1. Karabiber odununda tam kuru yoğunluk (D_0) değerine ait sonuçlar

Ölçüm Sayısı	Ortalama (kg/m^3)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
15	523.50	12.83	498.23	545.82	2.45

Karabiber odununa ait teğet yönde genişleme (α_t) (%) sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Tablo 2’ye göre, karabiber odununa ait teğet yönde genişleme (α_t) %7.61 olarak bulunmuş, %5.73 - %10.52 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tablo 2. Karabiber odununda teğet yönde genişleme (α_t) sonuçları

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	7.61	1.46	5.73	10.52	19.16

Karabiber odununa ait radyal yönde genişleme (α_r) (%) sonuçları Tablo 3’de gösterilmektedir. Tablo 3’e göre, karabiber odununa ait radyal yönde genişleme (α_r) %3.64 olarak tespit edilip, %1.46 - %7.30 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tablo 3. Karabiber odununda radyal yönde genişleme (α_r) sonuçları

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	3.64	1.51	1.46	7.30	41.40

Karabiber odununa ait boyuna yönde genişleme (α_l) (%) sonuçları Tablo 4’de gösterilmektedir. Karabiber odununa ait boyuna yönde genişleme (α_l) %0.38 olup %0.02 - %1.33 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Karabiber odununda boyuna yönde genişleme (α_l) sonuçları

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	0.38	0.31	0.02	1.33	82.44

Karabiber odununa ait genişleme anizotropisi oranına ait sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir. Tablo 5’e göre, karabiber odununa ait genişleme anizotropisi oranı 2.47 olarak elde edilip, 0.79 - 6.65 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. Karabiber odununda genişleme anizotropisi oranına ait sonuçlar

Ölçüm Sayısı	Ortalama Oran	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	2.47	1.32	0.79	6.65	53.44

Karabiber odununa ait hacmen genişleme (α_v) (%) sonuçları Tablo 6’da gösterilmektedir. Tablo 6’ya göre, karabiber odununa ait hacmen genişleme (α_v) %11.63 olarak belirlenip, %9.43 - %15.26 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 6. Karabiber odununda hacmen genişleme (α_v) sonuçları

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	11.63	1.71	9.43	15.26	14.74

Karabiber odununa ait lif doygunluğu noktası (LDN) sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir. Karabiber odununa ait lif doygunluğu noktası (LDN) %22.16 olup %18.05 - %27.95 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 7. Karabiber odununda lif doygunluğu noktasına ait sonuçlar

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	22.16	2.83	18.05	27.95	12.77

Karabiber odununun ait iki hafta sonunda aldığı su miktarına ait sonuçlar Tablo 8’de gösterilmektedir. Tablo 8’de, karabiber odununa ait iki hafta sonunda aldığı su miktarına ait sonuç %95.95 olup %92.08 - %102.41 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 8. Karabiber odununun iki hafta sonunda aldığı su miktarına ait sonuçlar

Ölçüm Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	95.95	2.99	92.08	102.41	3.12

Karabiber odununa ait ısı iletkenlik değeri sonucu Tablo 9’da gösterilmektedir. Belirlenen bu teste göre, ısı iletkenlik değeri 0.138 W/mK olarak belirlenmiş, bu teste ait sonuç 0.121 - 0.154 W/mK arasında değişmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. Karabiber odununa ait ısı iletkenlik değeri sonucu

Ölçüm Sayısı	Ortalama W/mK	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
15	0.138	0.009	0.121	0.154	6.685

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada karabiber (*Piper nigrum* L.) odununun odun - su ilişkisi ve ısı iletkenlik özelliği araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, karabiber odununa ait ısı iletkenlik değeri 0.138 W/mK, boyuna yönde genişleme (α_t) %0.38, teğet yönde genişleme (α_t) %7.61, radyal yönde genişleme (α_r) %3.64, genişleme anizotropisi oranı 2.47, hacmen genişleme (α_v) %11.63, tam kuru yoğunluk (D_o) değeri 523.50 kg/m³, lif doygunluğu noktası %22.16 ve iki hafta sonunda aldığı su miktarı %95.95 olarak elde edilmiştir. Karabiber odununun belirlenen bazı fiziksel özellikleri ve bazı odun türleri ile kıyaslanması Tablo 10'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar diğer ağaç türlerinden farklı olmaktadır. Bunun sebebi olarak ağaç türlerinin sahip olduğu farklı anatomik özelliklerinden, odun yoğunluğundan, kimyasal içeriğinden vs. sebeplerden kaynaklandığı söylenebilir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 10. Karabiber odununun belirlenen bazı fiziksel özellikleri ve bazı odun türleri ile kıyaslanması

Ağaç Türü	Tam Kuru Yoğunluk (D_0) (kg/m^3)	Teğet Yönde Genişleme (α_t) (%)	Radyal Yönde Genişleme (α_r) (%)	Boyuna Yönde Genişleme (α_l) (%)	Hacmen Genişleme (α_v) (%)	Genişleme Anizotropisi Oranı	Lif Doygunluğu Noktası (LDN) (%)	İki Hafta Sonunda Aldığı Su Miktarı (%)	Kaynak
Karabiber	524	7.61	3.64	0.38	11.63	2.47	22.16	95.95	Tespit
Toros sediri genç odun	524	5.34	3.36	0.56	9.27	-	17.92	-	Bal vd., (2012)
Toros sediri olgun odun	547	7.91	4.82	0.19	12.92	-	24.48	-	Bal vd., (2012)
Kızılcık	-	12.81	9.14	0.21	22.16	-	26.21	-	Akyıldız ve Sancak (2011)
Okalıptüs	-	12.15	6.49	-	19.44	-	-	-	Aslan vd., (2008)
Portakal	755	8.01	7.64	0.10	-	-	-	-	Kesik vd., (2017)
Sığla	-	10.44	6.79	0.31	17.54	-	34.44	-	Bozkurt vd., (1990)
Zeytin	760	5.05	4.15	0.82	10.02	1.22	-	-	Düz kale vd., (2015)
Hercai karaağacı	578	10.49	5.84	0.54	16.87	-	-	-	Güler vd., (2010)
Yabani kiraz	568	8.00	4.91	-	13.90	-	-	-	Aytin (2013)
Boylu ardıç	550	7.09	3.94	0.13	11.16	-	21.51	137.42	Öncel (2016)
Monteri çamı	-	8.06	4.23	-	12.29	-	29.00	191.55	Topaloğlu (2005)
Paulownia	233	5.84	4.08	-	-	-	38.77	403.13	Kaymakçı (2010)
Kestane	-	7.60	5.10	0.67	12.90	-	-	-	Yazıcı (1998)
Kavak (diri odun)	376	7.86	3.07	-	10.92	2.59	31.08	-	Bal (2011)
Kavak (öz odun)	317	7.90	3.29	-	11.19	2.46	37.07	-	Bal (2011)
Kayın (diri odun)	616	12.40	4.95	0.25	17.60	2.54	30.77	-	Bal (2011)
Kayın (öz odun)	626	12.77	5.15	0.19	18.11	2.52	31.16	-	Bal (2011)
Okalıptüs (diri odun)	620	9.73	5.58	0.27	15.58	1.76	27.39	-	Bal (2011)
Okalıptüs (öz odun)	513	7.66	4.35	0.24	12.25	1.81	25.46	-	Bal (2011)

Kaynaklar

- Akyıldız, M.H., ve Sancak, Ş., (2011). Kızılcık (*Cornus mas* L.) odununun bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim Kahramanmaraş, 579-588.
- Aslan, S., Demetçi, Y.E., Sözen, R., İlter, E., ve Balkız, Ö.D., (2008). Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) odununun bazı fiziksel, kimyasal, mekanik ve anatomik özellikleri, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus, 151-161.
- ASTM D 5334-08, (2008). Standard test method for determination of thermal conductivity of soil and soft rock by thermal needle probe procedure, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Aytin, A., (2013). Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı, Doktora Tezi, Düzce.
- Bal, B.C., (2011). Okaliptüs (*Eucalyptus grandis*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ve lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., ve Kaymakçı, İ., (2012). Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2): 17-27.
- Bal, B.C., ve Bektaş, İ., (2018). Kayın ve kavak odunlarında bazı fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(1): 1-10.
- Bozkurt, E., Göker, Y., ve Kurtoglu, A., (1990). Sığla odununun fiziksel ve mekanik özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt 40, Sayı 2.
- Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, Bioresources, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715
- Damanhour, Z.A., and Ahmad, A., (2014). A review on therapeutic potential of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): The king of spices, Medicinal & Aromatic Plants, 3(3): 1-6. DOI: 10.4172/2167-0412.1000161.
- De Waard, P.W.F., (1986). Current state and prospective trends of black pepper (*Piper nigrum* L.) production, Outlook on Agriculture, 15: 186-195.
- Düzkale, G., Bektaş, İ., Tunç, H.H., ve Doğanlar, Y., (2015). Zeytin ağacı (*Olea Europaea*) odunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 10(2): 29-35.
- Güler, C., Şahin, H.İ., ve Çiçek, E., (2010). Hercai karaağacının (*Ulmus leavis* Pall.) odununun bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 6(1): 3-11.
- Kaymakçı, A., (2010). Paulownia (*Paulownia elongata*) odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kullanım alanları üzerine araştırmalar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Orman endüstri mühendisliği Anabilim Dalı, yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş.
- Kesik, H.İ., Kaymakçı, A., Olgun, Ç., Çağatay, K., Tor, Ö., (2017). Portakal (*Citrus X sinensis* (L.) Osbeck) odununun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri, Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmalar Sempozyumu, 1627-1633.

- Öncel, M., (2016). Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) odununun bazı fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.
- Philip, V. J., Dominic, J., Triggs, G. S., and Dickinson, N. M., (1992). Micropropagation of black pepper (*Piper nigrum* L.) through Shoot Tip Cultures, Plant Cell Report 12 (1): 41-4.
- Purseglove, J.W., Brown, E.G., Green, C.L., and Robbins, S.R.J., (1981). Spices, Longman Group Limited, London, UK, 813p.
- TS 2471, (1976). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472, (1976). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, (1983). Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4086, (1983). Odunda hacimsel şişmenin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Thuy, T.T.T., (2010). Incidence and effect of Meloidogyne incognita (Nematoda: Meloidogyninae) on Black Pepper Plants in Vietnam, Thesis, Katholieke Universiteit Leuven, België, Unpublish, 138 p.
- Topaloğlu, E., (2005). Trabzon-yeşilbük yöresinde yetiştirilmiş monter çamı (*Pinus radiata* D. Don) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Yazıcı, H., (1998). Ahşap tekne yapımında kullanılan ve doğal olarak eğri büyümüş kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaçlarının bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.

AMERİKAN CEVİZ ODUNUNDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ, JANKA SERTLİK DEĞERİ VE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF JANKA HARDNESS VALUE, NAIL HOLDING RESISTANCE AND SURFACE ROUGHNESS ON AMERICAN WALNUT WOOD

Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA

Bayburt Üniversitesi

Doç. Dr. Bekir Cihad BAL

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde, Amerikan ceviz ağacı, Türkiye’de ve diğer bazı ülkelerde mobilya sektöründe kullanılan önemli ağaç türlerinden birisidir. Bu çalışmada, Amerikan ceviz (*Juglans nigra* L.) odununda janka sertlik değeri, çivi tutma direnci ve hava kurusu yoğunluk değeri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; janka sertlik değerleri teğet, radyal ve enine yüzeylerde sırasıyla; 89.38 N/mm², 85.53 N/mm² ve 101.94 N/mm² olarak belirlenmiştir. Hava kurusu yoğunluk değeri 796 kg/m³ ölçülmüştür. Çivi tutma direnci teğet, radyal ve enine yüzeyde sırasıyla 15.33 N/mm², 18.65 N/mm² ve 13.92 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Amerikan ceviz, Janka sertlik değeri, Çivi tutma direnci, Yüzey Pürüzlülüğü

ABSTRACT

Today, American walnut tree is one of the important tree species used in furniture sector in Turkey and some other countries. In this study, janka hardness, nail holding resistance and air dry density value of American walnut (*Juglans nigra* L.) wood were investigated. According to data obtained; janka hardness values were 89.38 N/mm², 85.53 N/mm², and 101.94 N/mm² on tangential, radial, and transverse surface, respectively. Air dry density value was 796 kg/m³. Nail holding resistance were 15.33 N/mm², 18.65 N/mm² and 13.92 N/mm² tangential, radial, and the transverse surface, respectively.

Key words: American Walnut, Janka hardness value, Nail holding resistance, Surface roughness

1. GİRİŞ

Amerikan ceviz (*Juglans nigra* L.) ağacı, oldukça sert sıkı yapılı bir ağaç türü olup, kolay yarıılır. Göbek odunlu bir ağaçtır. Orta irilikte gözenekleri vardır. Dağınık gözeneklidir. Öz ışınları belirsizdir. Hava kurusu yoğunluğu ortalama 0.55 gr/cm³’tür (Şanıvar ve Zorlu 1980). Amerikan ceviz odunu çürümeye karşı dirençli olup öz odun koyu kahverengindedir. Ceviz odunu, odunu düz, güçlü, sert olup aletlerle kolayca işlenir. Ceviz odununun başlıca kullanım alanları mobilya, demirbaşlar, radyo, televizyon, dikiş makineleri, tabancalar ve iç kaplama panelleri için kullanılır (Rink 1985).

Masif, kontrplak, kaplama halinde mobilya endüstrisinde değerlendirilir. Türkiye’de kaplama olarak mobilya üretiminde ve iç mimarlıkta, geniş ve uzun yüzeylerin kaplanması için kullanılır. Tutkallarla bağlantı kurma niteliği zayıftır (Şanıvar ve Zorlu 1980). Amerikan ceviz ağaç türünün kabuğu diş ağrısı ve idrar yolu enfeksiyonunu tedavi etmek için tıbbi olarak kullanılmış ve iç kabuğu çiçek hastalığı için bir çare olduğu (Cozzo 2004), dermatolojik durumları tedavi etmek için ve kan basıncını düzenlemek için kullanılmıştır (Hutton 2010). Lübnan'da *Amerikan cevizin* yaprakları romatizma ve nevraljiyi tedavi etmek için kullanılır (El Beyrouthy ve diğ., 2010) ve Türkiye’de Toroslar’daki insanlar tarafından deri mantarı enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılır (Yeşilada ve diğ., 1995).

Bu çalışmada; *Amerikan ceviz* (*Juglans nigra* L.) odununda TS 2479 (1976) standardına göre janka sertlik değeri (radyal, teğet ve enine yüzeylerde) ve TS EN 13446 (2005) standardına göre çivi tutma direnci (radyal, teğet ve enine yüzeylerde) ve yüzey pürüzlülüğü özellikleri (R_a , R_z ve R_q) belirlenmiştir. Bu araştırmaya ait sonuçların Amerikan ceviz ağacına ait literatür bilgisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Amerikan ceviz (*Juglans nigra* L.) ağaç türüne ait keresteler Mersin’de bulunan bir ticari kereste şirketinden satın alma yöntemi ile 15 cm x 15 cm x 100 cm boyutlarında olacak şekilde temin edilmiştir. Daha sonra bu malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976).

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Hava Kuru Yoğunluk Değeri (D_{12})

Amerikan ceviz odununda hava kuru yoğunluğu TS 2472 (1976) standardına göre 20 mm x 20 mm x 30 mm (radyal x teğet x boy yönde) ölçülerine sahip 10 adet örnek üzerinde belirlenmiştir. Ölçüleri belirlenen deney numunelerinin ağırlıkları 0.01 gr duyarlıklı hassas terazide belirlenerek hava kuru yoğunluğu aşağıda verilmiş olan 1 No’lu formül ile hesaplanmıştır.

$$D_{12}: (M_{12} / V_{12}) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

D_{12} : Hava kuru yoğunluk (g/cm³),

M_{12} : Hava kuru haldeki ağırlık (g),

V_{12} : Hava kuru haldeki hacmi (cm³), değerlerini ifade etmektedir.

2.2.2. Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi

TS 2479 (1976) standardına göre 50 x 50 x 50 mm olan küp biçiminde hazırlanmış Amerikan ceviz odununa ait deney örnekleri üzerinde radyal, teğet ve enine kesitlerde janka sertlik değerleri belirlenmiştir. 3-6 mm/dk hızla hareket eden yükleme ucu ile deney parçasının

radyal, teğet ve enine kesit yüzeylerinin merkez eksenleri üzerinde yarım küre ucun yarıçapına (5.64 mm) eşit olan derinlikte bir oyuk açılmıştır.

Bu derinliğe ulaşıldığı andaki yük %1 duyarlılıkta okunmuştur. Her bir deney parçasının statik sertliği H_j deneyin yapıldığı rutubet miktarında alanı 1 cm^2 'ye eşit olan bir iz elde edebilmek için gerekli yük miktarı (Newton) olarak aşağıda verilen 2 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$H_j = K \times P_{\max} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Burada:

$P_{\max}$: yükleme ucunun deney parçasının içersinde belirli derinliğe girmesi sırasındaki yük N olarak,

K: yükleme ucunun 5.64 mm derinliğe girmesi halinde 1'e, 2.82 mm derinliğe girmesi halinde ise 4/3'e eşit olan bir katsayıdır.

2.2.3. Çivi Tutma Direncinin Belirlenmesi

Çalışmada, Amerikan ceviz odunu numunelerinde teğet yüzeyde çivi tutma direncinin belirlenmesinde TS EN 13446 (2005) standardında belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Çalışmada, 3 mm çapında ve 60 mm boyutlarına sahip çiviler kullanılmış, ahşap malzemeye 30 mm uzunluğunda yerleştirilmiştir. Aşağıda verilen 1 no'lu formül ile ağaç türleri üzerinde yapılan çivi tutma direncine ait değerler hesaplanmıştır.

$$f = [(F_{\max}) / (d \times l_p)] \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Burada;

f = Çivinin geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm²)

l_p = Bağlayıcının girme derinliği (mm),

d = İmalâtçı tarafından verilen çap (mm),

$F_{\max}$ = En büyük geri çıkma yükü (N).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan çivi

2.2.4. Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi

Amerikan ceviz odununda yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi işleminde Mitutoyo Surf test SJ-210 Portatif yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük ölçümleri için test örnekleri 10 cm x 10 cm x 1 cm (genişlik x uzunluk x kalınlık) boyutlarında hazırlanmıştır. Bu test örneklerine planyalama işlemi, 120 nolu, 180 nolu ve 220 nolu zımparalar ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Bu ağaç türüne ait yüzey pürüzlülüğü (R_a , R_z ve R_q) özellikleri ISO 4287 (1997) standardına belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü liflere dik yönde olacak şekilde, örnekleme uzunluğu 2.5 mm ve örnek uzunluk sayısı (cut-off) 5 olacak şekilde yapılmıştır.

R_a değeri ortalama pürüzlülüğü, R_z değeri on nokta pürüzlülüğü ortalamasını ve R_q değeri ise ortalama pürüzlülük karelerinin karekökünü ifade etmektedir (Özel ve Baydar 2016).

2.3. İstatistik Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 17 (Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, CA, USA) programında çalışmada belirtilen testler (yüzey pürüzlülüğü, çivi, janka ve yoğunluk) için varyans analizleri, homojenlik grupları, standart sapmaları, minimum değerleri, ortalama sonuçları, maksimum değerleri ve varyasyon katsayıları hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Hava Kuru Yoğunluk Değeri (D_{12})'ne ait Bulgular

Amerikan ceviz odununun hava kuru yoğunluk değerine ait elde edilen istatistik değerler Tablo 1'de verilmiştir. Belirlenen bu verilere göre Amerikan ceviz odununda hava kuru yoğunluk değeri 796 kg/m^3 'tür ve değerler $775 - 819 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Amerikan cevizde belirlenmiş olan hava kuru yoğunluk değerine ait sonuçlar

Örnek Sayısı	Ortalama (kg/m^3)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
10	796	14.03	775	819	1.83

3.2. Statik Sertlik Değerine Ait Bulgular

Amerikan ceviz odununa ait janka sertlik değerleri için varyans analizi sonucu Tablo 2'de gösterilmektedir. Tablo 2'ye göre Amerikan ceviz odununda janka sertlik değerleri için test yüzeyinin etkisi anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 2. Amerikan ceviz odununa ait janka sertlik değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Test Yüzey Yönü	1472.881	2	736.440	10.997	0.000*
Hata	1808.181	27	66.970		
Toplam	258767.470	30			
*: Anlamlı					

Amerikan ceviz odununda belirlenmiş olan janka sertlik değerleri Tablo 3'de gösterilmektedir. Janka sertlik değerleri teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 89.38 N/mm^2 , 85.53 N/mm^2 ve 101.94 N/mm^2 olarak elde edilmiştir. Amerikan ceviz odununda janka sertlik yüzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında, en yüksek değer enine yüzeyde elde edilmiştir. Radyal ve teğet yüzeylere ait janka sertlik sonuçları birbirine yakın belirlenmiştir (Tablo 3).

Yapılan önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Örneğin; Malkoçoğlu (1994) kayın odununda, Efe ve Bal (2016) çam odununda, Bal (2011), kavak ve kayın odunlarında janka sertlik değerinin enine kesitte daha yüksek olduğunu belirlenmiştir.

Tablo 3. Amerikan ceviz odununda janka sertlik değerlerine ait sonuçlar

Test Yüzey Yönü	Ölçüm Sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
Teğet	10	89.38	8.99	B	75.90	102.80	10.06
Radyal	10	85.53	7.72	B	79.00	105.00	9.03
Enine	10	101.94	7.78	A*	85.90	111.80	7.63
*: En yüksek değeri ifade etmektedir.							

3.3. Çivi Tutma Direncine Ait Bulgular

Amerikan ceviz odununa ait çivi tutma direnci için varyans analizi sonucu Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4’e göre Amerikan ceviz odununda çivi tutma direnci için test yüzey yönü anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 4. Amerikan ceviz odununa ait çivi tutma direnci için varyans analizi sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Test Yüzey Yönü	117.935	2	58.967	16.515	0.000*
Hata	96.406	27	3.571		
Toplam	7861.417	30			
*: Anlamlı					

Amerikan ceviz odununda belirlenmiş olan çivi tutma direncine ait sonuçlar Tablo 5’de gösterilmiştir. Amerikan cevizde çivi tutma direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 15.33 N/mm², 18.65 N/mm² ve 13.92 N/mm² olarak edilmiştir. Çivi tutma direnci yüzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında, en yüksek değer radyal yüzeyde elde edilmiştir. Enine ve teğet yüzeylere ait çivi tutma direnci sonuçları birbirine yakın belirlenmiştir (Tablo 5). Benze sonuçlar Aytekin (2008) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir. Bu çalışmada, çam, göknar ve meşe odun türlerinde, boyuna yönde yapılan çivi ve vida tutma direnci test sonuçları, radyal ve teğet yüzeylerde yapılan test sonuçlarından daha düşük çıkmıştır.

Tablo 5. Amerikan ceviz odununda çivi tutma direncine ait sonuçlar

Test Yüzey Yönü	Ölçüm Sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
Teğet	10	15.33	2.15	B	10.58	17.58	14.02
Radyal	10	18.65	1.81	A*	14.71	20.60	9.71
Enine	10	13.92	1.68	B	11.17	16.67	12.07
*: En yüksek değeri ifade etmektedir.							

3.4. Yüzey Pürüzlülüğüne Ait Bulgular

Amerikan ceviz odununa ait yüzey pürüzlülüğü parametreleri için varyans analizi sonucu Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6’ya göre Amerikan ceviz odununda yüzey pürüzlülüğü parametreleri R_a , ve R_q için zımpara numarası anlamlı olarak belirlenirken, R_z parametresi için varyans analizi anlamsız olarak elde edilmiştir.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

Tablo 6. Amerikan ceviz odununa ait yüzey pürüzlülüğü için varyans analizi sonucu

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
R_a	Yüzey İşlem	292.782	3	97.594	98.752	0.000*
	Hata	75.109	76	0.988		
	Toplam	3479.281	80			
R_q	Yüzey İşlem	266.649	3	88.883	32.040	0.000*
	Hata	210.831	76	2.774		
	Toplam	7557.000	80			
R_z	Yüzey İşlem	1163.453	3	387.818	2.645	0.055**
	Hata	11144.864	76	146.643		
	Toplam	293720.033	80			
*: Anlamlı, **: Anlamsız						

Amerikan cevizde belirlenmiş olan yüzey pürüzlülüğü parametrelerine (R_a , R_z ve R_q) ait sonuçlar Tablo 7’de gösterilmektedir. 220 numaralı zımpara uygulaması 120 ve 180 numaralı zımparalara ve planyaya göre daha düzgün yüzeyler vermiştir. Örs ve Demirci (2003) tarafından yapılan araştırmada zımpara numarası arttıkça birim alandaki aşındırıcı tanecik sayısının arttığı şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 7. Amerikan ceviz odununda yüzey pürüzlülüğü (R_a , R_z ve R_q) sonuçları

Test	Yüzey Pürüzlülüğü Uygulaması	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
R_a	Planya	20	9.38	1.53	A*	6.29	12.80	16.31
	120	20	6.09	0.84	B	4.52	7.88	13.79
	180	20	5.07	0.75	C	4.02	6.14	14.79
	220	20	4.40	0.58	D	3.37	5.42	13.18
R_q	Planya	20	12.31	2.16	A*	8.01	16.89	17.55
	120	20	9.47	1.59	B	6.62	12.94	16.79
	180	20	8.41	1.48	C	5.46	11.46	17.60
	220	20	7.44	1.31	C	5.23	9.58	17.61
R_z	Planya	20	64.68	15.03	A*	40.96	93.11	23.24
	120	20	61.01	11.29	AB	44.73	85.81	18.51
	180	20	56.65	10.55	B	36.78	76.03	18.62
	220	20	54.90	11.04	B	40.27	79.37	20.11
*: En yüksek değeri ifade etmektedir.								

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Amerikan ceviz (*Juglans nigra* L.) odununun çivi tutma direnci, yüzey pürüzlülük değeri ve janka sertlik değeri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; janka sertlik değerleri teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 89.38 N/mm², 85.53 N/mm² ve 101.94 N/mm², hava kurusu yoğunluk değeri 796 kg/m³, çivi tutma direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 15.33 N/mm², 18.65 N/mm² ve 13.92 N/mm² olarak belirlenmiştir. Bu konuda yapılan bazı önceki çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin;

Ayata ve diğ., (2018b) tarafından yapılan çalışmada dut ağacında janka sertlik direnci enine yüzeyde 93.71 N/mm², teğet yüzeyde 7.69 N/mm², radyal yüzeyde 73.24 N/mm², Doğu çınarında janka sertlik değeri enine yüzeyde 62.63 N/mm², teğet yüzeyde 45.87 N/mm², radyal yüzeyde 41.22 N/mm², kızılçamda janka sertlik değeri enine yüzeyde 61.86 N/mm², teğet yüzeyde 42.39 N/mm², radyal yüzeyde 40.89 N/mm², sedirde ise janka sertlik değeri enine yüzeyde 54.38 N/mm², teğet 27.21 N/mm² ve radyal 27.45 N/mm² olarak bulunmuştur.

Aytin (2013) çalışmasında yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununda janka sertlik değerini enine yüzeyde 26.34 N/mm², radyal yüzeyde 13.76 N/mm² ve teğet yüzeyde 12.26 N/mm² olarak elde etmiştir.

Bal ve Bektaş (2013) tarafından okaliptüs (*Eucalyptus grandis*) odun türünde janka sertlik değerleri diri odunda teğet yüzeyde 57 N/mm², radyal yüzeyde 48 N/mm² ve enine yüzeyde 53 N/mm² belirlenirken, öz odunda teğet yüzeyde 41 N/mm², radyal yüzeyde 32 N/mm² ve enine yüzeyde 39 N/mm² olarak elde edilmiştir.

Bal ve diğ., (2011) Sedir (*Cedrus libani* A. Richard) ağaç türüne ait genç odunda janka değerleri teğet yüzeyde 28.7 N/mm², radyal yüzeyde 26.4 N/mm² ve enine yönde yüzeyde 49.4 N/mm², olgun odunda ise teğet yüzeyde 30.5 N/mm², radyal yüzeyde 31.1 N/mm² ve enine yüzeyde 53.6 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Bektaş ve diğ., (2005) çalışmalarında doğu çınarında janka sertlik değerleri radyal 76.49 N/mm², teğet yüzeyde 66.19 N/mm² ve enine yüzeyde 63.93 N/mm², doğu kayınında janka sertlik değerleri radyal yüzeyde 72.56 N/mm², teğet yüzeyde 65.70 N/mm² ve enine yüzeyde 62.76 N/mm² ve sarıçam odununda janka sertlik değerleri radyal yüzeyde 41.28 N/mm², teğet yüzeyde 34.42 N/mm² ve enine yüzeyde 35.40 N/mm² olarak bulunmuştur.

Mitani ve Barboutis (2015) araştırmalarında ısıtılmış (kontrol) göknar (*Abies Borisii-regis* Mattf.) örneklerinde 2.98 mm x 70.10 mm boyutlarındaki çivi için çivi tutma direncini 15.9 N/mm² olarak elde ederken, 2.74 mm x 70.10 mm boyutlarındaki çivi için çivi tutma direncini 10.91 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Erten ve Sözen (1994) araştırmalarında, çivi tutma direnci fıstık çamı (*Pinus pinea*) odununda teğet yüzeyde 7.35 N/mm² ve çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*) odununda ise teğet yüzeyde 14.3 N/mm² olarak bulmuşlardır.

Bal ve diğ., (2018a) tarafından çivi tutma direnci teğet yüzeyde dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odununda 16.35 N/mm² dişbudak odununda 16.35 N/mm², doğu kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununda 15.34 N/mm², göknar (*Abies* Mill.) odununda 6.05 N/mm² ve Avrupa melezi (*Larix decidua*) odununda 4.53 N/mm² olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., ve Efe, F.T., (2018). Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye, 1490-1494.
- Aytekin, A., (2008). Determination of screw and nail withdrawal resistance of some important wood species. *International journal of molecular sciences*, 9(4): 626-637.

- Aytin, A., (2013). Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Düzce.
- Bektaş, İ., Alma, M. H., Fidan, M.S., (2005). Doğu Çınarı (*Platanus orientalis*)'nın Lambri Yapımına Uygunluğunun Araştırılması, Araştırma Projeleri, Yönetim Birimi Başkanlığı, Proje No:2003/1-5, Kahramanmaraş.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., ve Kaymakçı, A., (2011). Sedir (*Cedrus Libani* A.Richard) odununun bazı önemli mekanik özellikleri ve bu özelliklerin tam kuru yoğunlukla ilişkisi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu 26-28 Ekim, Kahramanmaraş.
- Bal, B.C. (2011), Okalıptüs grandis (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex maiden) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ve lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar, K.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- Bal, B.C., ve Bektaş, İ., (2013). Türkiye, Karabucak'ta yetişen okalıptüs grandis'in öz odun ve diri odununun mekanik özellikleri, Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi, 9(1): 71-76.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018a). Dişbudak, doğu kayını, göknar ve Avrupa melez ağaç türlerinde çivi tutma direncinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1): 377-386.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., ve Dilik, T., (2018b). Huş (*Betula pendula*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması, IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, 2104-2113.
- Cozzo, D.N., (2004). Ethnobotanical classification system and medical ethnobotany of the Eastern Band of the Cherokee Indians, Ph.D. Dissertation, University of Georgia, Athens, Georgia.
- Efe, F.T., Bal, B.C., (2016), Yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemi görmüş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun sertlik değerlerinde meydana gelen değişimler, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2016 (Özel sayı): 79-86.
- El Beyrouthy, M., Arnold, N., Delelis-Dusollier, A., Dupont, F., (2008). Plants used as remedies antirheumatic and antineuralgic in the traditional medicine of Lebanon. Journal of Ethnopharmacology, 120, 315-334.
- Erten, P., ve Sözen, M.R., (1994). Fıstık çamı (*Pinus pinea*), camiyanı karaçamı (*Pinus nigra arnold*) ve çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*) Odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi 1, No: 266, 1-37.
- Hutton, K., (2010). A comparative study of the plants used for medicinal purposes by the Creek and Seminole Tribes, M.S. Thesis, University of South Florida, Tampa, Florida.
- ISO 554, (1976), Standard atmospheres for conditioning and/or testing - specifications, International Organization for Standardization.
- ISO 4287, (1997). Geometrical product specifications surface texture profile method terms, definitions and surface texture parameters, International Standart Organization.
- Malkoçoğlu, A., (1994). Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun teknolojik özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Mitani, A., and Barboutis, I., (2015). Determination of some mechanical properties and nails withdrawal resistance of heat treated fir wood (*Abies borrisi- Regis*), Pro Ligno, 11(4): 344-350.

ÇUKUROVA
3. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
3-6 Ekim 2019

- Örs, Y., ve Demirci, S., (2003). Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarında yüzey düzgünlüğüne kesiş yönü ve zımparalamanın etkisi, Politeknik Dergisi, 6(2): 491-495.
- Özel, C., ve Baydar, U., (2016). Onarım ve güçlendirmede kullanılan polimer betonların aderans özelliklerinin beton yüzey karakteristikleri ile ilişkileri, SDU International Journal of Technological Science, 8(3): 46-61.
- Rink, G., (1985). Black walnut, United States. Forest Service, FS-270, FPL Factsheets. <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/usda/amwood/270bwaln.pdf>.
- Şanıvar, N., ve Zorlu, İ., (1980). Ağaçları Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Mesleki Ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43.
- TS 2472, (1976). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2479, (1976). Odunun statik sertliğinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13446, (2005). Ahşap Esaslı Levhalar – Bağlayıcıların Geri Çıkma Kapasitesinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yeşilada, E., Honda, G., Sezik, E., Tabata, M., Fujita, T., Tanaka, T., Takeda, Y., Takaishi, Y., (1995). Traditional medicine in Turkey. V. Folk medicine in the inner Taurus Mountains. Journal of Ethnopharmacology, 46, 133-152

BULANIK ZAMAN SERİSİ İLE SATIŞ PERFORMANSI TAHMİNİ

Arş. Gör. Dr. Özlem AKAY
Çukurova Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İlkey ALTINDAĞ
Necmettin Erbakan Üniversitesi

ÖZET

Sigortacılık, hizmet sektörünün önemli bileşenlerinden biridir. Tüm sektörlerde olduğu gibi sigortacılık sektöründe de genel amaçların yanında şirketlerin de kendine özgü amaçları vardır. Bu amaçların sağlanabilmesi veya kontrolü için performans analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada Konya’da bulunan bir sigorta acentesinin satış performansı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 2019 yılının ilk yarısına ait net prim değerleri ele alınarak 2019 yılının ikinci yarısına ait satış performansı, Singh (2007) tarafından önerilen bulanık zaman serisi analizi kullanılarak tahmin edilmiştir. Bulanık zaman serileri temelli tahmin yöntemleri ile uzman görüşleri sayesinde mevcut belirsizlik göz önüne alınarak gerçeğe yakın sonuçlar elde etmek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Sigortacılık, bulanık zaman serisi, satış performansı tahmini

ABSTRACT

Insurance is an important component of the service sector. As in all sectors of the company in addition to the general objectives in the insurance sector also it has its own purposes. In order to achieve or control these objectives, performance analyzes should be performed. This study aimed to evaluate sales performance of an insurance company in Konya. For this purpose, net insurance charges for the first half of 2019 were taken in to consideration and sales performance for the second half of 2019 was estimated using the fuzzy time series analysis proposed by Singh (2007). It is possible to obtain realistic results by considering the current uncertainty through expert opinions by fuzzy time series based estimation methods.

Keywords: Insurance, fuzzy time series, sales performance estimate.

1.GİRİŞ

Sigorta, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler dikkate alındığında her türlü ticaret, sanayi ve sosyal yaşamın koruyucusu olarak aynı zamanda ekonomik faaliyetlerin fon yaratma gücü olarak özel öneme sahip bir kavramdır. Sigorta kavramının temelini, risk dolu bir dünyada yaşayan insanların olası risklerinden kaynaklanan zararları ortadan kaldırmak için risk oluşmadan önce bazı önlemlerin alınması gerekliliği oluşturmaktadır (Bülbül ve Köse, 2016; Ömürbek ve Özcan, 2016).

Günümüzde hayatın tüm alanını etkilemekte olan sigorta faaliyetlerini yürütmek amacıyla şirketler kurulmuştur. Sigorta yaptırımlar, teminat altına aldıkları olası risklerin gerçekleşmesinden kaynaklanan tazminatlarını karşılanması için sigorta şirketlerine bugünden gelirlerinin bir kısmını prim olarak vermektedirler. Riskin ortaya çıkması durumunda, sigorta şirketi hasar bedelini ödemekle yükümlüdür.

Sigorta sektörü, gelişmiş ekonomilerde daha hızlı büyümekte ve ekonomik gelişmede etkili bir görev üstlenmektedir. Bu ekonomik yapılarda karşılaşılan riskleri karşılama ve güvence altına alma ihtiyacı arttıkça, sigorta şirketlerinin sayısında da artış yaşanmaktadır. Sigorta şirketleri ayrıca, sigorta hizmetlerini çeşitlendirerek ve farklılaştırarak niteliklerini geliştirmiş bununla birlikte zaman içinde sektör büyük ilerlemeler kaydetmiştir (Akcan ve Kartal, 2011).

Sigorta sektörünün geliştiği ülkelerde, sigorta şirketleri finansal sistemde hem ulusal hem de uluslararası alanlarda önemli bir ağırlığa sahiptir. Sigorta sektörü ayrıca, finansal sektöre prim geliri yoluyla fon yaratırken meydana gelen zararlar sonucunda ülke ekonomisindeki zararları da önlemektedir. Bu bağlamda sigorta şirketlerinin finansal performansını belirlemek; finansal sektörü makro bakış açısıyla değerlendirmek ve politik kararlar üretilmesinde gerekli olmasının yanı sıra mikro yönetim kararları vermek için de gereklidir. Rekabetçi ortamda hayatta kalan şirketlerin en belirgin özelliği, performanslarını periyodik olarak ölçmeleri ve sonuçları değerlendirerek uygun reaksiyonlar ve ön etkin çözümler geliştirmeleridir. Belirlenen anahtar performans kriterleri açısından, faaliyetlerin ve sonuçların değerlendirilmesi, şirketlerin sektördeki konumlarını görmelerinde ve geliştirmek için ihtiyaç duydukları yönleri belirlemede önemli rol oynamaktadır (Elitaş vd., 2012).

Başkaya ve Akar (2005) çalışmalarında acente sayısı, banka şubesi sayısı, çalışan sayısını girdi olarak; poliçe adedi ve prim miktarını çıktı olarak kullanıp veri zarflama analizi ile sigorta şirketlerinin satış performansları değerlendirmişlerdir. Uçal (2011) çalışmasında Singh (2007) tarafından önerilen bulanık zaman serileri ile talep tahmini yöntemi kullanarak gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için bir ürünün talep tahminini yapmıştır. Elitaş ve ark. (2012) çalışmalarında 2010-2011 yıllarında İMKB’de işlem gören sigorta şirketlerine Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi kullanılarak finansal performanslarının belirlenmesi amaçlamışlardır. Burka ve Batrinca (2014) çalışmalarında, Romanya sigorta piyasasında 2008-2012 döneminde finansal performansın belirleyicilerini analiz etmişlerdir. Lu ve ark. (2014) çalışmalarında, 2006-2010 dönemi için 34 adet Çin hayat sigortası şirketinin performansını değerlendirmek için dinamik durgunluğa dayalı ölçüm modelini uygulamışlardır. Öner Kaya (2015) çalışmasında, Türkiye’de 2006-2013 yılları arasında faaliyet gösteren 24 hayat dışı sigorta şirketinin kârlılık oranlarını, teknik kârlılık ve satış kârlılık oranı değişkenlerine göre ölçmüştür. Ergün Bülbül ve Köse (2016) çalışmalarında, 2010-2013 dönemine ait Türk Sigorta Sektöründe faaliyet gösteren firmaların bilanço verileri doğrultusunda performansları PROMETHEE yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Lee ve Lin (2016) çalışmalarında, 30 OECD ülkesinde 1324 bireysel firmayı kapsayan sigorta şirketlerinin performans ve risk alma üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Adams ve Jiang (2016), İngiltere'deki mal ve sigortası firmalarından alınan 1999-2012 panel verilerini kullanarak dış kurul yöneticileri ile altı finansal performans ölçütü arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Aytekin ve Karamaşa (2017) çalışmalarında, BIST'te işlem gören altı sigorta şirketinin finansal performansı 2011-2015 döneminde altı finansal gösterge kullanılarak analiz edilmiştir. Sharma ve ark. (2018) çalışmalarında, küresel finansal krizin İngiltere sigorta şirketlerinin finansal performansı üzerindeki etkilerine ilişkin görüş sunmaktadır. Lu ve Zhu (2018) çalışmalarında, sigorta şirketlerinin finansal ve finansal olmayan göstergelerine dayanarak, performans değerlendirme sistemi analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile oluşturulmuştur.

Tahmin faaliyetleri birçok sektörde olduğu gibi sigorta şirketleri için de oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Şirketler çeşitli tahmin yöntemleri ile faaliyetleri önceden tahmin ederek önceden planlayabilir veya önleyebilir. Yüzde yüz tahmin yapmak mümkün değil, ancak tahminlerin doğruluğunu artırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Geleneksel tahmin yöntemleri birçok tahmin durumuyla başa çıkabilir, ancak geleneksel verilerin dilsel değerler olduğu tahmin problemlerini çözemezler (Hwang vd.,1998). Bulanık zaman serileri tahmininde, gelecekteki değerleri tahmin etmek için dilsel değerleri olan zaman serisi verilerindeki bulanık ilişkileri kurmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, bulanık zaman serileri tahminindeki ana problem, öngörülen değerlerdeki doğruluktur. Singh (2007) çalışmasında fark parametrelerine dayanan yeni bir bulanık zaman serisi tahmini yöntemi önermiştir.

Çalışmamızda, Singh (2007) tarafından önerilen bulanık zaman serisi analizi yöntemi kullanılarak Konya'da bulunan bir sigorta acentesinin satış performansı 2019 yılının ikinci yarısına ait net prim değerleri tahmin edilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bulanık zaman serileri

Bulanık zaman serisi tahminleri çeşitli kavram ve tanımlara bağlıdır. Bu tanım ve kavramlar aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tanım 1. $U = \{u_1, u_2, u_2, \dots, u_n\}$ evrensel küme olmak üzere, U 'nun elemanları u_i 'ler U 'nun dilsel ifadeleri yani aralıklardır. Bu aralıklar zaman serisinin tüm değerlerini kapsayan evrensel kümenin önceden belirlenen sabit bir aralık uzunluğuna göre parçalanması ile elde edilir. U 'nun elemanlarına bağlı olarak A_i dilsel değişkenlerinin bulanık kümelerinin tanımı,

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n}$$

şeklinde dir. Burada μ_{A_i} , A_i bulanık kümenin üyelik fonksiyonudur, yani $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$ 'dir. u_j , A_i 'ye ait ise $\mu_{A_i}(u_1)u_j$ 'nin A_i 'ye ait olma derecesidir.

Tanım 2. $Y(t)$ ($t, \dots, 0, 1, 2, \dots$) reel değerli zaman serisi olsun. Zaman serisine uygun evrensel küme tanımı ve parçalanması yapıldıktan sonra A_i bulanık kümelerinden oluşan yeni zaman serisi $F(t)$ bulanık zaman serisi olarak adlandırılır.

Tanım 3. Bulanık zaman serisinde ilişki için $F(t)$ 'nin sadece $F(t-1)$ 'den etkilenirse $F(t-1) \rightarrow F(t)$ olarak gösterilir. $F(t)$ ile $F(t-1)$ arasında bulanık ilişki vardır. $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$ şeklinde gösterilebilir ve "o" max-min birleştirme işaretidir. R , $F(t)$ 'nin birinci derece modeli olarak adlandırılır.

Tanım 4. $F(t)$, daha fazla $F(t-n)$ $F(t-n+1)$, $F(t-1)$ bulanık kümeden etkileniyorsa bulanık ilişki,

$$A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_j$$

olarak gösterilir. Burada $F(t-n) = A_{i1}$, $F(t-n+1) = A_{i2}$, $\dots$, $F(t-1) = A_{in}$ 'dir. Bu ilişki n . dereceden bulanık zaman serisi modeli olarak adlandırılır.

Kullanım kolaylığı nedeniyle sıkça kullanılan yöntemlerden biri olan ve 5 adımdan oluşan bulanık zaman serileri ile tahmin yöntemi Singh (2007) tarafından önerilmiştir.

1. Adım: Geçmiş zamana ait zaman serisi verilerinin aralığı temel alınarak tüm verileri içerecek şekilde evrensel kümenin alt ve üst sınırları belirlenir.
2. Adım: Evrensel küme eşit büyüklükte aralıklara ayrılır ($U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$). Aralıkların sayısı dilsel değişkenlerin (A_i) sayıları ile uyumlu olarak belirlenir.
3. Adım: Belirlenen aralıklara uygun olarak üçgen üyelik fonksiyonu özelliklerinin her bir aralığa uygulanmasıyla her bir bulanık küme belirlenir.
4. Adım: A_i , n yılına ait bulanık üretim ve A_j , $n+1$ yılına ait bulanık üretim ise $A_i \rightarrow A_j$ olarak gösterilir. Burada A_i , şu anki durum ve A_j sonraki durumdur.
5. Adım: Tahmin kuralları için bazı gösterimler aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

$[*A_j]$: A_j 'nin en yüksek üyelik değerini aldığı u_j aralığını,

$L[*A_j]$: u_j aralığının alt sınırını

$U[*A_j]$: u_j aralığının üst sınırını

$l[*A_j]$: A_j 'nin en yüksek üyelik değerini aldığı u_j aralığının uzunluğunu

$M[*A_j]$: A_j 'nin en yüksek üyelik değerini aldığı u_j aralığının orta değerini

A_i : n . yıla ait bulanıklaştırılmış değeri

A_j : $n+1$. yıla ait bulanıklaştırılmış değeri

E_i : n . yıla ait gerçek değeri

E_{i-1} : $n-1$. yıla ait gerçek değeri

göstermektedir. Buna göre algoritma;
 $n+1$ yılı için tahmin değerleri,
 k yılından $k+1$ yıla için elde edilen bulanık mantık ilişkisi $A_i \rightarrow A_j$ ve $k=3, \dots, K$ (zaman serisinin son verisi)

$$D_i = \left| |(E_i - E_{i-1})| - |(E_{i-1} - E_{i-2})| \right|$$

$$X_i = E_i + D_i/2$$

$$XX_i = E_i - D_i/2$$

$$Y_i = E_i + D_i$$

$$YY_i = E_i - D_i$$

$I=1$ 'den 4'e kadar

$$X_i \geq L[* A_j] \text{ ve } X_i \leq U[* A_j] \text{ ise } P_1 = X_i; n=1 \text{ Değil ise } P_1 = 0; n=0$$

Sonraki I için,

$$XX_i \geq L[* A_j] \text{ ve } XX_i \leq U[* A_j] \text{ ise } P_2 = XX_i; m=1 \text{ Değil ise } P_2 = 0; m=0$$

Sonraki I için,

$$Y_i \geq L[* A_j] \text{ ve } Y_i \leq U[* A_j] \text{ ise } P_3 = Y_i; o=1 \text{ Değil ise } P_3 = 0; o=0$$

Sonraki I için,

$$YY_i \geq L[* A_j] \text{ ve } YY_i \leq U[* A_j] \text{ ise } P_4 = YY_i; p=1 \text{ Değil ise } P_4 = 0; p=0$$

$$B = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

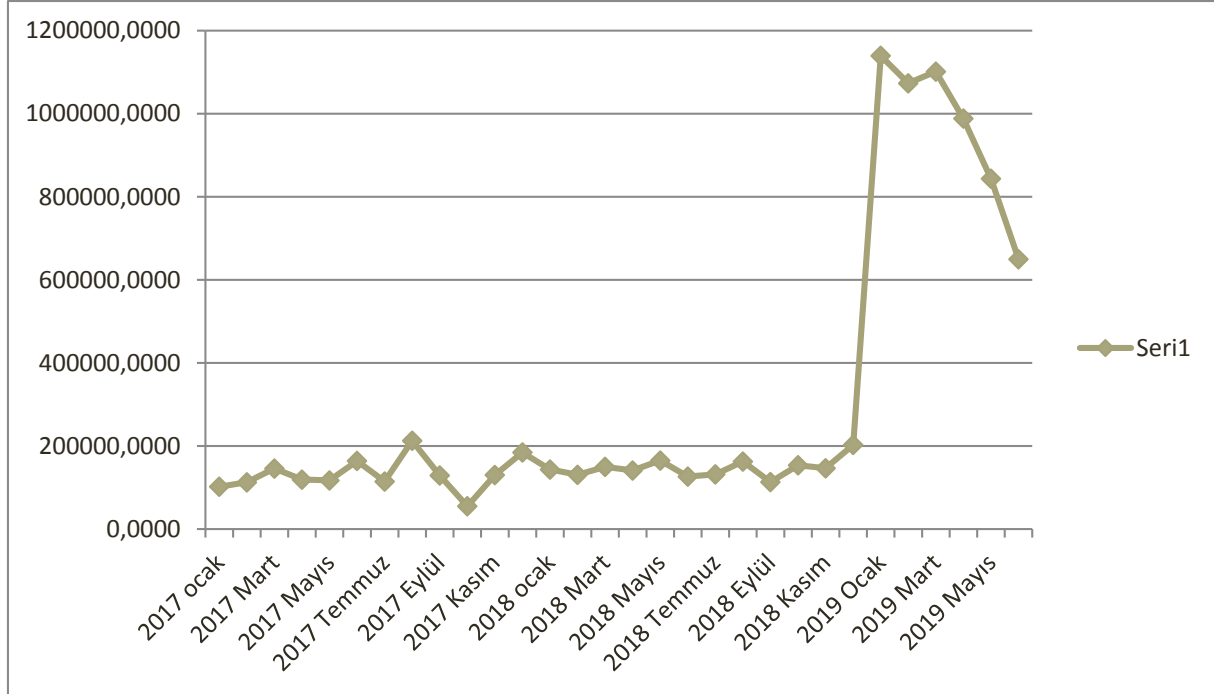
$$B = 0 \text{ ise } F_j = M[* A_j] \text{ değil ise } F_j = (B + M[* A_j]) / (m + n + o + p + 1)$$

Sonraki k yılı için döngü tekrarlanır.

3. BULGULAR

Konya'da bir X acentesi Ocak 2017'de sigortacılık sektöründe faaliyet göstermeye başlamıştır. Acente kasko ve trafik sigortası üzerine hizmet vermektedir. Acentenin çalıştığı sigorta şirketlerinden aldığı aylık net prim miktarlarına ait zaman serisi grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Acente 2019 Ocak ayında başka bir X acentesi ile ortaklık yapmıştır. Bu nedenle Şekil 1'de de görüldüğü gibi Ocak 2019'dan sonra aldığı net primde gözle görülür bir şekilde yükseliş olmuştur. Bu yükseliş göz önünde bulundurularak talep tahminlerinde daha doğru sonuç elde edebilmek için 2019 yılının ilk yarısı verileri kullanılarak acentenin 2019 yılının ikinci yarısı için talep tahmini yapılması amaçlanmıştır. Acentede çalışan yetkililerden 2019 yılının ikinci yarısı için Temmuz-Aralık dönemleri net pirim tahminlerini Tablo 1'de

gösterilen dilsel ifadeleri kullanarak gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu veriler dikkate alındığında bulanık zaman serileri ile talep tahmini yöntemi uygulanarak 2019 yılının ikinci yarısı için firmanın alacağı net prim miktarı belirlenmiştir.



Şekil 1. Ocak 2017-Haziran 2019 yılları arası Net Prim Ücretleri Zaman Serisi

Tablo 2’de görüldüğü gibi 2019 yılının ilk yarısındaki net prim verileri 649835.66 TL ile 1139399.01 TL arasında değerler almaktadır. Evrensel küme alt sınırı 640000 olarak belirlenirken, aralık ayında yeni araçların piyasaya sürüleceği dikkate alınarak üst sınır 1340000 olarak belirlenmiştir. Evrensel kümenin sınırları belirlendikten sonra evrensel küme eşit büyüklükte 7 aralığa ayrılmıştır.

$$u_1 = [640000, 740000]$$

$$u_2 = [740000, 840000]$$

$$u_3 = [840000, 940000]$$

$$u_4 = [940000, 1040000]$$

$$u_5 = [1040000, 1140000]$$

$$u_6 = [1140000, 1240000]$$

$$u_7 = [1240000, 1340000]$$

Belirlenen aralıklara uygun olarak 7 farklı dilsel ifade ile A_i bulanık kümeler belirlenmiştir.

Tablo 1. Tahminde Kullanılan Dilsel İfadeler

Sembol	Dilsel ifade
A_1	Çok Düşük Talep
A_2	Düşük Talep
A_3	Ortalama Altı Talep
A_4	Ortalama Talep
A_5	Ortalama Üstü Talep
A_6	Yüksek Talep
A_7	Çok Yüksek Talep

Dilsel ifadelere ait üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$A_1 = \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\}$$

$$A_2 = \left\{ \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\}$$

$$A_3 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\}$$

$$A_4 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\}$$

$$A_5 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\}$$

$$A_6 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} \right\}$$

$$A_7 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{1}{u_7} \right\}$$

Geçmiş dönemlere ait net prim verileri bulanıklaştırılmış ve bulanık mantık bağlantıları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Geçmiş verilerin bulanıklaştırılması

Tarih	Gerçekleşen Değer	Bulanıklaştırılmış Değer	Tahmin Değerleri
Ocak 2019	1139399.01	u_5	-
Şubat 2019	1073274.96	u_4	-
Mart 2019	1101407,74	u_5	-
Nisan 2019	988299.59	u_4	998575.455
Mayıs 2019	843400.89	u_3	896662.11
Haziran 2019	649835.66	u_1	690000

Değerlerin bulanıklaştırma işlemi tamamlandıktan sonra firmada çalışan uzmanlardan gelecek 6 ay için tahminlerini dilsel ifadeleri kullanarak belirlemeleri istenmiştir. Elde edilen dilsel ifadeler sonucu hesaplamalar gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Talep Tahminleri

Tarih	Gerçekleşen Değer	Tahmin Değerleri
Temmuz 2019	u_3	890000
Ağustos 2019	u_5	1090000
Eylül 2019	u_2	790000
Ekim 2019	u_4	990000
Kasım 2019	u_4	990000
Aralık 2019	u_7	1290000

4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Sigortacılık sektörü yoğun rekabetin yaşandığı bir hizmet sektörüdür, bu nedenle şirketlerin sektörde kalıcı ve de önemli bir ağırlığa sahip olabilmeleri için performanslarını sürekli olarak etkin kılmaları ya da etkinlik sınırına yakın tutmaları gerekmektedir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için öncelikle mevcut kısıtlar doğrultusunda kendilerine referans aldıkları şirketleri de dikkate alarak performans değerlendirmelerini yapmaları gerekmektedir.

Günümüz piyasasında talep tahminleri, şirketler için kısa ve uzun vadeli önemli kararlar alınmasında en önemli faktörlerden biri durumuna gelmiştir. Bilinmeyen birçok parametresi bulunan talep tahminlerini en iyi biçimde belirlemek için mevcut belirsizlik etkilerini minimum düzeye indiren bulanık mantık yöntemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bulanık zaman serileri; bulanık verilerin analizinde, dilsel veriler aracılığı ile bulanık mantık yapısının zaman serilerine uygulanma sürecini birleştirmektedir.

Bu çalışmada bir sigorta acentesinin satış performansı için talep tahmini yapılmıştır. Tahmin yapılırken gelecek durumu ifade edebilecek şekilde uzmanların görüşünden yararlanılmıştır. Uzman görüşleri elde edilirken dönemsel talep farklılıklarına neden olan özel hususlar da dikkate alınarak değerlendirme yapması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

Adams, M., ve Jiang, W. 2016. Do outside direct or sinfluence the financial performance of risk-trading firms? Evidence from the United Kingdom (UK) insurance industry. Journal of Banking& Finance, 64, 36-51.

Akcan, A., ve Kartal, C. 2011. İMKB Sigorta Endeksini Oluşturan şirketlerin Hisse Senedi Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini. Muhasebe ve Finansman Dergisi, (51), 27-40.

Aytekin, A., ve Karamaşa, Ç. 2017. Analyzing Financial Performance Of Insurance Companies Traded In BIST via Fuzzy Shannon’s Entropy Based Fuzzy Topsis Methodology. Alphanumeric Journal, 5(1), 71-84.

- Başkaya, Z. 2005. Sigorta şirketlerinin satış performanslarının veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), 37-51.
- Burca, A. M., ve Batrinca, G. 2014. The determinants of financial performance in the Romanian insurance market. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 4(1), 299-308.
- Elitaş, C., Eleren, A., Yıldız, F., ve Doğan, M. 2012. Gri İlişkisel Analiz ile Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Belirlenmesi, 16. Finans Sempozyumu, 10-13 Ekim 2012, Erzurum, 521-530.
- Ergün Bülbül, S. E., ve Köse, A. 2016. Türk sigorta sektörünün promethee yöntemi ile finansal performans analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(1), 187-210.
- Hwang, J. R., Chen, S. M., and Lee, C. H. 1998. Handling forecasting problem using fuzzy time series. *Fuzzy sets and systems*, 100(1-3), 217-228.
- Lee, C. C., and Lin, C. W. (2016). Globalization, political institutions, financial liberalization, and performance of the insurance industry. *The North American Journal of Economics and Finance*, 36, 244-266.
- Lu, W. M., Wang, W. K., and Kweh, Q. L. 2014. Intellectual capital and performance in the Chinese life insurance industry. *Omega*, 42(1), 65-74.
- Lu, M., and Zhu, K. (2018, April). Performance evaluation of the insurance companies based on AHP. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1955, No. 1, p. 040002). AIP Publishing.
- Ömürbek, N., ve Özcan, A. 2016. BİST’de işlem gören sigorta şirketlerinin MULTIMOORA yöntemiyle performans ölçümü. *Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi*, 1(2), 64-75.
- Öner Kaya, E. 2015. The effects of firm-specific factors on the profitability of non-life insurance companies in Turkey. *International Journal of Financial Studies*, 3(4), 510-529.
- Singh, S. R. 2007. A simple method of forecasting based on fuzzy time series. *Applied mathematics and computation*, 186(1), 330-339.
- Sharma, A., Jadi, D. M., and Ward, D. 2018. Evaluating financial performance of insurance companies using rating transition matrices. *The Journal of Economic Asymmetries*, 18, e00102.
- Uçal, İ. 2011. Bulanık Zaman Serileri İle Talep Tahmini. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011, İstanbul, 582-589.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YALNIZLIK DUYGULARININ TÜKENMİŞLİK DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERİŞ
Harran Üniversitesi
Öğr. Gör. Sinem BARUT
Harran Üniversitesi

ÖZET

Problem: Bu araştırma üniversite öğrencilerinin yaşadığı yalnızlık duygusu ile tükenmişlik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır. **Amaç:** Bu araştırmanın amacı, üniversite öğrencilerinin yalnızlık duygularının tükenmişlik düzeylerine etkisinin olup olmadığını tespit etmektir. **Yöntem:** Bu araştırmanın örneklem grubu, Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'ndaki 376 öğrenciden oluşmaktadır. Veriler 01 - 31 Mayıs 2019 tarihleri arasında anket aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma grubuna UCLA Yalnızlık Ölçeği ve Maslach Tükenmişlik Envanteri - Öğrenci Formu (MTE-ÖF) uygulanmıştır. Verilerin analizi, SPSS 20.0 kullanılarak tanımlayıcı istatistikler ve doğrusal regresyon analizi (ANOVA) ile incelenmiştir. **Bulgular:** Elde edilen sonuçlara göre araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenilirliği yüksektir. Doğrusal regresyon analizi ANOVA sonuçlarında yalnızlık hissinin tükenmişlik üzerinde anlamlı etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Standart regresyon katsayısına göre yalnızlık duygusu değişkenindeki 1 birim artışın tükenmişlik değişkeninde 0,279 birim artışa neden olması beklenmektedir. **Sonuç:** Diğer bir değişle öğrencilerin yalnızlık düzeyleri arttıkça, tükenmişlik seviyeleri de artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalnızlık, Ucla, Tükenmişlik, Maslach, Üniversite Öğrencileri

ABSTRACT

Problem: This research was done to determine to find out whether there is a statistically significant relationship between loneliness feeling experienced by university students and burnout. **Purpose:** The aim of this study was to determine whether loneliness feelings of university students had an effect on burnout levels. **Method:** The sample group of this research consisted of 376 students at of Harran University Vocational School of Health Service. Data were collected using a questionnaire between May 1 to May 31, 2019. UCLA Loneliness Scale and Maslach Burnout Inventory – Student Scale (MBI-SS) were applied to the research group. The analysis of the data was examined by descriptive statistics and linear regression analysis (ANOVA), using SPSS 20.0. **Results:** According to the results obtained, the reliability of the scales used in the research is high. Linear regression analysis ANOVA results loneliness feeling has a significant effect on burnout. According to the standard regression coefficient, 1 unit increase in the loneliness variable is expected to cause a 0.279 unit increase in the burnout variable. **Conclusion:** In other words, as students' loneliness levels increase, their burnout levels increase.

Key Words: Loneliness, Ucla, Burnout, Maslach, University Students

GİRİŞ

Genel olarak literatürde kabul gören yalnızlık tanımı, “bireyin yaşamakta olduğu sosyal ilişkiler ile yaşamak istediği ilişkiler arasında görülen farktan ve çelişkiden dolayı ortaya çıkan, rahatsız edici, psikolojik bir durum” şeklindedir (Peplau ve Perlman, 1982). Başka bir deyişle bireylerin sosyal ilişkiler ağında önemli niteliksel ve niceliksel eksikliklerin yaşanması sonucu yaşanan yalnızlık duygusu, mutsuzluk, kaygı, depresyon gibi birçok rahatsızlık ile ilişkidir (Demir, 1989). Yalnızlık duygusunun zihinsel sağlığı etkilediği gibi fiziksel sağlığı da etkileyebilecek ciddi sonuçları vardır (Agahi ve Lennartsson 2018).

1970’li yıllarda tükenmişlik kavramı literatüre Freudenberger tarafından kazandırılmıştır (Tümekaya ve Çavuşoğlu, 2010). Freudenberger tükenmişlik kavramını insanların aşırı çalışmaları sonucunda işlerinin gereklerini yerine getiremez duruma gelmeleri olarak tanımlamıştır (Freudenberger, 1974). Sonrasında uzun dönemdeki stresin tükenmişliğe yol açtığını belirten Maslach ve Jackson tükenmişliği “profesyonel bir kişinin mesleğinin özgün anlamı ve amaçlarından kopması, hizmet verdiği insanlar ile artık gerçekten ilgilenemiyor olması” biçiminde tanımlamıştır (Kaçmaz, 2005). Maslach ve Jackson tükenmişlik kavramını duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarı boyutu ile “üç bileşenli bir psikolojik sendrom” şeklinde incelemişlerdir. Duygusal tükenme faktörü tükenmişliğin belirleyicisi konumundadır ve duygusal tükenme yaşayan bir birey insanlardan psikolojik olarak uzaklaşmakta ve duyarsızlaşma boyutunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Son faktör olarak kişisel başarı faktöründe ise kişi kendini olumsuz değerlendirme eğilimi içerisindedir ve yetersizlik duygusu yaşamaktadır. Tükenmişlik kavramının alt faktörleri ile ilişkisi, duygusal tükenme ile duyarsızlaşmanın artması, kişisel başarı ve başarı duygusunun azalması şeklinde ortaya çıkmaktadır (Ardıç ve Polatçı, 2008).

Türkiye’de öğrencilerin eğitim hayatı, yoğun ders programları ve sınavlarla geçmektedir (Akıl ve Yazar, 2014). Birçok araştırmacı öğrencilerin derse girme, ödev verme, son teslim tarihi ile çalışma ve uzun saatler çalışma gibi etkinlikleri nedeniyle uğraşlarının iş olarak görülebileceğini belirtmiştir (Cazan, 2014). Öğrencilerin kendilerinden beklenen akademik taleplerden dolayı bitkin düşmeleri, okula ve okul aktivitelerine karşı olumsuz ve umursamaz tutum geliştirmeleri, okul ödevlerine karşı ilgisizlik göstermeleri, yetersizlik algısı, yeteneklerinden şüphe duyma ve bunun sonucu olarak akademik başarının düşmesinin öğrencilerin yaşadığı tükenmişliğin en önemli belirtileri arasında gösterilmiştir (Seçer, 2015). Araştırmalar ayrıca öğrenim hayatları süresince tükenmişliğe sahip öğrencilerin, gelecekteki çalışma hayatlarında da yüksek ihtimalle tükenmişlik yaşayacaklarını göstermektedir. Bir araştırma, öğretmen yetiştirme programında okuyan öğrencilerin tükenmişliklerinin, mezun olduktan sonra da öğretmen tükenmişliğinin ve çalışma yeterliliklerinin tahmin edilmesinde bir gösterge olduğu desteklenmiştir (Yang ve Farn, 2004).

Method ve Yöntem

Araştırmanın Problemi: Bireyin zihinsel gelişiminin yanı sıra kişisel ve sosyal gelişiminin de sürdüğü üniversite dönemi boyunca, yalnızlık duygusu ve tükenmişlik düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı araştırmanın problemi oluşturmaktadır.

Araştırmanın Amacı: Bu araştırmanın amacı, Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulunda okuyan öğrencilerin yalnızlık duygularının tükenmişlik düzeylerine olan etkisini tespit etmek ve alınabilecek önlemler için öneri geliştirmektir.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi: Araştırmanın evreni, Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulundaki 2000 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada basit tesadüfi yöntemle örneklem grubu 350 olarak tespit edilmiş ve 376 öğrenciye uygulanmıştır.

Veri Toplama Aracı: Araştırma, tanımlayıcı nitelikte bir araştırma olup, veri toplama aracı olarak anket tekniğinden yararlanılmıştır. Veriler 01 - 31 Mayıs 2019 tarihleri arasında toplanmıştır. Ankette öğrencilerin tükenmişlik düzeylerinin ölçülebilmesi için Schaufeli, Martinez, Marques-Pinto, Salanova ve Bakker (2002) tarafından geliştirilen, Türkçe uyarlaması, geçerlik ve güvenirlik çalışması Çapri ve Arkadaşları tarafından (2011) yapılan Maslach Tükenmişlik Envanteri - Öğrenci Formu (MTE-ÖF) ölçeği ve bireylerin yalnızlık düzeylerinin ölçümlenebilmesi için Russell, Peplau ve Ferguson (1978) tarafından geliştirilen, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları Demir (1989) tarafından yapılan UCLA Yalnızlık Ölçeği uygulanmıştır.

Bulgular:

Öncelikle, araştırma örneklemelerinden elde edilen kişisel veriler incelenmiştir. Söz konusu demografik bilgiler aşağıda Tablo 1 ile sunulmaktadır.

Tablo 1. Ankete Katılan Öğrencilerin Demografik Bilgilerinin Frekans Dağılımı

Yaş grupları	Sayı	Yüzde
18-19 yaş arası	125	33,2
20-21 yaş arası	192	51,1
22 yaş ve üzeri	59	15,7
Cinsiyet	Sayı	Yüzde
Kadın	254	67,6
Erkek	122	32,4
Sınıf	Sayı	Yüzde
1. Sınıf	255	67,8
2. Sınıf	121	32,2
Duygusal İlişki Durumu	Sayı	Yüzde
Evet	226	60,1
Hayır	150	39,9
Yakın Arkadaş Durumu	Sayı	Yüzde
Evet	319	84,8
Hayır	57	15,2
Üniversite Sosyal İmkanlarını Yeterli Bulma Durumu	Sayı	Yüzde
Evet	21	5,6
Hayır	213	56,6
Kısmen	142	37,8
Ailenin Aylık Geliri	Sayı	Yüzde
2000 TL ve daha az	21	5,6
2000 TL ve 5000 TL arası	213	56,6
5000 TL üzeri	142	37,8

Tablo 1’de yer alan sonuçlara göre, araştırmaya katılan öğrencilerin % 33,2’si 18-19 yaş grubunda, %67,6’sı kadın, % 67,8’i birinci sınıf, %39,9’u daha önce hiç duygusal ilişki yaşamamış, %56,6’sı üniversitenin sosyal imkanlarını yeterli bulmadığını ve ailelerinin aylık gelir düzeyleri bakımından ise %56,6’sı 2000TL ile 5000TL arasında geliri olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmanın Güvenirliliği

Ankette kullanılan ölçeklerin güvenirliliği Cronbach’s Alpha katsayısı ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre tükenmişlik ölçeğinin güvenirliliği 0,763, yalnızlık ölçeğinin güvenirliliği 0,861 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar yapılan ölçümün güvenirliliğinin yüksek olduğunun göstergesidir. Elde edilen güvenirlilik değerleri aşağıdaki Tablo 2 ile sunulmaktadır.

Tablo 2. Ölçek Boyutları İçin Güvenirlik Katsayısı Bulguları

Boyut/Ölçek	Madde Sayısı	Cronbach's Alpha katsayısı
Tükenmişlik Ölçeği	13	0,763
Yalnızlık Ölçeği	20	0,861

Yalnızlık ve Tükenmişlik Değişkenleri Arasındaki İlişki

Açıklayıcı değişken (bağımsız değişken) yalnızlık algısı, açıklanan değişken (bağımlı değişken) tükenme algısı alınarak oluşturulan doğrusal regresyon modelinin Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yalnızlık Algısının Tükenme Düzeyi Üzerindeki Etkisi İçin Doğrusal Regresyon Analizi Bulguları

	Regresyon katsayıları	Standart Regresyon katsayıları	t	p
Sabit	1,89		10,418	0,0000
Yalnızlık	0,021	0,279	5,61	0,0000

Yapılan ANOVA testine göre model istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca modelin belirleme katsayısı (düzeltilmiş) 0,075 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tükenme algısı değişkenindeki değişkenliğin %7,5’i doğrusal regresyon modeli aracılığıyla yalnızlık algısı değişkeni tarafından açıklanmaktadır. Regresyon modelinin katsayılarının anlamlılığı için yapılan student-t testine göre her iki katsayı da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yalnızlık değişkeninin katsayısının pozitif olmasından anlaşılabileceği gibi bu iki değişken arasında pozitif yönlü doğrusal ilişki vardır. Bu bulgulara göre regresyon doğrusunun tahmini

$$(\text{Tükenme algısı}) = 1,890 + 0,021 \cdot \text{Yalnızlık}$$

Yalnızlık algısı olarak elde edilir. Standart regresyon katsayısına göre yalnızlık algısı değişkenindeki 1 br artışın tükenme algısı değişkeninde 0,279 br artışa neden olmasının beklendiği görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu öğrencilerinin yalnızlık duygu durumlarının tükenmişlikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. İstatiksel analizlerin sonucuna göre araştırmanın güvenilirliği yüksek bulunmuştur. Yalnızlık ve tükenmişlik değişkenleri arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Standart regresyon katsayısına göre yalnızlık algısı değişkenindeki 1 br artışın tükenme algısı değişkeninde 0,279 br artışa neden olmasının beklendiği görülmüştür.

Literatürde öğrencilerin yalnızlık duygusunun tükenmişlik düzeyi üzerine etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmanın literatürde bir benzeri olmaması nedeniyle öncü bir çalışma olması beklenmektedir. Yalnızlık ve tükenmişlik sendromlarının öğrenciler üzerindeki olumsuz etkileri düşünüldüğünde, önem verilmesi ve daha çok araştırmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin toplumun büyük bir kesimini oluşturduğu ve toplumun geleceğini temsil eden bireyler olduğu, üniversite dönemi içerisindeki verimliliklerinin tüm hayatlarını etkilediği göz önünde bulundurulduğunda bu alandaki çalışmaların önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Üniversiteye başlayan öğrenciler, yaşamlarındaki yüksek uyum süreci gerektiren önemli bir geçiş noktasından geçmektedirler. Bu nedenle birinci sınıf öğrencilerine yönelik bir oryantasyon programının düzenlenmesi önerilebilir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre üniversitelerde psikolojik danışma ve rehberlik servislerinin bulunması önemlidir, bu servise sahip olan üniversitelerde ise öğrencilerin servisten haberdar olması, servisin öneminin farkında olması ve servise kolay erişebiliyor olması gereklidir. Öğrencilerin sosyalleşmesini teşvik etmek amaçlı üniversite içerisinde sosyal gruplar kurulması ve bu yönde aktiviteler düzenlenmesi önerilebilir.

Bu çalışma için Harran Üniversitesi'nden etik kurul raporu alınmıştır.

KAYNAKÇA

- Peplau, L.A. ve D. Perlman (1982). "Loneliness: A Sourcebook of Current Theory; Research and Therapy". New York: Wiley-Interscience.
- Demir, A. (1989). U.C.L.A. Yalnızlık Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirliği. Psikoloji Dergisi, 7(23), 14-18.
- Dahlberg, L., Agahi, N., Lennartsson, C. (2018). Lonelier than ever? Loneliness of older people over two decades. Archives of Gerontology and Geriatrics, 75, 96-103.
- Tümekaya, S. ve Çavuşoğlu, İ. (2010). Sınıf Öğretmenliği Son Sınıf Öğretmen Adaylarının Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi. Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(2), 468-481.
- Freudenberger, H. J. (1974). Staff Burnout. Journal of Social Issues, 30, 159-165.
- Kaçmaz, N. (2005). Tükenmişlik (Burnout) Sendromu. İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi, 68(1), 29-32.
- Ardıç, K. ve Polatçı, S. (2008). Tükenmişlik Sendromu Akademisyenler Üzerinde Bir Uygulama (GOÜ Örneği). Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(2), 69-96.
- Akıl, E. ve Yazar, T. (2014). Üniversite Hazırlık Sınıfı Öğrencilerinin Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi. Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi, 3(6), 51-67.
- Cazan, A. M. (2014). Learning Motivation, Engagement and Burnout Among University Students. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 187, 413-417.

Seçer, İ. (2015). Üniversite Öğrencilerinde Okul Tükenmişliği ile Psikolojik Uyumsuzluk Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19 (1), 81-99.

Yang, H. J. ve Farn, C. K. (2004). An Investigation the Factors Affecting MIS Student Burnout in Technical-Vocational College. Computers in Human Behavior, 21, 917-932.