KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

KONGRE TAKVİMİ

Özetlerin gönderileceği son tarih: 12 Şubat 2021
Tam metinlerin gönderileceği son tarih: 22 Şubat 2021
Kongre kitabı yayın tarihi: 15 Mart 2021

UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ TAM METİN KİTABI

EDİTÖR

DR. MEHDİ MESKİNİ HEYDARLOU

UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ TAM METİN KİTABI

KARADENİZ ZİRVESİ
5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
19-21 ŞUBAT 2021
RİZE

EDİTÖR

DR. MEHDİ MESKİNİ HEYDARLOV

UBAK YAYINEVİ ®

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

karadenizkongresi@gmail.com

www.ubak.org.tr https:// www.karadenizkongresi.org

Bu kitabın tüm hakları UBAK Yayınevi'ne aittir.
Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerinden sorumludurlar.
UBAK Publications – 2021 ©

Yayın Tarihi:23.02.2021
ISBN: 978-625-7341-05-9

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

KARADENİZ ZİRVESİ
5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

19-21 ŞUBAT 2021
RİZE

DÜZENLEYEN KURUMLAR

UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Derneği

KONGRE DÜZENLEME KURULU

Kongre Başkanı: Dr. Leman Kuzu
Düzenleme Kurulu Başkanı: Doç. Dr. Ayşegül Türk
Düzenleme Kurulu Üyesi: USBİLİM Dergisi Editörlüğü
Düzenleme Kurulu Üyesi: Dr Gültekin Gürçay
Düzenleme Kurulu Üyesi: Socrates Journal Editörlüğü
Düzenleme Kurulu Üyesi: Aynurə Əliyeva
Düzenleme Kurulu Üyesi: USE Dergisi Editörlüğü
Düzenleme Kurulu Üyesi: Euroasia Dergisi Editörlüğü
Düzenleme Kurulu Üyesi: Use Dergisi Editörlüğü
Düzenleme Kurulu Üyesi: Ubak Uluslararası Bilimler Akademisi Yayinevi Editörlüğü
Genel Koordinatör: Amaneh Manafidizaji

KATILAN ÜLKELER

Türkiye –Pakistan- Azerbaycan- Afkanistan – Lübnan- Hindistan - İran

KONGRE DİLLERİ

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

BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV
Ufa State Petroleum Technological University

Dr. Lale Sariye AKAN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Prof. Dr. Burcu Semin AKEL
Kültür Üniversitesi

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Doç. Dr. Nurhan AYDIN
Kafkas Üniversitesi

Dr. Mehmet Fırat BARAN
Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Amina Salihi BAYERO
Yusuf Maitama Sule Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Baurcan BOTAKARAEV
Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER
Ürdün Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI
Tebriz Üniversitesi

Prof. Dr. Ariz Avaz GOZALOV
Moskova Devlet Üniversitesi

Dr. Ahmet GÜMÜŞ
İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA
Bakü Avrasya Üniversitesi

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA
Özbekistan Bilimler Akademisi

Dr. Cihandar HASANHANOĞLU
Başkent Üniversitesi

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mamatkuli Jurayev
Özbekistan Bilim Akademisi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bouaraour Kamel
Ghardaia Üniversitesi

Doç. Dr. Tüba KARAHİSAR
Uşak Ünversitesi

Doç Dr. Mehmet KAYA
Dicle Üniversitesi

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU
Ardahan Üniversitesi

Doç Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ
Atatürk Üniversitesi

Sonali MALHOTRA
Delhi Balbahtri Academy

Dr. Alia R. MASALİMOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Muntazir MEHDI
Pakistan Language Academy

Dr. Amanbay MOLDIBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Doç. Dr. Yaprak I. OZDEMIR
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
Munzur Üniversitesi

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Öğr. Üyesi Abdulsemet AYDIN
Dicle Üniversitesi

Prof. Dr. Sibel SİLİCİ
Erciyes Üniversitesi

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE
Cumhuriyet Üniversitesi

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN
Şırnak Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI
Urumiye Üniversitesi

Dr. Yang ZİTONG
Wuhan Üniversitesi

Doç. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ergün KOCA
Girne Amerikan Üniversitesi

Doç. Dr. Işık SEZEN
Atatürk Üniversitesi

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

CONGRESS PROGRAM
Online (with Video Conference) Presentation

Meeting ID: 881 3502 1954
Passcode: 192021

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

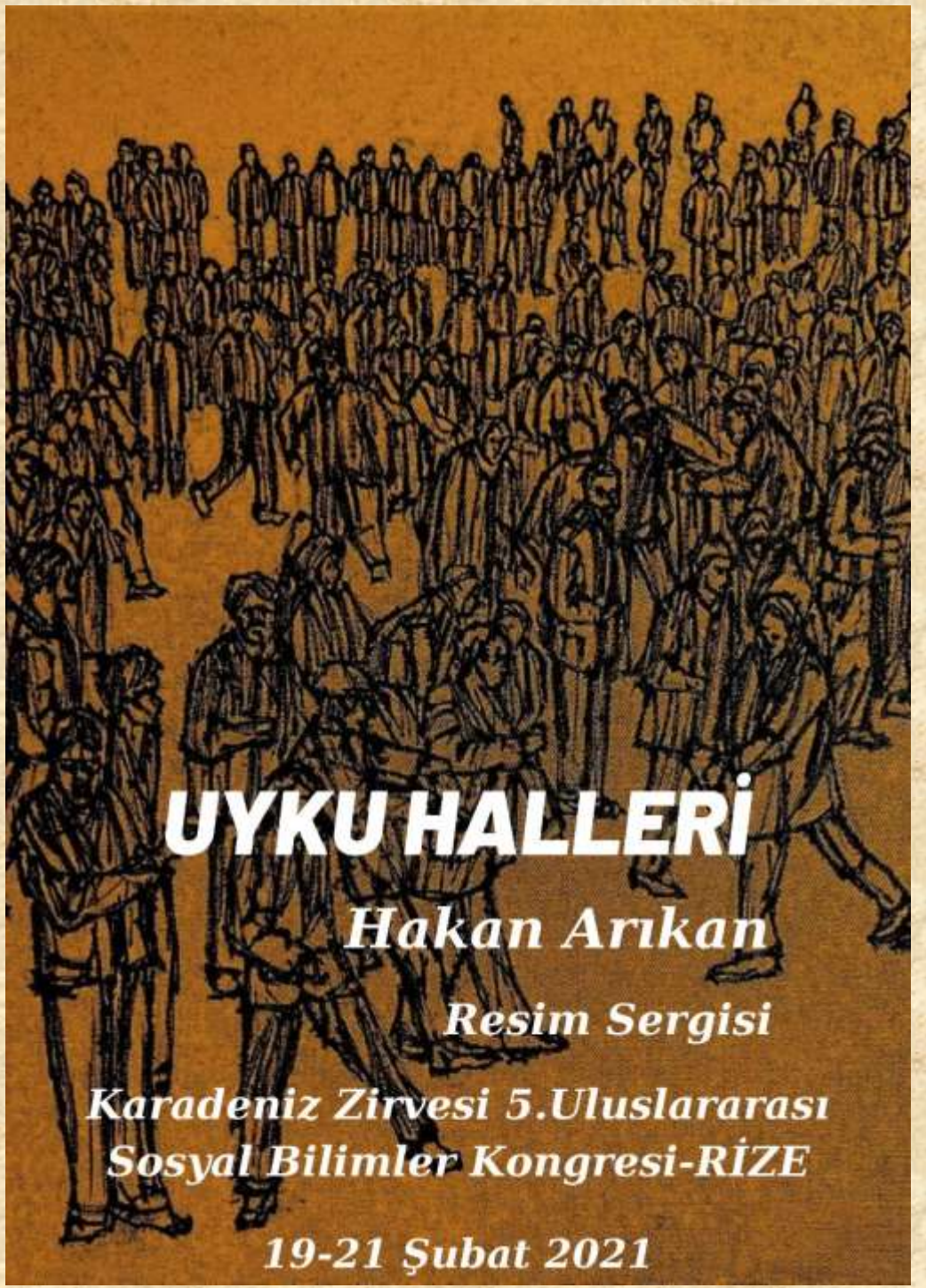
IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of "Meeting ID
- or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

exp. H-2, S- 1 Amaneh Manafidizaji


UYKU HALLERİ
Hakan Arıkan
Resim Sergisi
Karadeniz Zirvesi 5.Uluslararası
Sosyal Bilimler Kongresi-RİZE
19-21 Şubat 2021

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 1 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 12:00	MODERATOR: **AYNURƏ ƏLİYEVA**
Authors	**Topic title**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEMET KUZEY	**7. Sınıf Sosyal Bilgiler Ders Kitaplarının Türkçenin Söz Varlığı Açısından Değerlendirilmesi**	
AYŞE ALPI	**Orta Öğretim Öğrencilerinin Matematik Ders Başarıları İle Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ve Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki**	
DR. NECATİ ÇOBANOĞLU VEYSEL GÖÇER	**Öğrenme Güçlüğü Üzerine Yazılan Doktora Tezlerinin İncelenmesi**	
DR. NECATİ ÇOBANOĞLU VEYSEL GÖÇER	**İlkokullarda Değer Eğitimine Katkıda Kitle İletişim Araçlarının Rolü**	
MEVLÜDE CANAN CAN	**Önlisans Öğrencilerine Göre Halkla İlişkiler Eğitimi Üzerine Bir Alan Araştırması: Rteü Örneği**	
DR. SERPİL YORGANCI	**Covid-19 Pandemi Sürecinde Uzaktan Matematik Eğitimine İlişkin Öğrenci Görüşleri**	
SEVİM İLERİ OSMAN KÂMİL ÇORBACI	**Eğitim Alanında Popüler Kültürün Kullanılabilirliği**	
SEVİM İLERİ	**Eğitimde Dramayı Kullanan Öncülerden Dorothy Heathcote'un Hayatı Ve Çalışmaları**	
MUHAMMAD SULEMAN NASİR	**Principles Of A Successful Social Life, In The Light Of Islamic Teachings**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 2 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 12:00	MODERATOR: PROF. DR. ERGÜN KOCA
Authors	**Topic title**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞENAY TANRIVERMİŞ	**Self Oryantalizm Bağlamında Atiye Dizisi**	
PINAR ALÇİÇEK	**Uluslaşma Hareketlerinin Kıskacına Aldığı Mengene Göçmenleri**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ GAMZE SABANCI UZUN	**Surviving The Slums As Presented In Maggie: A Girl Of Streets**	
CAVİT ERDEM HAKAN ÖZKAN	**Barış Eğitimi Ve İslamın Barışa Bakışı**	
CAVİT ERDEM	**Din Eğitimi Penceresinden Temel İnsan Hak Ve Özgürlüklerine Bakış**	
MUHAMMED ENES KAN	**Erzurum Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planının "Planlama Okulu" Perspektifinden Değerlendirilmesi**	
SELVİNAZ ÇELİK A. ÇAĞLAN GÜNAL	**Biology Teachers' Views About Distance Education In The Covid-19 Pandemic Process**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET BÖLÜKBAŞI	**Arap Kelimesinin Anlamı**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET BÖLÜKBAŞI	**Arapçadan Türkçeye Geçen Galat Kelimesinin Kullanımı**	
ASST. PROF. SULTAN KOMUT BAKINÇ	**Nature As A Safe Harbor Or A Battleground In The Early American Literature**	
PROF. DR. ERGÜN KOCA	**HAREZM-KIPÇAK DÖNEMİNDE YANSIMA SÖZCÜKLER: Ez-Zemahşerî'nin Mukaddimetu'l-Edeb'i Örneğinde..**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 3 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 12:00 MODERATOR: **Dr. ZEHRA FIRAT**
Authors	**Topic title**
DR. ÖĞR. ÜYESİ HARUN YILMAZ DOÇ. DR. NURİYE GÜREŞ	**Karadeniz Bölgesinde Sunulan Hava Taşımacılığı Faaliyetlerinin Analiz Edilmesi**
DR. ÖĞR. ÜYESİ EMRAH TÜNCER	**Yedi Kardeşin İzinde: Yer Adları Ne Söyler**
HAKAN ÖZKAN	**Dijital Çocuk Yayıncılığının Önemi**
HAKAN ÖZKAN CAVİT ERDEM	**Yapısal Aile Terapisi Vaka Formülasyonu**
ÖĞR. GÖR. DR. FATİH CEYLAN	**Koronavirüs Enformasyonunda İnternetin Güvenilirliği**
ÖĞR. GÖR. BİLAL AKKÖPRÜ	**Türkiye'deki Reklam Sektöründe İmgelerin Ütopik Ve Distopik Temsili**
MUHAMMED MURAT GÜMÜŞ MEHMET KARA	**Hayat Boyu Öğrenmede Bilgi Ve Bilgisayar Okuryazarlıklarının Rolü: Kavramsal Bir İnceleme**
MUHAMMAD SADEQ SULTANİ	**Afganistan'ın Belh Vilayeti'nde Nevruz Geleneği**
DOÇ. DR. ERKAN AYDINTAN EDANUR FETTAHOĞLU	**Fuar Stantlarında Aydınlatma Tasarımının Rolü**
GÖZDE BUSE PEHLİVAN	**Kadına Yönelik Şiddet Haberlerinin Yeni Medya Üzerinden İncelenmesi**
نسرین محمدیان	**آموزش آنلاین در مدارس مقطع ابتدایی در ایران طی پاندمی کوید 19**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021	**HALL: 4**	**SESSION: 1**
	Meeting ID: 881 3502 1954	**Passcode: 192021**

	10:00 – 12:00 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ FATMA AY
Authors	**Topic title**
SİMGE GÜMÜŞ ELİF PINAR BAKIR	**DMF-T İle Dental Anksiyete Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Dicle Üniversitesi Örneği**
TÜNAY KONTAŞ AŞKAR ŞİNASİ AŞKAR SAMAN JUMAAH SHUKUR ALDWOODİ	**Kemerin Hormonunun Bağışıklık Sistemindeki Rolü**
TÜNAY KONTAŞ AŞKAR SAMAN JUMAAH SHUKUR ALDWOODİ ŞİNASİ AŞKAR	**Yeni Bir Adipokin Olan Vaspinin Bağışıklıktaki Rolü**
DR. RECEP DEMİRCİ DR. CAN SEVİNÇ	**Kronik Böbrek Hastalığında D Vitamini Seviyeleri İle Tiroid Hormon Seviyeleri Arasındaki İlişki**
HEMŞİRE MELTEM ASLAN DR. ÖĞR. ÜYESİ FATMA AY	**2000-2020 Yılları Arasında Yapılan Tezlerde Topuk Kanı Alınmasıyla Oluşan Ağrı Düzeyine Farmakolojik Olmayan Yöntemlerin Etkisi: Sistematik Tarama Sonuçları**
EROL TOY	**Yoğun Bakım Ünitelerinde Görülen Nozokomiyal Enfeksiyonların Demografik Verilerle İlişkisi – Derleme**
EROL TOY	**Zihinsel Engelli Hastalar Ve Çocukların Dental Girişimlerinde Anestezi Yöntemleri**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 1 SESSION: 2

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	14:00 – 16:00 MODERATOR: DR. ALAATTİN FIRAT
Authors	**Topic title**
ARŞ. GÖR. DR. ANIL ONUR MERCANOĞLU	**Sporda Pazarlama Masasının Dört Ayağından Biri: Fiyat**
GÖRKEM BAYRAMTAN DR.ÖĞR. ÜYESİ LEYLA GÖDEKMERDAN ÖNDER	**Algılanan E-Hizmet Kalitesinin Müşteri Sadakati Üzerine Etkisi: Endüstriyel Pazarlarda Bir Uygulama**
AYŞENUR GÖNÜLAÇAN ÖZER SİNEM ÇELİK	**AB'ye Uyum Sürecinde Türkiye Ve Arnavutluk'un Çalışma Yaşamına Yönelik Düzenlemelerinin Karşılaştırmalı Analizi**
SİNEM ÇELİK TALİYE AKBIYIK	**AB'ye Uyum Sürecindeki Türkiye'de İş Kazalarının Önlenmesine İlişkin Uygulamalar: 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu**
TALİYE AKBIYIK AYŞENUR GÖNÜLAÇAN	**Uluslararası Sözleşmelerde Sendika Hakkına İlişkin Hükümlerin İncelenmesi**
DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜHA ÇELİKKAYA	**The Effect Of Exchange Rate Uncertainty On The Export Of Giresun Hazelnut**
ÖĞR. GÖR. SERVET ÖZKAN DR. MEHMET MÜNİP BABUR Dr. ÖĞRENCİSİ SÜLEYMAN ELÇİ	**Çevresel Sorunlara Yönelik Üretim İşletmeleri İçin Mikro Düzeyde Bir Çözüm Önerisi: Çevre Muhasebesi**
DR. MEHMET MÜNİP BABUR DR. RÜSTEM ÇURKU DR. ÖĞRENCİSİ SÜLEYMAN ELÇİ ÖĞR. GÖR. SERVET ÖZKAN	**Yeni Normal, Yeni Elit Ve Küresel Toplum**
DR. ÖĞR. ÜYESİ İREM TÜKEL PAKER	**Z Kuşağının Satın Alma Davranışlarında Rol Model Etkisi: Instagram Fenomenlerinin Rolü**
ÜLKER KURAL	**AVM'lerde Acil Durum Yönetimi**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 2 SESSION: 2

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	14:00 – 16:00	MODERATOR: DR. LEMAN KUZU
Authors	**Topic title**	
DR. AYÇA TUNÇ COX	**Syrian Refugee Crisis Through Cinematic Narratives: The Guest**	
AYŞE KILIÇ CANDAN PROF. DR. YÜCEL CAN	**Kadına Yönelik Şiddet: Niğde Örneği**	
HULİSİ HABİB UMAÇ	**Rekreasyon Etkinliklerine Katılımın Faydaları**	
KARDELEN ÖZDEMİR	**Toplum Üzerinden Sanat Ve Din Kavramlarının İncelenmesi**	
SELİN BİNGÜL İLDEŞ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ REŞİT ERÇETİN	**İstanbul Havalimanı Katı Atık Tesisinde Biyolojik Kimyasal Ve Fiziksel Risk Etmenlerinin İncelenmesi**	
DR. CEREN ERKARA	**Türkiye'de Kadın Girişimciliğinin Güncel Durumu Üzerine Genel Bir Değerlendirme**	
DR.ÖĞR.ÜYESİ MEHMET KURUŞCU	**Evaluation of Leader-Follower Interaction in Organizations within the Scope of Social Change Theory and Reciprocity Norm**	
YL ÖĞR. SALAH LUBBAD PROF. DR. TAHİR AKGEMCİ ARŞ. GÖR., SERAP KALFAOĞLU	**Örgütsel Erdemlilik İle Çalışmaya Tutkunluk İlişkisi: Selçuk Üniversitesi Örneği**	
ARŞ. GÖR. EMİNE KABAK YÜCE	**Erteleme/Hükmün Açıklanmasının Geri Bırakılması Kurumlarının Uygulanması Bakımından Failin Gelecekteki Davranışlarının Mahkeme Tarafından Nasıl Öngörüleceği Sorunu**	
DR. FİLİZ DEĞER DR. ALİ AÇIKGÖZ	**Wassenaar Düzenlemesi Ve Türkiye Biyogüvenlik Mevzuatı: Uyum Sürecinde İstikrar İçin Öneriler**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021 HALL: 3 SESSION: 2

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	14:00 – 16:00 MODERATOR: DR. NADİRE KANTARCIOĞLU
Authors	**Topic title**
Y.L ÖĞRENCİSİ TUBA NUR DÜZ DR. ÖĞR. ÜYESİ ALİ YİĞİT KUTLUCA	**Annelerin Depresyon Kaygı Stres ve Bağlanma Düzeylerinin Çocuklarının Duygusal Ve Davranışsal Sorunlarına Etkisinin İncelenmesi**
PROF. DR. AHMET AKIN TUBA ŞAHİN	**Eşler Arası Nezaket Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması**
PROF. DR. AHMET AKIN ÖZGE SÖNMEZ ŞAHİN	**Kadınlara Yönelik Evlilikte Emniyet Hissi Ölçeği (KYEEHÖ): Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması**
PROF. DR. AHMET AKIN GÜZİDE ALVER UĞURLU	**Romantik İlişkilerde Aşırı İlgi Beklentisi Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması**
PROF. DR. AHMET AKIN VİLDAN PEHLİVAN UÇMAN	**Geniş Aile Algısı Ölçeği (GAAÖ): Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması**
ESRA YILMAZ PROF. DR. ABDULLAH KARAKAYA	**Stres Faktörleri Üzerinde Demografik Özelliklerin Rolü: Hazır Giyim Sektöründe Bir Araştırma**
DR. ÖĞR. ÜYESİ BAHAR TAYMAZ	**Kronik Ağrının Toplumsal Cinsiyet Görünümleri: Fibromiyalji Ve Kadın Bedeninin Medikalizasyonu**
LUTFULLAH POYA	**Parlamenter Muafiyetler**
DR. ÖĞR. ÜYESİ EVREN BAYRAMLI	**Geçici Sığınmacı Suriyeli Gençlerin Psiko-Sosyal Durumlarının Değerlendirilmesi**
TAHSİN GEÇKİL	**Demokrasi Örgütlere Yerleşebilir Mi?**
AYONIKA PAUL ALIANA PAUL SHUBANKAR MAHAPATRA	**Measuring Customers Attitude Towards Debit Card And Credit Card Due To Covid-19**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

20.02.2021	**HALL: 4**	**SESSION: 2**
	Meeting ID: 881 3502 1954	**Passcode: 192021**

	14:00 – 16:00	MODERATOR: PROF. DR. YAŞAR EREN
Authors	**Topic title**	
ASST. PROF. SEHER DİRİCAN	**A Research On Water Occupancy Rates Of Mursal Dam Lake (Sivas- Turkey) Between 2012 And 2019**	
PROF. DR. YAŞAR EREN AR. GÖR. BERKANT COŞKUNER DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞEYDA PARLAR	**Menekirsesi Obruğu (Karapınar- Konya, Orta Anadolu): Jeolojik Olarak İlginç Dev Bir Obruk Oluşumu**	
PROF. DR. YAŞAR EREN DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞEYDA PARLAR AR. GÖR. BERKANT COŞKUNER JEO. YÜK. MÜH. ŞÜKRÜ ARSLAN	**Siyeklik Yaylası Çevresinde (KD Karapınar, Konya) Obruk Oluşumları Ve Jeolojik Özellikleri)**	
KADİR TAHTACI DOÇ. DR. BERNA AYAT DOÇ. DR. BURAK AYDOĞAN	**Türkiye'nin Karadeniz Kıyılarında Fırtına Karakteristiklerindeki Uzun Dönemli Değişimler**	
ARŞ. GÖR. KÜBRA SÜMER HAYDARASLAN	**Binalarda Yağmur Suyu Depolama Sistemi Kullanımının Önemi**	
ARŞ. GÖR. KÜBRA SÜMER HAYDARASLAN	**Pandemi Döneminde Tıny House Kullanımın Yaygınlaşması**	
ÖĞR. GÖR. ESMANUR KIVRAK	**Piri Reis Haritasının Günümüz İle Karşılaştırılması**	
ÖĞR. GÖR. ESMANUR KIVRAK	**Piri Reis Ve Katip Çelebi Haritalarının Günümüz İle Karşılaştırılması**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021	**HALL: 1**	**SESSION: 1**
	Meeting ID: 881 3502 1954	**Passcode: 192021**

	10:00 – 12:00	MODERATOR: DOÇ. FERDİ ÇELİKAY
Authors	**Topic title**	
SHEJAUDDİN HAKİMİ TATAR	**Afganistan - Samangan Ekonomi Kurumu Çalışanlarının Kurumsal Yaratıcılık Performans Düzeylerini Ölçmeye Yönelik Bir Araştırma**	
ARŞ. GÖR. DR. EYLÜL ECE DEMİR	**Pandemi Sürecinde Ulusal Varlık Fonları**	
ARŞ. GÖR. DR. EYLÜL ECE DEMİR	**Sürdürülebilirlik Ve Ulusal Varlık Fonlarının Rolü**	
MEHMET SAYA	**Akdeniz'de Bir Girişim Denemesi: Türkiye-Libya Deniz Nakliyatı Ortak Anonim Şirketi**	
ASSIST. PROF. DR. HARIKA SUKLUN	**Employee Motivation: Human Resource Approach**	
ALMİNA DERYA BIÇAKSIZ DOÇ. FERDİ ÇELİKAY	**Türkiye'de Sosyal Harcamalar Ve İç Göç Arasındaki İlişkiler: Ampirik Bir İnceleme**	
DR. EYYUP İNCE	**Salgın Döneminde Sağlanan Nakit Desteklerin Vergi Durumu**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ, ÖMER FARUK GÜLTEKİN DOÇ. DR.,FÜSUN ÇELEBİ BOZ	**Beşeri Sermaye Endeksinin Ekolojik Ayak İzi Üzerine Etkisi: G-7 Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ KÜBRA ÖZDEMİR	**Geleneksel Türk Sporları Alanında Yapılan Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021 HALL: 2 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 12:00 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYŞE BETÜL ORUÇ
Authors	**Topic title**
ARŞ. GÖR. NAGEHAN KÜÇÜKYILDIZ	**Toktamış Han'ın Karadeniz Faaliyetleri Ve Cenevizlilerle İlişkiler Üzerine Kısa Bir Değerlendirme**
DR. ÖĞR. ÜYE. SONGÜL ULUTAŞ	**Milli İktisat Politikası Çerçevesinde Osmanlı Devleti'nde Boykot Eylemleri Üzerine Bir Değerlendirme**
AYSEL ŞAHİN	**Eyüp Sabri Paşa Ve Miratü'l Harameyn'e Göre Hicaz**
DR. ÖĞR. ÜYESİ, FEHMİNAZ ÇABUK	**19. Yüzyılda Rusya'daki Salgınların Osmanlı Devleti'ne Etkileri**
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUHAMMET AYDIN	**Mâtürîdî'nin Yorum Yönteminde Rasyonel Teoloji -Enbiyâ ve Hac Sûreleri Bağlamında**
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUHAMMET AYDIN	**Bâtınî Yorum Stratejilerine Karşı Mu'tezile'nin Kur'an Savunusu**
SENİHA CAN	**Nizamülmülk'ün Devlet-İ Ebed Müddet Ekseninde Daire-i Adliye Temelli İdeal Sultan Tasavvuru**
ARŞ. GÖR. ORHAN ORHUN	**Cumhuriyet Döneminde Toplumsal Cinsiyet Eşitliği**
DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYŞE BETÜL ORUÇ	**Kur'an Ayetleri Perspektifinden Tebliğcinin Önemi Ve Sınırları Bağlamında İslam'ı Tebliğ**
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖMER KARATAŞ	**Rus Belgelerinde Türkistan İsyanı Nedenleri (1916)**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021 HALL: 3 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 12:00 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET GÜMÜŞ
Authors	**Topic title**
MUHAMMAD SAEED MUHAMMAD ADEEL	**Synthesis and Characterization of Co-ZnO and Evaluation of its Photocatalytic Activity for Photodegradation of Methyl Orange**
MADEN MÜH. AYŞE NUR ALPEREN PROF. DR. HALUK ÇELİK DR. ÖĞR. ÜYESİ METİN BAĞCI	**Karahallı (Uşak) Bölgesi Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Ve Mineralojik-Petrografik Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**
DR. DİLEK GÜMÜŞ	**Kav Mantarı (*Fomes fomentarius L. ex Fr.*) Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Bazik Kırmızı 2 Boyasının Giderimi**
Fatih GÜMÜŞ Dilek GÜMÜŞ	**Sulu Çözeltilerden Metil Kırmızısı Boyası Biyosorpsiyonunda Trametes versicolor (L.) Pilát 'Un Kullanımı**
FATMA EKMEKYAPAR TORUN SİNAN KUL ŞAHSET İRDEMEZ	**Heavy Metal Removal From Aqueous Solutions By Different Species Of Inactivated Lichens**
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET GÜMÜŞ	**Experimental UV-VIS Spectroscopy Studies In Different Solvents Of Novel 1,5-Benzodiazepine-Coumarin Conjugates-Based Dye**
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET GÜMÜŞ PROF. DR. İRFAN KOCA	**Synthesis And Characterization Of Hybrid Structured Salicylic Acid Derivatives**
ARAŞ. GÖR. DR. ASLI GÖÇENOĞLU SARIKAYA	**Investigation Of Potential Usage Of Fungal Biomass For Dye Removal**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021 HALL: 4 SESSION: 1

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	10:00 – 13:00 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ GÜLAY OĞUZ
Authors	**Topic title**
YILDIRIM ÖZÜPK	**Ansys Maxwell 3d İle Üç Fazlı Bir Transformatörün Modellenmesi**
YILDIRIM ÖZÜPAK	**Ansys Maxwell İle Doğrusal Olmayan Endüktas Hesabının Manyetik Çözücü İle Gerçekleştirilmesi**
ÖĞRETMEN REMZİ AKTAY	**İkinci Dereceden Çok Bilinmeyenli Denklemlerin Tamsayı Çözümleri**
ÖĞRETMEN REMZİ AKTAY	**Aralarında Asal Sayıları Veren Fonksiyonlar**
DR. AZİZ BÜYÜKKARAGÖZ DR. ERDAL ÜNLÜYOL	**Γ_θ Grubu Ve Üst Yarı Düzlem Döşemesi**
DR. ÖĞR. ÜYESİ GÜLAY OĞUZ	**Rough Approximations In Topological Hypergroups**
UFUK PARALI	**A Discussion For The Analysis Approach Of The High-Dimensional Big-Data To Determine The Contribution Of The Main Orthogonal Manifolds**
ÇAĞKAN AYDOĞDU	**Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Sektörü Ve Enerji Verimliliği Çerçevesinde Sağlanan Destekler**
ANIL KÖROĞLU ASLAN İNAN	**Yüksek Güçlü Türbinleri İçeren Rüzgar Santralinin Wındpro Programı İle Tekno-Ekonomik Fizibilitesi**
İBRAHİM GÜMÜŞ DOÇ. DR. SİNAN KIVRAK	**1-100 Volt Aralığında Uygulamalı Sigorta Karakteristiği Test Sistemi**
MEHMET EMIN SAYAN HAMID ASADI DERESHGI	**Proposal of a Novel PZT Actuator for MEMS Based Diaphragm Micropumps**

HUSEYIN DAL	
HUSEYIN DAL MEHMET EMIN SAYAN HAMID ASADI DERESHGI	**Displacement Analysis Of Elastic Supported Circular Piezoelectric Actuator**
ZEYNAL ABİDİN ÇİLENTİ	**Çağrı Merkezi Çalışanlarının Çalışma Şartlarının İSG Açısından İncelenmesi**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021	**HALL: 1**	**SESSION: 2**
Meeting ID: 881 3502 1954	**Passcode: 192021**	

	14:00 – 16:00 MODERATOR: PROF. DR. A. BERİL TUĞRUL
Authors	**Topic title**
MARYAM MOHAMED DR. ÖĞR. ÜYESİ SEMİH CEYHAN	**The Effect Of Airport Atmospheric On Satisfaction And Behavioral Intentions, The Case Study Abeid Amani Karume International Airport In Zanzibar**
SAYADA MUBASHİRU DR. ÖĞR. ÜYESİ SEMİH CEYHAN	**The impact of socio-cognitive factors and psychological attributes on undergraduates' entreprenuerial intention and intensity in Ghana**
DR. ÖĞR. ÜYESİ SİBEL BİLKAY	**Pozitivist Yönetim Anlayışının Havacılık Sektörüne Yansımaları**
PROF. DR. A. BERİL TUĞRUL	**Enerji Geçiş Bölgesi Olarak Karadeniz**
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA KEMAL YILMAZ	**Radikal Terörizm Ve Sivil Havacılık Güvenliği İlişkisi: 28 Haziran 2016 Atatürk Havalimanı Terör Eylemi Özelinde Stratejik Bir Değerlendirme**
YÜKSEK MADEN MÜH. KAAN KOÇALİ DR. ÖĞR. ÜYESİ REŞİT ERÇETİN	**Rödovanslı Maden Sahalarında İş Sağlığı Ve Güvenliği Sorumlulukları**
S.SEVİL ULUDAĞ UYANIKER NİLGÜN VURGUN CANAN ALDIRMAZ	**Çocuk İmgeleme Ölçeği: Türkçe Geçerlik Güvenirlik Çalışması**
DR. MURAT TURAN BÜLENT TATLISU	**Bayburt Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinin Sportif Uygulamalarda Müziğin Etkisi Algılarının İncelenmesi**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021 HALL: 2 SESSION: 2

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	14:00 – 16:00 MODERATOR: **PROF. DR. İSMAİL ÇİFTCİOĞLU**
Authors	**Topic title**
DR. TUĞBA BARAN KAYA	**Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Ölçme Ve Değerlendirme Bilgilerinin İncelenmesi**
MEMET ABUKAN	**Gürcistan'da Ana Dili Konuşuru Olmayan Öğreticilerin Görüşlerine Göre Türkçenin Yabancı Dil Olarak Öğretimi**
NİSA BAŞARA BAYDİLEK	**Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Örtük Programa Yönelik Görüşleri**
TAMER ÇAVUŞ DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZÜM EĞİLMEZ	**Türkiye'de Motivasyon Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi**
OSMAN KÂMİL ÇORBACI PROF. DR. ALİ RAFET ÖZKAN	**Eğitici Drama Ve Dijital Çocuk Yayıncılığı**
OSMAN KÂMİL ÇORBACI SEVİM İLERİ	**Drama Ve İsmail Hakkı Baltacıoğlu**
PROF. DR. İSMAİL ÇİFTCİOĞLU	**Çelebi Unvanının Anadolu'da Kullanımına Dair (XIII-XIV. Yüzyıllar)**
DOKTORANTI BİLAL ERDOĞAN PROF.DR. RUFAT LATİF OĞLU HUSEYNZADE	**Abu Nasr Farabi El Turki: Musiki Alanındaki Yeri**
ARŞ. GÖR., AYKUT KARAKUŞ ARŞ. GÖR., KİNEM TOKDEMİR YÜKSEK LİSANS DAMLA ELCAN	**Kritik Yeniden Saflaşma Olgusu Çerçevesinde 3 Kasım 2002 Genel Seçimleri: Cumhuriyet Halk Partisi'nin Oylarını Artırması Üzerine Bir Değerlendirme**

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021	**HALL: 3**	**SESSION: 2**
Meeting ID: 881 3502 1954		**Passcode: 192021**

	14:00 – 16:00	MODERATOR: **DR. ÖĞR. ÜYESİ SELAMİ ERCAN**
Authors	**Topic title**	
ASST. PROF. ÖZGÜR ÇELEBİ	**Mycobacterium Tuberculosis and Drug Resistance**	
DR MUHAMMET CİHAT ÇELİK	**Nativ Koroner Total Lezyona Greft Damardan Eş Zamanlı Görüntüleme Yapılarak Perkütan Koroner Girişim Yapılması**	
YASEMİN CANLI MURAT EKİCİ	**Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumundaki Apiaceae Familyasına Ait Örneklerin Değerlendirilmesi**	
DOÇ.DR.ADEM KÜÇÜK	**Allergic Reaction in A Patient Diagnosed With Sjogren And Initiated Hydroxychloroquine For Treatment**	
DR. ÖĞR. ÜYESİ SELAMİ ERCAN	**Farklı Yapıdaki Ligandların COVID-19 M pro Yapısına Yerleştirilmesi: Bir Moleküler Yerleştirme Çalışması**	
DR. ÖĞR. ÜYES AHMET ATLAS	**Komadaki Hastada Amantadin Sülfat Kullanımı : Olgu Sunumu**	

BLACK SEA SUMMIT
5th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE CONGRESS
5th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCE CONGRESS
FEBRUARY 19-21, 2021
TURKEY- RIZE

21.02.2021 HALL: 4 SESSION: 2

Meeting ID: 881 3502 1954 Passcode: 192021

	14:00 – 16:00 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ YASİN UÇARLI
Authors	**Topic title**
DOKTORA ÖĞR. HASAN ZİYA İÇÖZ PROF. DR. AŞKIN YAŞAR	**Veteriner Hekimliğinde Atık Yönetimi Ve Mevzuatı**
DR. ÖĞR. ÜYESİ YASİN UÇARLI	**Yaban Keçisi (*Capra aegagrus*) Yakalama Çalışmalarında Kafes Sisteminin Kullanımı**
DR. ÖĞR. ÜYESİ YASİN UÇARLI	**Artvin Yöresinde Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi (*Rupicapra rupicapra*) Av Kotasının Belirlenmesi**
DR. ÖĞRETIM ÜYESİ ÜZEYIR ÇAĞLAR DOÇ. DR. TURGAY ÜSTÜNER	**Boyacı Sumağı (*Cotinus coggygria*) Ve Derici Sumağı (*Rhus coriaria*) Bitkilerinde Tespit Edilen Capnodıs Türleri**
ASSIST. PROF. DR. BAHAR GÜMÜŞ	**Determination Of Length-Weight, Area-Weight, And Color Of Cultured Meagre (Argyrosomus regius Asso, 1801) By Image Analysis**
ASSIST. PROF. DR. FAZİLET PARLAKOVA KARAGÖZ	**Effects Of Different Levels Of Raw Leonardite On The Vegetative Growth Responses Of Marigold (*Tagetes patula* L.) And Using In Cultivation**
DR. OZKAN KAYA	**Antioxidant and Total Phenolic Contents of Some Native Grape Cultivars Grown in Adıyaman Province**
GÖKHAN ARSLAN MEHTAP BAYIR	**Balık Tüketimini Etkileyen Faktörler**

İÇİNDEKİLER

KONGRE KÜNYESİ	
BİLİM VE DANIŞMA KURULU	
KONGRE PROGRAMI	
İÇİNDEKİLER	
SÖZLÜ SUNULMUŞ BİLDİRİ ÖZET METİNLERİ	
Recep Demirci & Can Sevinç *KRONİK BÖBREK HASTALIĞINDA D VİTAMİNİ SEVİYELERİ İLE TİROİD HORMON SEVİYELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ*	1
Seher DİRİCAN *A RESEARCH ON WATER OCCUPANCY RATES OF MURSAL DAM LAKE (SİVAS-TURKEY) BETWEEN 2012 AND 2019*	9
Ayşe Nur ALPEREN & Haluk ÇELİK & Metin BAĞCI *KARAHALLI (UŞAK) BÖLGESİ MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK VE MİNERALOJİK-PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ*	14
Dilek GÜMÜŞ *KAV MANTARI (Fomes fomentarius* L. ex Fr.) *KULLANILARAK SULU ÇÖZELTİLERDEN BAZİK KIRMIZI 2 BOYASININ GİDERİMİ*	27
Fatih GÜMÜŞ & Dilek GÜMÜŞ *SULU ÇÖZELTİLERDEN METİL KIRMIZISI BOYASI BİYOSORPSİYONUNDA Trametes versicolor (L.) Pilát 'un KULLANIMI*	36
Fatma Ekmekyapar Torun &Sinan Kul & Şahset İrdemez *İNAKTİVE EDİLMİŞ FARKLI LİKEN TÜRLERİYLE SULU ÇÖZELTİLERDEN AĞIR METAL GİDERİMİ*	43
Yıldırım ÖZÜPAK *ANSYS MAXWELL İLE DOĞRUSAL OLMAYAN ENDÜKTAS HESABININ MANYETİK ÇÖZÜCÜ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ*	52
Yıldırım ÖZÜPAK *ANSYS MAXWELL 3D İLE ÜÇ FAZLI BİR TRANSFORMATÖRÜN MODELLENMESİ*	62
Remzi AKTAY *İKİNCİ DERECEDEN ÇOK BİLİNMEYENLİ DENKLEMLERİN TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ*	72
Aziz BÜYÜKKARAGÖZ & Erdal ÜNLÜYOL Γ_θ *GRUBU VE ÜST YARI DÜZLEM DÖŞEMESİ*	80
Gulay OGUZ *ROUGH APPROXIMATIONS IN TOPOLOGICAL HYPERGROUPS*	98
Anıl KÖROĞLU & Aslan İNAN *YÜKSEK GÜÇLÜ TÜRBİNLERİ İÇEREN RÜZGAR SANTRALİNİN WINDPRO PROGRAMI İLE TEKNO-EKONOMİK FİZİBİLİTESİ*	104
Mehmet Emin SAYAN & Hamid ASADI DERESHGI & Huseyin DAL *PROPOSAL OF A NOVEL PIEZOELECTRIC ACTUATOR FOR MEMS BASED DIAPHRAGM MICROPUMPS*	114
Adem KÜÇÜK *SJÖGREN TANISI ALMIŞ VE TEDAVİ AMACIYLA HİDROKSİKLOKİN BAŞLANMIŞ HASTADA OLAN ALERJİK REAKSİYON OLGU SUNUMU*	124
Ahmet Atlas *KOMADAKİ HASTADA AMANTADİN SÜLFAT KULLANIMI: OLGU SUNUMU*	129
Hasan Ziya İÇÖZ & Aşkın YAŞAR *VETERİNER HEKİMLİĞİNDE ATIK YÖNETİMİ VE MEVZUATI*	134
Yasin UÇARLI *ARTVİN YÖRESİNDE ÇENGEL BOYNUZLU DAĞ KEÇİSİ (Rupicapra rupicapra) AV KOTASININ BELİRLENMESİ*	147

Yasin UÇARLI *YABAN KEÇİSİ (Capra aegagrus) YAKALAMA ÇALIŞMALARINDA KAFES SİSTEMİNİN KULLANIMI*	156
Üzeyir ÇAĞLAR & Turgay ÜSTÜNER *BOYACI SUMAĞI (Cotinus coggygria) ve DERİCİ SUMAĞI (Rhus coriaria) BİTKİLERİNDE TESPİT EDİLEN CAPNODIS TÜRLERİ*	164
Bahar GÜMÜŞ *YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN GRANYÖZ (ARGYROSOMUS REGİUS, ASSO 1801) BALIĞININ BOY-AĞIRLIK, ALAN-AĞIRLIK VE RENGİNİN BİLGİSAYARLI RESİM ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ*	170
Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ *EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF RAW LEONARDITE ON THE VEGETATIVE GROWTH RESPONSES OF MARIGOLD (Tagetes patula L.) AND USING IN CULTIVATION*	176
Ozkan KAYA *ANTIOXIDANT AND TOTAL PHENOLIC CONTENTS OF SOME NATIVE GRAPE CULTIVARS GROWN IN ADIYAMAN PROVINCE*	187
Gökhan ARSLAN & Mehtap BAYIR *BALIK TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER*	195
Meltem ASLAN & Fatma AY *2000-2020 YILLARI ARASINDA YAPILAN TEZLERDE TOPUK KANI ALINMASIYLA OLUŞAN AĞRI DÜZEYİNE FARMAKOLOJİK OLMAYAN YÖNTEMLERİN ETKİSİ: SİSTEMATİK TARAMA SONUÇLARI*	203
Remzi AKTAY *ARALARINDA ASAL SAYILARI VEREN FONKSİYONLAR*	209

KARADENİZ KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

KRONİK BÖBREK HASTALIĞINDA D VİTAMİNİ SEVİYELERİ İLE TİROİD HORMON SEVİYELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

[1]Dr. Recep Demirci, [2] Dr. Can Sevinç

[1] Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Nefroloji Kliniği İstanbul

0000-0001-5609-9634

[2] Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları A.B.D. Nefroloji B.D. Erzurum

0000-0002-4069-9181

ÖZET

Kronik Böbrek Hastalığında (KBH), kalsiyum, fosfor ve D vitamini metabolizması bozulmuştur ve azalan 1 alfa hidroksilaz enzim aktivitesi nedeniyle D vitamini aktif formuna dönüştürülemez. D vitamini eksikliği KBH'ında yüksek prevelansa sahiptir ve hastalık ilerledikçe eksiklik daha da artmaktadır. KBH olan hastalarda tiroid hormon metabolizmasındaki değişikliklere sekonder olarak tiroid hormonlarının serum seviyelerinde değişiklikler meydana gelebilir. Düşük D vitamini seviyeleri, Hashimoto tiroiditi ve Graves hastalığı gibi otoimmün tiroid hastalıkları ile ilişkilendirilmiştir. Bozulmuş D vitamini sinyalinin tiroid tümör oluşumunu teşvik ettiği bildirilmiştir. Çalışmamızda prediyaliz KBH olan hastalarda D vitamini ile tiroid hormonları arasındaki ilişkiyi araştırdık. İstanbul SBÜ Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nefroloji Polikliniğine başvuran hastaların dosyaları incelenerek retrospektif olarak incelendi. Çalışmaya 18 yaşın üzerinde, KBH tanısı olan hastalar dahil edilmiştir. Çalışmaya 40'ı kadın (%46,5), 46'sı erkek (%53.5) 86 hasta ile 13'ü kadın %59.1), 9'ü erkek (%40.1) toplam 22 sağlıklı gönüllü alındı. Kontrol grubunun yaş ortalaması 34.9±9.7, hasta grubunun yaş ortalaması 47.2±9.2 olarak tespit edildi ($p<0.001$). FT3 seviyeleri Evre 4 ve Evre 5 hasta grubunda, kontrol gurubuna göre anlamlı düşük tespit edildi. FT3 düzeyleri ile GFR ve 25 OH D vitamini seviyeleri arasında pozitif korelasyon saptanırken, PTH seviyeleri ile negatif korelasyon saptandı. D vitamini düşük olan grupta FT3 seviyeleri anlamlı düşük bulunurken, FT4 ve TSH açısından anlamlı fark tespit edilmedi. Çalışmamız göstermiştir ki KBH'nda GFR'nin yanı sıra D vitamini de FT3 seviyelerini etkilemektedir. D vitamini replasmanının diğer tüm metabolik olumlu etkileri yanı sıra tiroid hormon metabolizmasına da olumlu etkileri olabileceğini düşündürmektedir. Bu konu ile ilgili yapılacak kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler : Kronik Böbrek Hastalığı, D Vitamini, Tiroid Hormon Metabolizması

GİRİŞ:

D vitamini ciltte üretilen steroid yapılı bir vitamin olup birçok metabolik olayda ve bazı genlerin ekspreyonunda önemli rol oynamaktadır (1). D vitamininin ana rolü, kemik metabolizmasını ve kalsiyum ve fosfor homeostazını kontrol etmektir. D vitamini

eksikliğinin, romatoid artrit (RA), sistemik lupus eritematozus (SLE), inflamatuar bağırsak hastalığı (IBH), multipl skleroz (MS) ve tip 1 diyabet dahil olmak üzere otoimmün hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir ve vitamin D takviyesinin, bu hastalıkların başlamasını ve/veya gelişmesini engeller (2). Ayrıca otoimmün bir tiroid hastalığı olan Hashimoto tiroiditi olan hastaların D vitamini düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (3). Hem D vitamini hem de tiroid hormonu, steroid hormon reseptörleri adı verilen benzer reseptörlere bağlanır. D vitamini reseptöründeki farklı bir genin, insanları Graves hastalığı ve Hashimoto tiroiditi dahil otoimmün tiroid hastalığına yatkın hale getirdiği gösterilmiştir. Bu nedenlerden dolayı tiroid problemi olan hastaların D vitamini sisteminin nasıl çalıştığını anlamaları önemlidir. D vitamini, D vitamini reseptörüne (VDR) bağlanarak VDR'ye duyarlı genlerin aktivasyonuna aracılık eder. VDR gen polimorfizminin otoimmün tiroid hastalıkları ile ilişkili olduğu bulunmuştur (4).

Bilindiği gibi Kronik Böbrek Hastalığında (KBH), kalsiyum, fosfor ve D vitamini metabolizması bozulmuştur ve azalan 1 alfa hidroksilaz enzim aktivitesi nedeniyle D vitamini aktif formuna dönüştürülemez. D vitamini eksikliği KBH'ında yüksek prevelansa sahiptir ve hastalık ilerledikçe eksiklik daha da artmaktadır. Yapılan bir çalışmada prediyaliz KBH olan hastalrda D vitamini eksikliğinin %80'den fazla olduğunu göstermişlerdir (5). KBH'nın erken evrelerinden itibaren oluşan hiperfosfatemi ve hipokalsemiyi düzeltmek için parathormon (PTH) ve fibroblast growth faktör 23 (FGF-23) seviyelerinde bir artış meydana gelmektedir. FGF-23 renal fosfor geri emilimini inhibe eder ve böbrek 1 alfa hidroksilaz enzimini inhibe ederek ve 24 alfa hidroksilaz enzimini uyararak serum kalsitriol düzeylerini düşürür yani D vitamini katabolizmasından sorumludur. FGF-23 diyaliz öncesi KBH'nda fosfor dengesine katkıda bulunur, ancak D vitamini eksikliğini artırır (6–9). Böbrek tiroid hormon metabolizmasında önemli rol oynar. KBH olan hastalarda tiroid hormon metabolizmasındaki değişikliklere sekonder olarak tiroid hormonlarının serum seviyelerinde değişiklikler meydana gelebilir. KBH'ında proteine bağlı iyodinin ve tiroksin bağlayan globülinin plazma düzeyleri normal olmasına karşın, inorganik iyodin düzeyi artar. Total T3, T4 ve serbest T3 azalmış olmakla birlikte, serbest T4 normal sınırlardadır. Serum trioid stimulan (TSH) düzeyi normaldir, fakat tirotropin salgılatan hormona (TRH) TSH yanıtı azalmıştır. Yapılan bir çalışmada GFH'daki her 10 ml/dk/1.73 m^2'lik azalmada hipotiroidi riskinin %18 arttığını bildirmişlerdir (10). Tüm bu bilgiler ışığında çalışmamızda prediyaliz KBH olan hastalarda D vitamini ile tiroid hormonları arasındaki ilişkiyi araştırdık.

MATERYAL ve METOD:

İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nefroloji Polikliniğine başvuran hastaların dosyaları incelenerek retrospektif olarak incelendi. Çalışmaya 18 yaşın üzerinde, KBH tanısı olan hastalar dahil edilmiştir. Aktif enfeksiyonu, malignitesi, obezitesi olan, tiroid hormon replasmanı alan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Kontrol grubu olarak; bilinen herhangi bir hastalığı olmayıp, düzenli ilaç kullanımı olmayan sigara ve alkol kullanımı olmayan sağlıklı gönüllüler alınmıştır. Hastaların yaş, cinsiyet, kronik hastalıkları, kullandığı ilaçlar gibi demografik verileri hastaların takip dosyalarından tarandı.

Biyokimyasal Analizler:

Hastaların rutin poliklinik kontrolleri sırasında alınmış olan tam kan sayımı (hemogram), kan üre azotu (BUN, mg/dl), kreatinin (mg/dl), sodyum (Na, mmol/l), potasyum (K, mmol/l),

kalsiyum (Ca, mg/dl), fosfor (P, mg/dl), magnezyum (Mg, mg/dl), ürik asit (mg/dl), albümin (g/dl), total protein (gr/dl), total kolestrol (mg/dl), trigliserid (TG, mg/dl), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL, mg/dl), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL, mg/dl), c-reaktif protein (CRP, mg/l), ferritin (ng/ml), serbest triiodotironin (FT3, pg/ml), serbest tiroksin (FT4, ng/dl) ve tiroid stimülan hormon (TSH, µIU/ml), 25 OH D vitamini (ng/ml) ve paratiroid hormon (PTH, pg/ml) değerleri kayıt edildi. Glormerüler filtrasyon hızı (GFH), MDRD formülü kullanılarak hesaplandı. (MDRD formülü = 170 x (serum Cr)-0.999 x (yaş)-0.176 x (0.762 hasta kadınsa) x (1.180 hasta siyah ırktansa) x (serum BUN)-0.170 x [(Albumin) + 0.318]).

İstatistiksel Analiz:

Veriler IBM SPSS Statistics 22 programında değerlendirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) incelendi. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalama ve standart sapmalar kullanılarak verildi. Veri analizi yapılırken, iki grup karşılaştırması için bağımsız gruplar t testi (Student's t-test), şartlar sağlamadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Üç ve daha fazla grup karşılaştırması için tek yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD testi ile; şartlar sağlanmadığında ise Kruskal Wallis ve çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni-Dunn testi kullanılmıştır. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR:

Çalışmaya 40'ı kadın (%46,5), 46'sı erkek (%53.5) 86 hasta ile 13'ü kadın %59.1), 9'ü erkek (%40.1) toplam 22 sağlıklı gönüllü alındı. Kontrol grubunun yaş ortalaması 34.9±9.7, hasta grubunun yaş ortalaması 47.2±9.2 olarak tespit edildi (p<0.001). Hasta ve kontrol grubunun laboratuvar verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Hasta ve kontrol grubunun karşılaştırılması

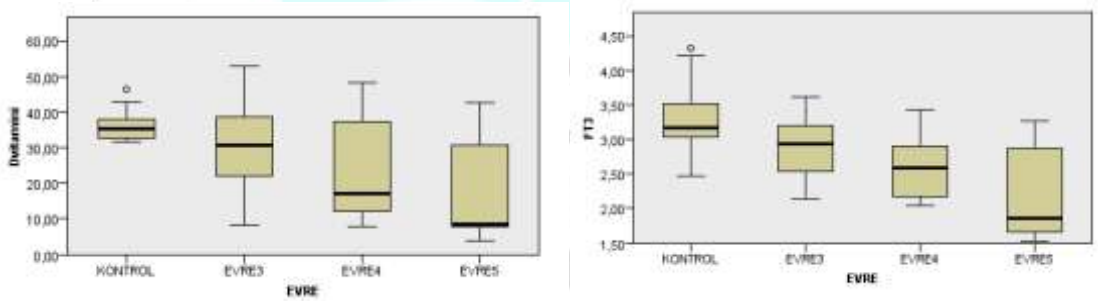
Parametreler	Hasta Grubu (n=86)	Kontrol Grubu (n=22)	P değeri
Yaş (yıl)	47.2±9.2	34.9±9.7	<0.001
Cinsiyet (n, %)			
Kadın	40 (%46.5)	13 (%59.1)	
Erkek	46 (%53.5)	9 (%40.1)	
GFR (ml/dk)	26.2±13.4	111.6±11.4	**<0.001**
BUN (mg/dL)	41.2±17.9	10.9±2.1	**<0.001**
Kreatinin (mg/dL)	3.2±1.9	0.8±0.2	**<0.001**
Sodyum (mmol/L)	138.8±2.2	139.6±1.4	0.138
Potasyum (mmol/L)	4.7±0.5	4.4±0.3	**0.039**
Kalsiyum (mg/dL)	9.1±0.7	9.5±0.4	**0.020**
Fosfor (mg/dL)	3.96±1.4	3.47±0.6	0.224
CaxP	35.5±11.1	32.9±5.8	0.458
Magnezyum (mg/dL)	1.98±0.3	2.01±0.1	0.255
Ürik Asit (mg/dL)	6.7±1.3	4.6±1.2	**<0.001**
Hemoglobin (gr/dL)	11.7±2.1	14.4±1.7	**<0.001**
Albumin (gr/dL)	4.1±0.4	4.6±0.3	**<0.001**
Total Protein (gr/dL)	6.9±0.3	6.9±0.6	0.933
MPV (fL)	10.6±1	10.5±1.2	0.846

CRP (mg/L)	3.94±3.9	1.27±1.37	**<0.001**
PTH (pg/ml)	152.7±152.8	46.9±14.7	**<0.001**
25-OH D Vitamini (ng/ml)	24.6±14	36.2±4	**0.001**
FT3 (pg/ml)	2.62±0.6	3.27±0.5	**<0.001**
FT4 (ng/dl)	1.2±0.2	1.3±0.2	0.382
TSH (µIU/ml)	2.39±1.7	2.09±1.5	0.375
Total Kolestrol (mg/dL)	184.5±42.9	180.9±27.1	0.724
Trigliserid (mg/dL)	189.7±139.6	103.7±39.5	**<0.001**
HDL (mg/dL)	41.9±12.9	48.8±10.6	**0.023**
LDL (mg/dL)	106.9±34.1	112.3±26.7	0.546

Kontrol grubunun yaş ortalaması Evre 3, 4 ve 5'ten anlamlı olarak düşük bulundu. Evreler arasında anlamlı fark tespit edilmedi. FT3 seviyeleri Evre 4 ve Evre 5 hasta grubunda, kontrol gurubuna göre anlamlı düşük tespit edildi. FT4 ve TSH seviyeleri arasında anlamlı fark tespit edilmedi. 25-OH D vitamini seviyelerinin Evre 3 ve Evre 5 hasta grubunda kontrol grubuna göre daha düşük olduğu tespit edildi (Tablo 2 ve Şekil 1).

Tablo 2: Kontrol grubu ve evrelere göre hastaların karşılaştırılması

	Kontrol	**Evre-3**	**Evre-4**	**Evre-5**	**P**
Yaş (yıl)	34.9±9.7	46.9±9.9	47.4±9.7	47.1±10.3	**0.001**
GFR (ml/dk)	111.6±11.4	40.2±6.9	20.8±4.4	8.6±4	**<0.001**
25-OH D (ng/ml)	36.2±4	29.4±12.4	23.8±13.9	16.3±14.6	**0.003**
PTH (pg/ml)	46.9±14.7	63.1±47	168.4±111.2	307.6 ±239.8	**<0.001**
FT3 (pg/ml)	3.27±0.5	2.89±0.4	2.59±0.4	2.14±0.7	**<0.001**
FT4 (ng/dl)	1.3±0.2	1.25±0.2	1.23±0.3	1.14±0.2	0.281
TSH (µIU/ml)	2.09±1.5	2.25±1.1	2.07±1.4	3.41±2.8	0.614

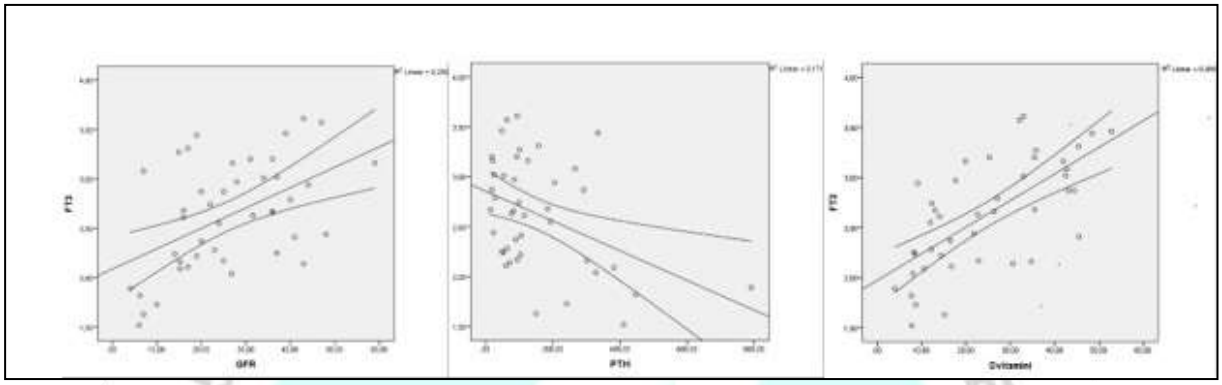


Şekil 1: FT3 ve D vitamini değerlerinin karşılaştırılması

Hastalarda tiroid hormon seviyeleri ile GFR, PTH ve 25 OH D vitamini arasındaki ilişki incelendi. FT4 ve TSH seviyeleri ile GFR, PTH ve 25 OH D vitamini seviyeleri arasında ilişki saptanmadı. Ancak FT3 düzeyleri ile GFR ve 25 OH D vitamini seviyeleri arasında pozitif korelasyon saptanırken, PTH seviyeleri ile negatif korelasyon saptandı (Tablo 3 ve Şekil 2).

Tablo 3: Tiroid hormon seviyeleri ile GFR, PTH ve 25 OH D vitamini arasındaki ilişki

	GFR (ml/dk)	PTH (pg/ml)	25-OH D (ng/ml)
FT3 (pg/ml)	**r: 0.500** **p: 0.001**	**r: -0.413** **p: 0.006**	**r: 0.675** **p: <0.001**
FT4 (ng/dl)	**r:** 0.231 **p:** 0.136	**r:** -0.249 **p:** 0.107	**r:** 0.255 **p:** 0.100
TSH (µIU/ml)	**r:** -0.075 **p:** 0.631	**r:** -0.053 **p:** 0.734	**r:** -0.171 **p:** 0.273



Şekil 2: FT3 ile GFR, PTH ve D Vitamini arasındaki korelasyon grafikleri

Hastalar daha sonra D vitamini seviyesi normal ve düşük olanlar olmak üzere iki gruba ayrıldı. D vitamini seviyesi düşük olan hastalar ile normal olan hastaların kıyaslanmasında; GFR ve PTH açısından anlamlı fark saptanmadı. Tiroid hormonları açısından ise; D vitamini düşük olan grupta FT3 seviyeleri anlamlı düşük bulunurken, FT4 ve TSH açısından anlamlı fark tespit edilmedi (Tablo 4).

Tablo 4: Hastaların D vitamini düzeylerine göre karşılaştırılması

Parametreler	D vitamini ≥ 30 (ng/ml) (n=34)	D vitamini ≤ 30 (ng/ml) (n=52)	p
GFR (ml/dk)	30.2±14.5	23.6±12.1	0.172
PTH (pg/ml)	126.9±109.3	169.5±175.6	0.419
25-OH D Vitamini (ng/ml)	39.8±6.5	14.7±6.5	**<0.001**
FT3 (pg/ml)	3.02±0.5	2.37±0.5	**<0.001**
FT4 (ng/dl)	1.27±0.2	1.19±0.3	0.082
TSH (µIU/ml)	2.21±1.4	2.51±1.9	0.728

TARTIŞMA:

KBH'nda D vitamini eksikliği çok sıktır, diyaliz öncesi hastaların % 80'inden fazlasında karşımıza çıkmaktadır. D vitamini yetersizliği, hastalığın erken bir aşamasında ortaya çıkar ve ilerleyici böbrek fonksiyon kaybı ile birlikte daha da kötüleşir (5). Ancak düşük D vitamini seviyelerinin bu popülasyonda artmış morbidite ve mortalite ile birlikte

olduğu bilinmektedir (11–13). D vitamini eksikliğinin artmış mortalite riski, sekonder hiperparatiroidizm, artmış kardiyovasküler risk, hipertansiyon, diyabet, neoplazik ve otoimmün hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir (11). Çalışmamızda da KBH grubunda GFR azalıp hastalığın evresi arttıkça 25 OH D vitamini seviyelerinin azaldığı tespit edilmiştir. KBH'ında karşımıza çıkan D vitamini eksikliğinin mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır.

Kronik böbrek hastalığı olan hastalarda tiroid hormon metabolizmasındaki değişikliklere sekonder olarak tiroid hormonlarının serum seviyelerinde değişiklikler meydana gelebilir. KBY'de proteine bağlı iyodinin ve tiroksin bağlayan globülinin plazma düzeyleri normal olmasına karşın, inorganik iyodin düzeyi artar. Total T3,T4 ve serbest T3 azalmış olmakla birlikte, serbest T4 normal sınırlardadır. Serum TSH düzeyi normaldir, fakat TRH'a (thyrotropin releasing hormon, tirotropin salgılatan hormon) TSH yanıtı azalmıştır. Rhee ve arkadaşları yaptıkları çalışmada GFH'daki her 10 ml/dk/1.73 m^2'lik azalmada hipotiroidi riskinin %18 arttığını bildirmişlerdir (10). Kaptein ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise, 287 ötiroid SDBY'li hastanın %76'sında total T3 100 ng/dl'nin altında, %66'sının serbest T3 index değerlerinin 100'ün altında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki, SDBY olan hastaların büyük bir kısmında TSH'a bakılmaksızın düşük T3 seviyeleri bulunmaktadır (14) . Birkaç çalışmada, akut hastalıkta tiroid anormalliklerinin saatler içinde ortaya çıktığı ve bu anormalliklerin hastalığın survisi ve şiddeti ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle hemodiyaliz hastalarında, düşük serbest T3 seviyelerinin bağımsız bir mortalite prediktörü olduğu ve yüksek serbest T3 seviyesine sahip SDBY'li hastaların mortalite açısından düşük serbest T3 seviyelerine sahip hastalara oranla daha düşük riske sahip olduğu düşünülmektedir (15–17). Çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak KBH evresi ilerledikçe TSH ve FT4 seviyelerinde anlamlı fark saptanmazken FT3 seviyelerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Düşük D vitamini seviyeleri, Hashimoto tiroiditi (HT) ve Graves hastalığı (GD) gibi otoimmün tiroid hastalıkları ile ilişkilendirilmiştir. Bozulmuş D vitamini sinyalinin tiroid tümör oluşumunu teşvik ettiği bildirilmiştir (18–20).

KBH'nda D vitamini seviyeleri ile trioid hormonları arasındaki ilişkiyi belirtilen çalışmalar çok sınırlıdır. Çalışmamızda FT3 seviyeleri ile GFR ve D vitamini seviyeleri arasında ilişki bulunmuştur. GFR azaldıkça FT3 ve D vitamini seviyelerinin azaldığı bilinmektedir. Çalışmamızda da hastalık evresi arttıkça hem FT3 seviyelerinin hem D vitamini sevilerinin azaldığını tespit ettik. Tüm bulgular literatürü desteklemektedir. Çalışmamızın ilginç tarafı D vitamini düşük olan hastalar ile olmayan hastalar kıyaslandığında GFR değerleri arasında fark bulunmadı ancak D vitamini seviyeleri arasında anlamlı fark tespit edildi. D vitamini düşük olan hastalarda FT3 seviyeleri anlamlı olarak düşük tespit edildi.

Sonuç olarak; çalışmamız göstermiştir ki KBH'nda GFR'nin yanı sıra D vitamini de FT3 seviyelerini etkilemektedir. D vitamini replasmanının diğer tüm metabolik olumlu etkileri yanı sıra tiroid hormon metabolizmasına da olumlu etkileri olabileceğini düşündürmektedir. Bu konu ile ilgili yapılacak kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar:

1. Makariou S, Liberopoulos EN, Elisaf M, Challa A. Novel roles of vitamin D in disease: What is new in 2011? European Journal of Internal Medicine. 2011.
2. Baeke F, Takiishi T, Korf H, Gysemans C, Mathieu C. Vitamin D: Modulator of the immune system. Current Opinion in Pharmacology. 2010.
3. Tamer G, Arik S, Tamer I, Coksert D. Relative vitamin D insufficiency in Hashimoto's thyroiditis. Thyroid. 2011;
4. Friedman TC, Norris KC. The role of vitamin D in mild to moderate chronic kidney disease. Trends in Endocrinology and Metabolism. 2002.
5. Caravaca-Fontán F, Gonzales-Candia B, Luna E, Caravaca F. Relative importance of the determinants of serum levels of 25-hydroxy vitamin D in patients with chronic kidney disease. Nefrologia. 2016;
6. Dusso A, González EA, Martin KJ. Vitamin D in chronic kidney disease. Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism. 2011.
7. Dusso AS, Brown AJ, Slatopolsky E. Vitamin D. American Journal of Physiology - Renal Physiology. 2005.
8. Nigwekar SU, Tamez H, Thadhani RI. Vitamin D and chronic kidney disease–mineral bone disease (CKD–MBD). Bonekey Rep. 2014;
9. Perwad F, Azam N, Zhang MYH, Yamashita T, Tenenhouse HS, Portale AA. Dietary and serum phosphorus regulate fibroblast growth factor 23 expression and 1,25-dihydroxyvitamin D metabolism in mice. Endocrinology. 2005;
10. Rhee CM, Kalantar-Zadeh K, Streja E, Carrero JJ, Ma JZ, Lu JL, et al. The relationship between thyroid function and estimated glomerular filtration rate in patients with chronic kidney disease. Nephrol Dial Transplant. 2015;
11. Cardoso MP, Pereira LAL. Native vitamin D in pre-dialysis chronic kidney disease. Nefrología. 2019;
12. Ravani P, Malberti F, Tripepi G, Pecchini P, Cutrupi S, Pizzini P, et al. Vitamin D levels and patient outcome in chronic kidney disease. Kidney Int. 2009;
13. Navaneethan SD, Schold JD, Arrigain S, Jolly SE, Jain A, Schreiber MJ, et al. Low 25-hydroxyvitamin D levels and mortality in nondialysis-dependent CKD. Am J Kidney Dis. 2011;
14. Kaptein EM, Quion-Verde H, Chooljian CJ, Tang WW, Friedman PE, Rodriquez HJ, et al. The thyroid in end-stage renal disease. Med (United States). 1988;
15. Iglesias P, Díez JJ. Thyroid dysfunction and kidney disease. European Journal of Endocrinology. 2009.
16. Zoccali C, Mallamaci F, Tripepi G, Cutrupi S, Pizzini P. Low triiodothyronine and survival in end-stage renal disease. Kidney Int. 2006;
17. Song SH, Kwak IS, Lee DW, Kang YH, Seong EY, Park JS. The prevalence of low triiodothyronine according to the stage of chronic kidney disease in subjects with a normal thyroid-stimulating hormone. Nephrol Dial Transplant. 2009;

18. Muscogiuri G, Tirabassi G, Bizzaro G, Orio F, Paschou SA, Vryonidou A, et al. Vitamin D and thyroid disease: To D or not to D? European Journal of Clinical Nutrition. 2015.

19. Kmieć P, Sworczak K. Vitamin D in Thyroid Disorders. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 2015;

20. Vondra K, Stárka L, Hampl R. Vitamin D and thyroid diseases. Physiological Research. 2015.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

A RESEARCH ON WATER OCCUPANCY RATES OF MURSAL DAM LAKE (SİVAS-TURKEY) BETWEEN 2012 AND 2019

Asst. Prof. Seher DİRİCAN
Sivas Cumhuriyet University
ORCID ID: 0000-0001-9130-5114

ABSTRACT
Water and climate are two directly interacting phenomena. Water is at the top of the list of natural resources needed for our existence. Climate change has gained momentum in recent years and has reached threatening dimensions for the natural balance and ecosystem. The balance of precipitation is deteriorating due to climate change. This causes a decrease in groundwater and surface water resources. The decrease in water resources is of great importance in the international arena due to its vital function. The extremely limited amount of fresh water resources in the world determine the future of both people and countries. In this study, water occupancy rates of Mursal Dam Lake were researched in Sivas province of Turkey. For this purpose, the water occupancy rate data of Mursal Dam Lake between 2012 and 2019 were considered. While the highest water occupancy rate was determined as 74.1% in 2013, the lowest water occupancy rate was determined as 3.9% in 2014. The average annual occupancy rate of Mursal Dam Lake between 2012 and 2019 was calculated to be 18.79%. This indicates that Mursal Dam Lake has been highly affected by the drought. The fact that the drought problem is observed effectively in Mursal Dam Lake requires quick solutions to be put into effect.

Keywords: Climate Change, Dams, Water Occupancy Rates.

1. INTRODUCTION

Water is an indispensable part of the ecosystem and a source of life for living things. Demand for water resources has increased even more in recent years. Excessive and unconscious resource use has caused global warming and this has brought climate changes with it. Temperature increase and change in precipitation regimes occur due to climate change. Climate change has an impact on stream flows, groundwater and water volumes in lakes. The fact that this effect does not have a regular period causes precipitation to decrease in winter, sudden precipitation in summer and above or below seasonal temperature averages. Global warming and the resulting climate change emerged as a result in Turkey as it is anywhere in the world also leads to extremely negative effect on the dams [1]. Because Turkey has a semi-arid climate is experienced frequent drought events. Especially since the early 1970s areal extent of drought events in Turkey increases in frequency and intensity it has been observed. The reduction of rainfall in many regions of Turkey has also caused new meteorological droughts [2-5]. Water resources should be used efficiently and protected very well in recent years when water resources are limited and climate change has caused droughts. In this study, water occupancy rates of Mursal Dam Lake were researched in Sivas province of Turkey.

2. MATERIAL AND METHOD

The study area is Mursal Dam Lake located in Divriği district of Sivas province. Mursal Dam is located at 39 ° 8′ 35.8764 "latitude and 37 ° 58′ 53.3964" longitude and within Sivas provincial borders. The dam was built between 1986 and 1992 as an earth-rock fill body on the Nih Stream within the borders of the Euphrates Basin. Some technical features of Mursal Dam Lake are given in Table 1. Mursal Dam is 59 m high and has an area of 0.88 km^2 and a volume of 14.85 hm^3 at normal water elevation (Table 1). Mursal Dam Lake is used for irrigation, energy and drinking water purposes and is approximately 180 km away from Sivas city center. However, Mursal Dam Lake is approximately 35 km away from Divriği district center. Mursal Dam Lake has a gross agricultural irrigation area of 2370 hectares and an irrigation rate of 26.6 [6].

Table 1: Some Technical Features of Mursal Dam Lake.

Year of Construction	1986
Year of Operation	1992
Goal of Dam	Irrigation+Energy+Drinking Water
Stream	Nih Stream
Body Fill Type	Soil+Rock
Height	59 m
Lake Volume	14.85 hm^3
Lake Area	0.88 km^2
Installed Power	8.68 MV
Irrigation Area Gross	2370 ha

Mursal Dam Lake is located in Divriği district in the southeast of Sivas Province. Divriği district, where the Mursal Dam Lake is located, includes a very mountainous region. There are sparse forest areas of oak, juniper and pine in some mountains of the district. Small branches of the Euphrates River flow in steep and deep valleys between the mountains. Terrestrial climate characteristics are observed in Divriği district of Sivas province, where Mursal Dam is located. It is very snowy and cold in winters and hot and dry in summers. According to the data of the General Directorate of Meteorology for many years, the precipitation efficiency index of Divriği district is 22.60 and the drought index is 9.93, and the climate class is semi-arid and less humid. Summer evaporation rate is 57.2% [7].

According to the address-based population registration system data of the district of Divriği in 2019, the total population is 16245 and the population growth rate is -0.81%. When the population growth rate of Divriği district is examined, it is striking that it generally follows a negative course. Divirği district has a rural socio-economic character. The main livelihood of the people in Diviriği is agriculture and animal husbandry. Its soils contain rich iron mines. In this study, water occupancy rate data between 2012 and 2019 obtained from the General Directorate of State Hydraulic Works for Mursal Dam Lake were used. With these data, the changes in the water occupancy rates of Mursal Dam Lake between 2012-2019 were analyzed and synthesized in accordance with the purpose of the study. Occupancy rate of Mursal Dam Lake was calculated as the ratio of active dam volume to total active dam volume. The occupancy rate of Mursal Dam Lake is expressed in %.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The annual average water occupancy rates of Mursal Dam Lake between 2012 and 2019 are presented in Figure 1. According to the data of the General Directorate of State Hydraulic Works, the water occupancy rate in Mursal Dam Lake was 6.4% in 2012, 74.1% in 2013, 3.9% in 2014, 11.4% in 2015, 8,7% in 2016, 5.9% in 2017, 21.3% in 2018 and 18.6% in 2019. While the highest water occupancy rate was determined as 74.1% in 2013, the lowest water occupancy rate was determined as 3.9% in 2014 (Figure 1). The average annual water occupancy rates of Mursal Dam Lake were calculated as 18.79 and the standard deviation was ±25.04 for the period between 2012-2019.

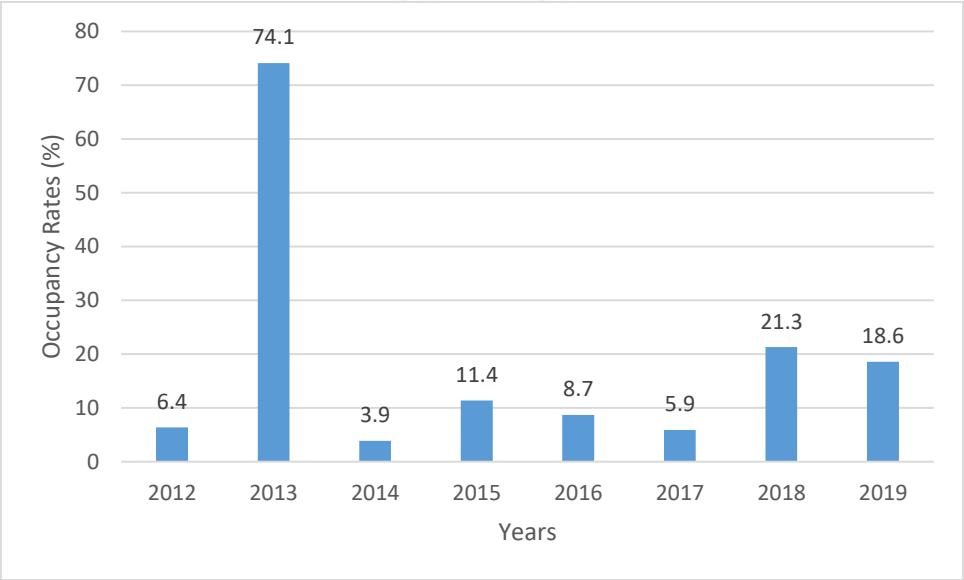


Figure 1: Average Occupancy Rates of Mursal Dam Lake Between 2012 and 2019.

The water occupancy rates obtained in Mursal Dam Lake varied considerably between 2012-2019. According to Figure 1, the occupancy rate of Mursal Dam Lake increased from 6.4% in 2012 to 74.1% in 2013. This water occupancy rate in 2013 was determined as the highest level reached by Mursal Dam Lake in 2012-2019 period. In 2014, it showed a significant decrease and decreased to 3.9%. This water occupancy rate in 2014 was recorded as the lowest level of Mursal Dam Lake in 2012-2019 period. While the occupancy rate in 2015 was 11.4%, this rate was 8.7% in 2016. The occupancy rate, which was 5.9% in 2017, increased to 21.3% in 2018. The active occupancy rate in 2019 was recorded as 18.6% (Figure 1). In the period after 2013, it has been determined that the water occupancy rates of Mursal Dam Lake have a tendency to decrease considerably. Accordingly, the average of the annual average water occupancy rates of Mursal Dam Lake for the period between 2014-2019 was calculated as 11.63 and standard deviation ± 6.98. Since the lake studied is not a natural lake and is a dam lake, it is observed that these changes in the water occupancy rates in Mursal Dam Lake are faster and more effective.

In general, drought is defined as the period during which precipitation is less than expected in terms of climate in a region. The drought is directly proportional to the increase in temperature and inversely with the increase in precipitation [8, 9]. Drought, as a result of the intervention in the ecosystem, is one of the problems that make themselves felt seriously in

recent years and will continue to be felt. The limited water resources and the increase in the demand for water further increase the impact of drought. Cebeci et al. [10] calculated the drought index value as 82.6 for Sivas province, where Mursal Dam Lake is located, according to 2000-2016 data and classified Sivas province as arid.

As a result of the evaluation of the water occupancy rate of Mursal Dam Lake between 2012 and 2019, it is seen that the average value fell below 20%. That is, 80% of Mursal Dam Lake is empty. This indicates that the Mursal Dam Lake basin is under the influence of drought. Mursal Dam Lake and the sparse vegetation around it are insufficient to prevent erosion, accelerating silting and reducing the life of the dam. In addition, the sparse vegetation around the dam accelerates the runoff, causing a decrease in groundwater level and drought. Due to drought, the amount of water used in agricultural irrigation and the increasing energy demand, the level of water occupancy rates in Mursal Dam Lake decreased after 2013. In Mursal Dam Lake Basin, which has limited water resources, there is an obligation to use the available water more consciously.

Since it is known that water decreases due to uncontrolled and excessive use, training programs should be developed to reduce and prevent unconscious water consumption. In particular, training activities should be provided to ensure that the local people engaged in agriculture urgently switch to modern and conscious irrigation techniques and the necessary support for investment should be provided. For this, in-kind or in-cash support and incentive opportunities should be established with non-refundable or long-term repayments. If modern irrigation techniques are established in the Mursal Dam Reservoir Basin, substantial water savings can be achieved.

4. CONCLUSION

In conclusion, while the results of this study emphasize the effect of drought on Mursal Dam Lake, it shows that agricultural irrigation and other parameters around the lake can also be effective in changing water occupancy rates. The fact that the drought problem is observed effectively in Mursal Dam Lake requires quick solutions to be put into effect. If the necessary measures are not taken in the Mursal Dam Lake, where the drought is affected, changes in the hydrological system will bring along many economic, social and ecological problems. If effective measures are not taken as soon as possible, the opportunity to benefit from Mursal Dam Lake may be lost.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks the Republic of Turkey General Directorate of State Hydraulic Works for sharing the data on the occupancy rates of the dams.

REFERENCES

[1] Sandalcı, M., Yüksel, İ. 2011. The impact of climate change lakes and dams in Turkey. Building World Journal, 181: 25-29.

[2] Türkeş, M., Erlat, E., 2003. Precipitation changes and variability in Turkey linked to the north Atlantic oscillation during the period 1930-2000. International Journal of Climatology, 23: 1771-1796.

[3] Türkeş, M., Tatlı, H. 2008. Over a new standardized precipitation index for arid and the humid conditions determination (new-SPI): Applying to Turkey. IV. Atmospheric Sciences Symposium Proceedings Book, 25-28 March, İstanbul, Turkey, 528-538.

[4] Türkeş, M. 2012. Observed and projected climate change, drought and desertification in Turkey. Ankara University Journal of Environmental Sciences, 4(2): 1-32.

[5] Aktürk, G., Yıldız, O. 2018. The effect of precipitation deficits on hydrological systems in the Çatalan Dam Basin, Turkey. International Journal of Engineering Research and Development, 10(2): 10-28.

[6] SPESP, 2019. Sivas province 2018 environmental status report. Sivas Governorship Provincial Directorate of Environment and Urban Planning, Environmental Impact Assessment and Environmental Permits Branch, Sivas, Turkey, 135p.

[7] GDM, 2020. Climate classification Sivas - Divriği. Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Meteorology, Web Page: https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=DIVRIGI, Date of Access: 30.12.2020, Ankara, Turkey.

[8] Çaldağ, B., Şaylan, L., Toros, H., Bakanoğulları, F. 2004. Drought analysis in northwest Turkey. Agroenvironment, 20-24 October, Udine, Italy, 169-179.

[9] Bakanoğulları, F. 2020. Analysis of drought intensity using SPEI and SPI indices in Damlıca Watershed-İstanbul, Turkey. Soil Water Journal, 9(1): 1-10.

[10] Cebeci, İ., Demirkıran, O., Doğan, O., Sezer, K.K., Öztürk, Ö., Fatma Elbaşı, F. 2019. Drought assessment of Turkey based on the provinces. Soil Water Journal, Special İssue, 169-176.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

KARAHALLI (UŞAK) BÖLGESİ MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK VE MİNERALOJİK-PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Ayşe Nur ALPEREN [1], Haluk ÇELİK [2], Metin BAĞCI [3]

[1]Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, https://orcid.org/0000-0001-7604-1085

[2]Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, https://orcid.org/0000-0002-9964-1566

[3]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, https://orcid.org/0000-0002-1056-2854

ÖZET

Bu çalışmada, Uşak Karahallı ilçesinde işletilmekte olan üç mermer ocağından alınan moloz boyutundaki numuneler TSE standartlarına uygun olarak küp (50x50x50 mm) ve dikdörtgen prizması (50x50x300 mm) şeklinde hazırlanmıştır. Sonrasında TS 699/T1 standardına göre gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları ile numunelerin fiziksel-mekanik, kimyasal ve mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen fiziksel-mekanik özellikler TS 1910, TS 2513 ve TS 10449 standartlarında belirtilen değerler ile karşılaştırılmış, doğal yapı taşı olarak ve kaplama taşı olarak kullanılmaya uygun olup olmadıkları incelenmiştir. Örneklerinin majör oksit değerleri beklendiği gibi en yüksek değeri CaO'nun verdiği, mermerlerin CaO oranlarının %52,9-55,4 arasında olduğu saptanmıştır. Uşak Yeşil mermerinin (Me1) diğer iki mermerden daha yüksek oranda SiO_2 (%5,06), TiO_2 (%0,16) ve Fe_2O_3 (%1,25) içerdiği belirlenmiştir. Karahallı (Uşak) bölgesinden alınan mermer örnekleri üzerinde yapılan mineralojik-petrografik incelemelere göre kimyasal analiz değerlerine uyumlu olarak kalsit kristallerinin ana bileşen olduğu görülmüştür. Mermerlerin tane boyut dağılımlarının 80,5 µm ile 2687,8 µm arasında olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, Karahallı-Uşak mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerinin standartlarda belirtilen sınır değerleri sağladığı, doğal yapı taşı ve kaplama taşı olarak kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Uşak Beyazı, Uşak Yeşili, Fiziko-Mekanik Özellik, Yapı Taşı

1. GİRİŞ

Doğal taşlar tarih boyunca güzelliği, rengi, deseni ve dayanıklılıkları sebebiyle yapılarda ve sanat eserlerinde kullanılmışlardır. Günümüzde de artan nüfus ve şehirleşme ile doğal taşlara olan talep artarak devam etmektedir. Türkiye doğal taş rezervi ve çeşitliliği bakımından çok önemli bir konumda bulunduğundan dolayı, dünya doğal taş sektöründe önde gelen ülkelerden birisidir. Ülkemiz doğal taş sektörü ticari olarak sürekliliğini ispat etmiş olup 250'nin üzerinde taş çeşidini piyasaya sürebilme potansiyeline sahip durumdadır. Bunların 100 kadarı dünya piyasalarında tanınmakta ve alıcı bulmaktadır. Bu mermerlerden bazıları şunlardır: Afyon Kaymak, Şeker, Kaplanpostu (Afyonkarahisar), Uşak Yeşil, Uşak Beyaz (Uşak), Süpren, Salome ve Bordo Grizo (Eskişehir), Elazığ Vişne, Hazar Pembe (Elazığ), Ege Bordo, Ayhan Siyah, Milas Leylak, Muğla Beyaz (Muğla), Kumru Tüyü (Balıkesir) [1,2,3,4].

Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı 2018 yılı verilerine göre Alp-Himalaya kuşağında yer alan ülkemiz 5,1 milyar m^3 ve 13,9 milyar ton muhtemel mermer rezervine sahiptir. Bu değer 15 milyar m^3 olduğu tahmin edilen toplam dünya rezervinin %33'lük kısmına karşılık gelmektedir [5].

Uşak İlinde 4 farklı çeşitte mermer yataklanması mevcuttur. İlimizde 31 adet mermer maden ruhsat sahası bulunmakta olup toplam ruhsat alanı 4330 hektardır. Uşak ilinin toplam mermer rezervinin ise 1.600.000 m^3 olduğu belirtilmektedir [6]. Son yıllarda mermer üretiminin arttığı Uşak yöresinde Karahallı, Sivaslı ve Ulubey ilçeleri civarında da büyük mermer rezervleri yer almaktadır. Uşak yöresinde uzun yıllardan beri mermer üretimi yapılmaktadır. Genellikle Mesozoik yaşlı karbonatlarda yer alan mermer ocakları içinde Uşak Yeşil, Uşak Beyaz ile Uşak Gri en çok tanınan mermer örnekleridir [4].

Bu çalışmada, Uşak İli Karahallı İlçesinde yer alan ve işletilmekte olan 3 adet mermer madeninden alınan örnekler üzerinde fiziko-mekanik, kimyasal, mineralojik-petrografik özellikleri belirlemek üzere TS 699/T1 standartına [7] uygun deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen fiziko-mekanik değerlerin TS 1910 [8], TS 2513 [9] ve TS 10449 [10] standartlarında yer alan değerler ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca, Karahallı mermerlerinin fiziko-mekanik özellikleri ile mineralojik-petrografik özellikleri arasındaki ilişki irdelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

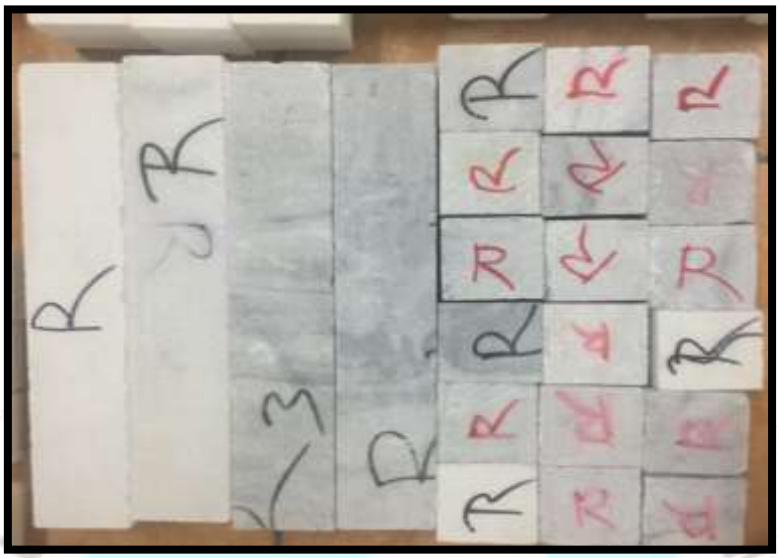
2.1. Malzeme

Bu çalışmada mermer numuneleri, Uşak'ın güneydoğusunda ve İl merkezine yaklaşık 47 km uzaklıkta yer alan Karahallı İlçesinde üretim yapan 3 farklı mermer ocağından (Me1, Mm2 ve Mr3) temin edilmiştir. Bu mermerlerin biri (Me1) Uşak Yeşil mermeri olup, diğer ikisi Uşak Beyazıdır. Ocaktan alınan moloz boyutlu mermer parçalarından Uşak İlinde faaliyet göstermekte olan mermer atölyesinde fiziksel ve mekanik testler için standartlarda öngörülen ebatlarda, küp (50x50x50 mm) ve dikdörtgen prizması (50x50x300 mm) şeklinde örnekler hazırlanmıştır (Görsel 1).

2.2. Yöntem

Doğal Yapı Taşları İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri (TS 699/T1) [7] standardına göre gerçekleştirilen deneylerle mermer numunelerinin fiziksel (birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, porozite, ağırlıkça su emme tayini, sonik hız deneyi) ve mekanik (tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımı, darbe dayanımı, eğilme dayanımı, Schmidt sertlik tayini, sürtünme sonrası aşınma kaybı (Böhme)) özellikleri belirlenmiştir. Her bir fiziko-mekanik özellik için 5'er adet numune üzerinde deneyler yapılmış aritmetik ortalamaları değerlendirmelerde kullanılmıştır. Bu deneylerin yanı sıra numuneler üzerinde kimyasal ve mineralojik-petrografik incelemeler yapılarak mermerleri oluşturan oksitler, mineral bileşimleri ve dokusal özellikleri belirlenmiştir. Fiziko-mekanik deneyler Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi laboratuvarlarında, kimyasal analizler Çanakkale 18 Mart Üniversitesi

Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde, mineralojik-petrografik incelemeler ise Afyon Kocatepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Leica Dm 2500P model polarizan mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

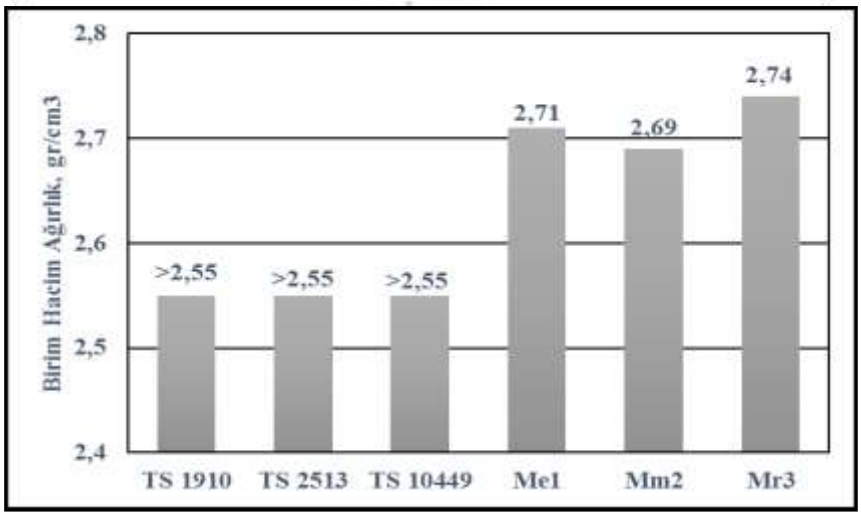


Görsel 1. Fiziko-Mekanik Testlerde Kullanılan Küp (50x50x50 mm) ve Dikdörtgen Prizması (50x50x300 mm) Şeklindeki Mermer Numuneleri

3. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1 Mermerlerin Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

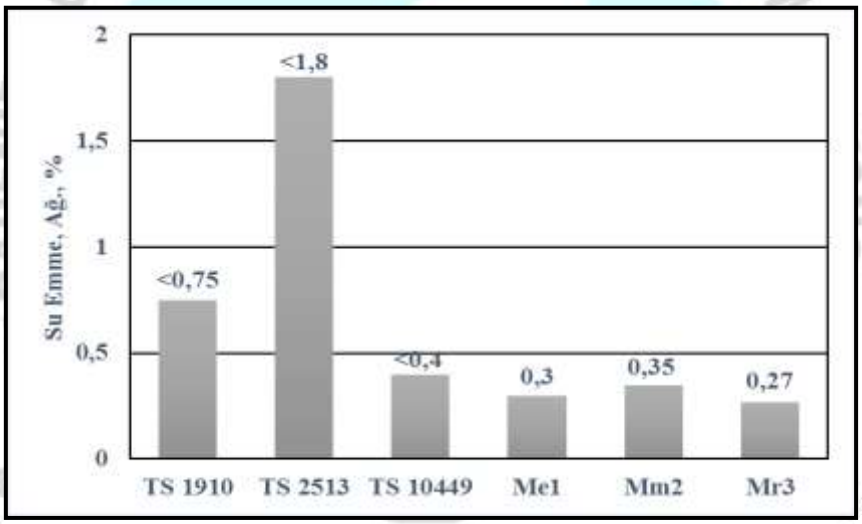
Mermerlerin birim hacim ağırlığı 2,2-3,2 gr/cm^3 arasında değişir. Hakiki mermerler için bu değer ortalama 2,70 gr/cm^3'tür [11]. Me1, Mm2 ve Mr3 mermerlerinin hacim hesaplamalarında, nakliyesinde kullanılmakta olan ortalama birim hacim ağırlık değerleri sırasıyla 2,71; 2,69 ve 2,74 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. TS 1910, TS 2513 ve TS 10449'a göre mermerlerin yapılarda kullanılabilmesi için birim hacim ağırlık değeri 2,55 gr/cm^3 değerinden büyük olması istenmekte olup her üç mermer de bu limit değerlerini sağlamaktadır (Görsel 2).



Görsel 2. Mermerlerin Birim Ağırlık Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması

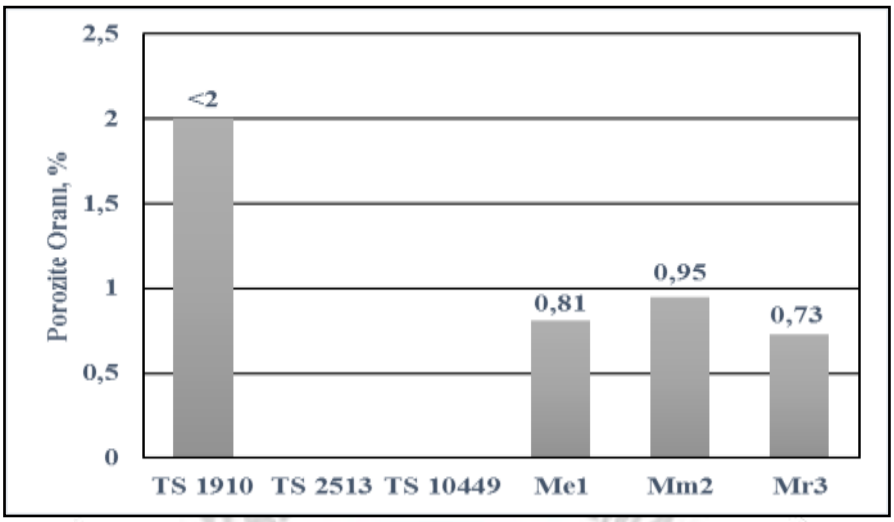
Arşimed terazisi yöntemiyle yapılan özgül ağırlık deneyi sonucunda Me1, Mm2 ve Mr3 mermerlerinin özgül ağırlık değerlerinin sırasıyla 2,8; 2,73 ve 2,78 gr/cm^3 olduğu belirlenmiştir. Mm2 kodlu numunenin özgül ağırlık değeri birim hacim ağırlık değeri ile uyumlu olarak diğer iki numuneye göre daha düşüktür.

Doğal taşların binaların dış kaplamasında kullanılabilmesi için su emme oranının en düşük seviyede olması istenir. Kayaçlarda su emme miktarı ağırlıkça ve hacimce yapılmaktadır. Genellikle su emme çok ise porozite fazla, boşluk ve çatlaklar çok, ayrışma miktarı yüksek demektir. Buna karşılık su emmenin az olması; basınç direnci, elastisite modülü gibi mekanik özelliklerin büyük olduğunu göstermektedir [11]. Çalışmalarda kullanılan mermerlerin ağırlıkça su emme oranlarının %0,27-0,35 arasında değiştiği belirlenmiştir (Görsel 3). Bu değerlerin tüm ilgili TS standartlarında belirtilen sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir. Porozite oranı diğerlerine göre daha fazla olan Mm2 kodlu numunenin su emme değeri de uyumlu bir şekilde diğer iki numuneye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Su emme değeri en düşük olan Mr3 numunesinin tek eksenli basınç dayanımı değeri uyumlu bir şekilde diğerlerine göre daha yüksektir.



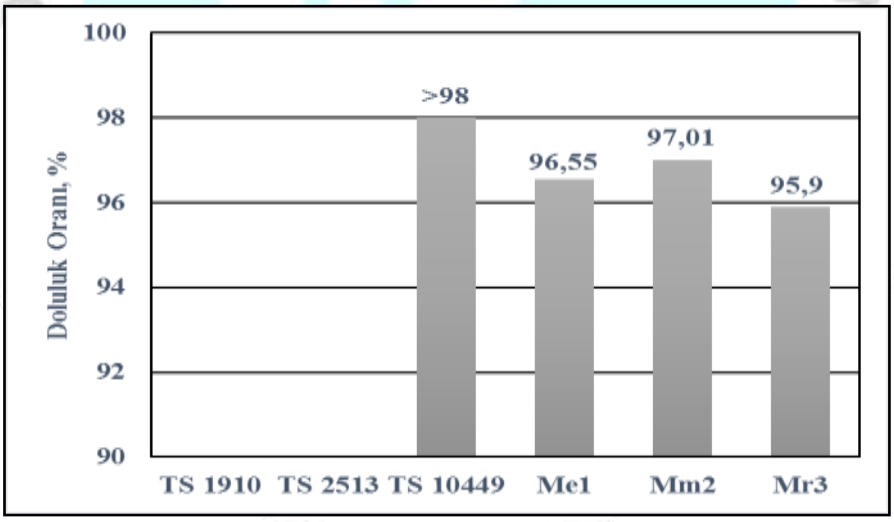
Görsel 3. Mermerlerin Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması

Mermerlerde porozite oranı ne kadar büyürse ekonomik değeri o kadar azalmaktadır. Mermerin su emme kapasitesi ile doğru orantılı olan porozite yüzdesi ne kadar büyükse, mermerin su emmesi de o derece yüksek olmaktadır. Ayrıca kristal boyutu da gözeneklilik değerine etki etmekte olup iri kristalli mermerlerde porozitenin daha yüksek olduğu bilinmektedir [12]. Görsel 4.'den görüldüğü üzere etkin (görünür) porozite değeri en düşük olan Mr3 numunesinin (%0,73) su emme değeri de en düşük değer olarak (%0,27) belirlenmiştir. TS 1910'a göre kaliteli sayılabilecek bir mermerin porozitesi en fazla %2 olmalıdır. Karahallı mermerlerinin belirlenen bu porozite değerine göre standardı sağladığı görülmektedir.



Görsel 4. Mermerlerin % Porozite Oranlarının Standart Değerle Karşılaştırılması

Doluluk oranı, 105 ^{0}C'de değişmez kütleye kadar kurutulmuş kayacın boşlukları hariç dolu hacminin, boşlukları dahil tüm hacmine oranıdır. Çalışma bölgesinde yer alan mermerlerin doluluk oranı değeri %95,9-97,01 arasında hesaplanmıştır (Görsel 5). TS 10449 standardına göre bu değer minimum %98 olmalıdır. Bölge mermerlerinin doluluk oranı değeri standart limitin altında olmakla birlikte bu değere oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

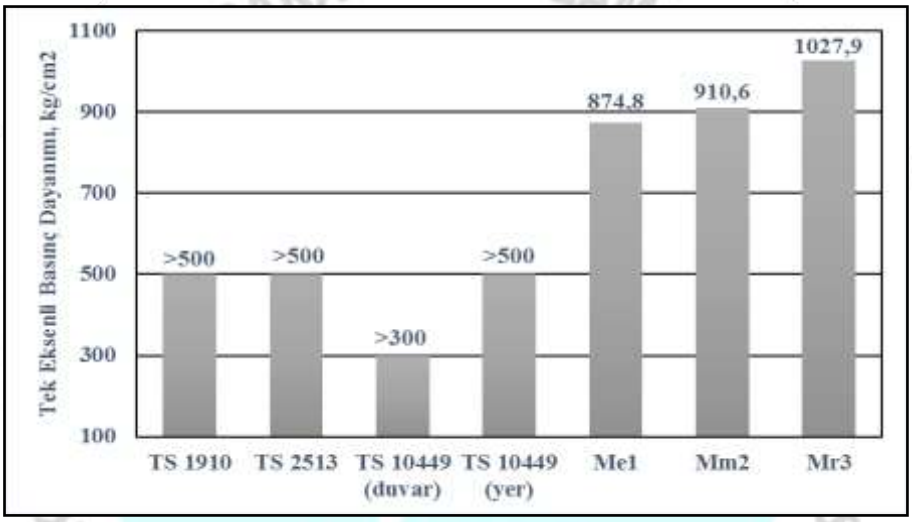


Görsel 5. Mermerlerin % Doluluk Oranlarının Standart Değerle Karşılaştırılması

Yapılan deneyler sonucunda numunelerin P dalga hızlarının 4,18-4,33 Km/sn arasında birbirlerine oldukça yakın olduğu bulunmuştur. Genel olarak sonik dalga hızı mermerin gözeneklilik değeriyle ilişkilidir. Porozitesi düşük olan mermerlerin sonik dalga hızı yüksek olmaktadır. Çalışmada porozite değeri en yüksek olan Mm2 numunesinin sonik dalga hızı en düşük olarak (4,18 Km/sn) belirlenmiştir. Mermer numuneleri, sonik hız değerlerine göre kayaçların sınıflandırılmasına göre 4-5 Km/sn arasında yüksek hız sınıfında yer almaktadırlar [13].

3.2 Mermerlerin Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

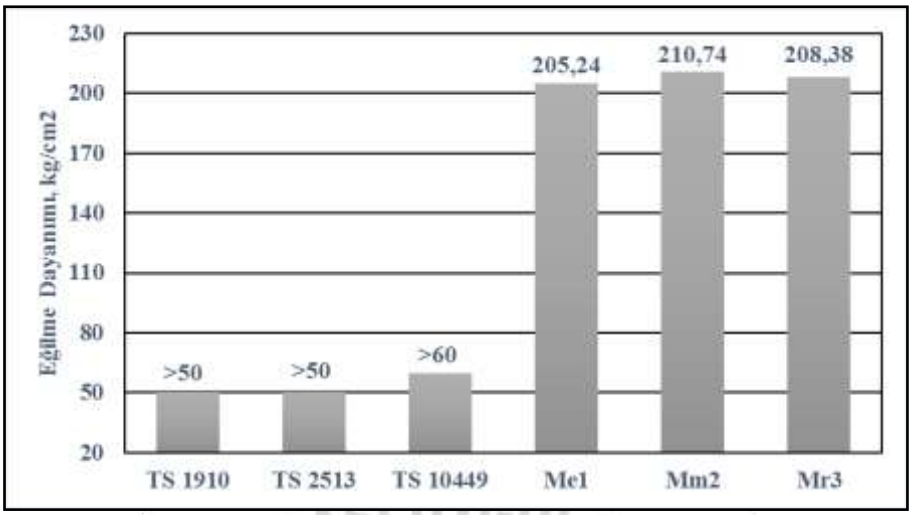
Tek eksenli basınç dayanımı belirli boyutlardaki mermerlerin tek eksende etkiyen gerilmeler karşısındaki davranışları ve kırılmaya karşı gösterdikleri direnç olarak tarif edilebilir. Doğal taşların basınca karşı mukavemet değerleri standartlarda da belirtildiği gibi, doğal taşın kullanılacağı yere (döşeme, zemin, merdiven basamağı vb.) göre farklılık gösterir. Çalışmanın konusu olan Karahallı (Uşak) mermerlerinin tek eksenli basınç dayanımı değeri 874,8-1027,9 kg/cm^2 arasında değiştiği saptanmıştır (Görsel 6). Porozite oranı daha düşük olan Mr3 mermerinin basınç dayanım değeri beklendiği üzere daha yüksektir. Belirlenen bu değerler TS 1910, TS 2513 ve TS 10449 standart değerlerinin üzerinde yer almıştır. TS 10449'a göre hem yer döşeme, hem de duvar kaplama malzemesi olarak kullanımlarının uygun olacağı bulunmuştur.



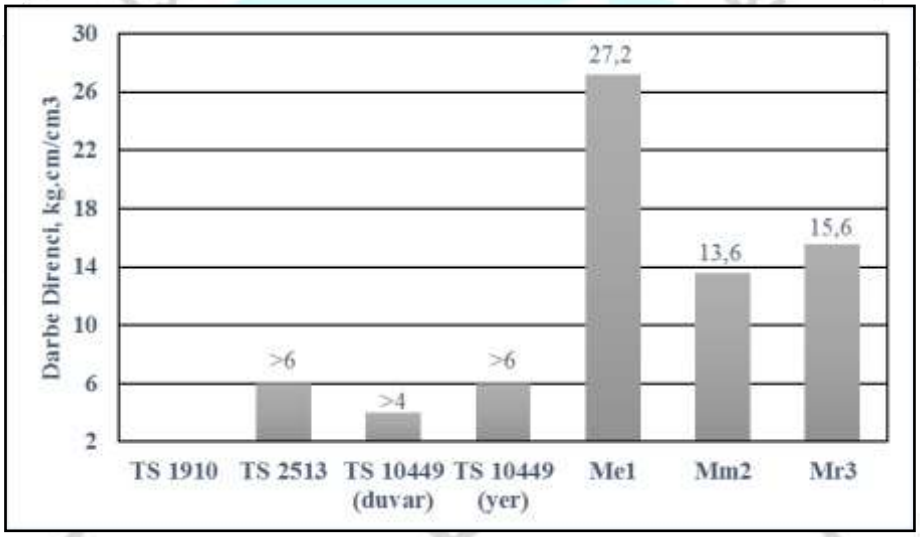
Görsel 6. Mermerlerin Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması

Doğal yapı taşları genellikle belirli boyut ve kalınlıklarda plakalar şeklinde kullanıldıklarından eğilme dirençleri önemli bir parametre olarak değerlendirmeye alınmaktadır. Mermerlerin eğilme dayanımın değerleri ile plaka boyut ve destek noktaları arasındaki mesafe tespit edilebilmektedir. Numunelerin eğilmeye karşı dayanımları 205,24-210,74 kg/cm^2 arasında değişmekte olup Görsel 7.'den görüldüğü üzere standart değerlerin oldukça üstündedir.

Standart boyutlardaki kayaç numunelerinin belirli bir doğrultuda darbelere karşı gösterdiği direnci ifade eden darbe dayanımının kayaçların kullanım alanlarının belirlenmesinde önemli bir yeri vardır. Kayaçların darbeye karşı dayanımlarının artması gerek zemin döşemesinde gerekse iç ve dış kaplamada uygulamalarında daha rahat kullanılmalarına kolaylık sağlanmaktadır. Karahallı mermerlerinin darbe dayanımı değerleri 13,6-27,2 kg.cm/cm^3 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu değerler TS 10449'a göre sınır değerleri (duvar kaplama için >4 kg.cm/cm^3, yer döşeme için >6 kg.cm/cm^3) ve TS 2513'e göre sınır değeri (>6 kg.cm/cm^3) sağlamaktadır (Görsel 8).



Görsel 7. Mermerlerin Eğilme Dayanımı Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması



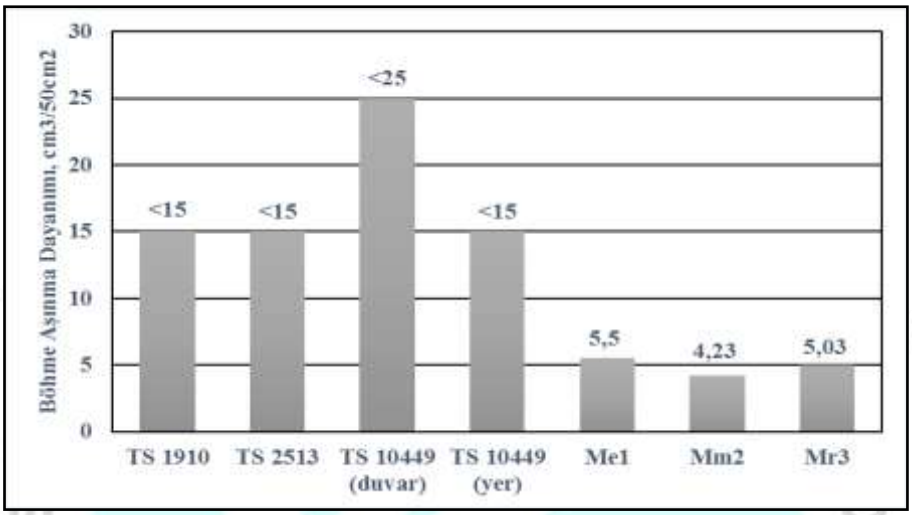
Görsel 8. Mermerlerin Darbe Dayanımı Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması

Nokta yük dayanımı deneyi kayaçların nokta yük indeksine göre sınıflandırılması veya tek eksenli basınç dayanımının tahmin edilmesi için uygulanmaktadır. Deneysel çalışmalarda kullanılan üç mermerin ortalama nokta yük dayanımlarının 1,86 ile 2,92 MPa arasında olduğu belirlenmiş olup numuneler düşük-orta dirençli kaya sınıfında yer almaktadırlar [14].

Yapılan çalışmada kayaçların Schmidt sertlik değerlerinin 25,3-27,39 arasında olduğu belirlenmiş olup Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (ISRM, 1981) [15] tarafından yapılan değerlendirmeye göre Karahallı mermerlerinin yumuşak kayaç sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Yaya trafiğinin fazla olduğu yerlerde kaplama taşı olarak kullanılacak mermerlerde sürtünme ile oluşacak aşınma kaybı değeri, Böhme yüzey aşındırma cihazı kullanılarak belirlenmektedir. Deney sonucunda deney örneklerinde kalınlıklarında veya hacimlerinde meydana gelen kayıp miktarı ölçülerek hesaplama yapılmaktadır. Karahallı (Uşak)

mermerlerinin ortalama hacimce sürtünme ile aşınma dayanımı değerlerinin 4,23 ile 5,5 $cm^3/50cm^2$ arasında olduğu bulunmuştur. Bu değerler TS 10449'a göre mermerlerde sürtünmeden dolayı aşınma miktarı döşeme kaplaması, merdiven basamağı gibi yer döşemesi olarak kullanılacak mermerler için $15cm^3/50cm^2$'den, duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde ise $25cm^3/50cm^2$'den küçük olmaması gerektiği belirtilmektedir. TS 1910'a ve TS 2513'e göre sınır değer ise $<15cm^3/50cm^2$ olarak belirtilmektedir. Karahallı bölgesi mermerlerinin her üç standartta verilen sürtünme ile aşınma dayanımı sınır değerlerini sağladığı belirlenmiştir (Görsel 9).



Görsel 9. Mermerlerin Böhme Aşınma Dayanımı Değerlerinin Standart Değerlerle Karşılaştırılması

3.3 Mermerlerin Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Kimyasal bileşim kayaçların içindeki elementlerin oksit değerlerinin toplam ifadesidir. Kimyasal bileşim kayaçların fiziksel özelliklerini değiştirir. Örneğin; SiO_2 oranı arttıkça kayaç daha sertleşirken, MgO oranı arttıkça kırılganlaşır, Fe_2O_3 oranı arttıkça ise rengi koyulaşır [16]. Mermer örneklerinin kimyasal oksit içeriklerini belirlemek için yapılmış kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1.'de verilmektedir. Örneklerinin majör oksit değerleri ise beklendiği gibi en yüksek değeri CaO'nun verdiği, mermerlerin CaO oranlarının %52,9-55,4 arasında olduğu saptanmıştır. Buradan hesapla %94,42-98,88 oranında kalsit minerali ($CaCO_3$) içerdikleri belirlenmiştir. Uşak Yeşil mermerinin (Me1) diğer iki mermerden daha yüksek oranda SiO_2 (%5,06), TiO_2 (%0,16) ve Fe_2O_3 (%1,25) içerdiği görülmektedir.

Çizelge 1. Karahallı (Uşak) Mermerlerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	Cr_2O_3	SO_3	P_2O_5	K.K(%)
Me1	52,9	2,16	0,17	5,06	0,16	1,25	0,015	0,35	0,049	37,88
Mm2	54	2,03	0,15	0,17	0,061	0,008	0,015	0,034	0,043	43,47
Mr3	55,4	2,24	0,17	0,2	0,076	0,01	0,015	0,072	0,046	41,71

K.K: Kızdırma kaybı

3.4 Mermerlerin Mineralojik ve Petrografik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

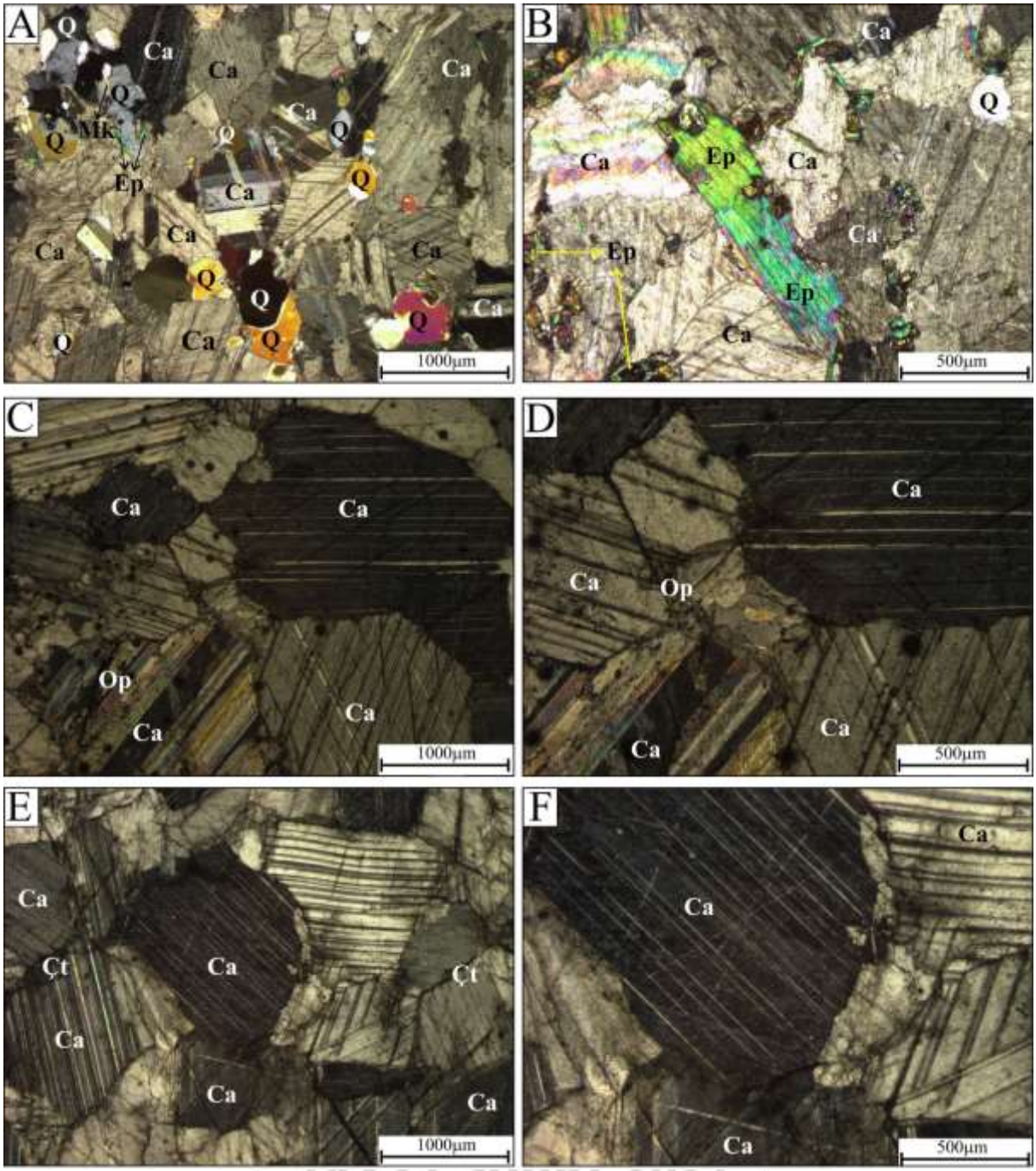
Karahallı (Uşak) bölgesinden alınan Me1, Mm2 ve Mr3 kodlu mermer örnekleri üzerinde yapılan mineralojik-petrografik incelemelere göre kalsit kristallerinin ana bileşen olduğu görülmüştür. Genel olarak mermer örneklerinde kalsit mineralleri yaklaşık eş boyutlu, bazı seviyelerde yarı öz şekilli oldukları ve granoblastik doku özelliği gösterdikleri belirlenmiştir. Özellikle Me1 kodlu yeşil, açık yeşil renkli mermerlerde ise kalsit kristallerinin birleşme sınır hatlarında az oranda kuvars, epidot ve mika grubu mineral türlerinin varlığı belirlenmiştir (Görsel 10 a ve b). Me1 kodlu mermerlerde yer yer yuvarlak şekilli saçılmış taneler şeklinde kuvars kristalleri bulunmaktadır. Kuvars taneleri pürüzsüz yüzeylerinin dilinimsiz oluşu ile kalsit tanelerinden kolaylıkla ayrılmaktadırlar.

Mm2 ve Mr3 kodlu mermerlerde kalsit kristalleri birbirleriyle 120° lik açılar yapacak köşeler oluşturacak şekilde birleşmiş oldukları görülmektedir. Mm2 kodlu beyaz renkli mermerlerde kristal sınırları ve romboedrik dilinim izleri belirgin olup kristal sınırları boyunca yer yer opak minerallerin varlığı belirgindir (Görsel 10 c ve d). Granoblastik doku ve polisentetik ikizlenme Mm2 kodlu örneklerde belirgin şekilde gözlenmiştir. Benzer şekilde Mr3 kodlu mermer örneklerinde ise Mm2 kodlu örneklere göre kristal sınır hatları boyunca opak minerallerin varlığı daha az oranda belirlenmiştir. Ayrıca bu kesimlerde stilolit şeklinde mikro yapılar belirgindir (Görsel 10 e ve f). Mermer örneklerin üzerinde yapılan tane boyut dağılımları inceleme sonuçlarına göre Me1 kodlu mermerlerin 177,6 µm ile 1599,2 µm arasında, Mm2 kodlu örneğin 411,4 µm ile 2687,8µm arasında ve Mr3 kodlu örneğin ise 80,5 µm ile 2116, 6 µm arasında kalsit tanelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Me1 kodlu mermerler ince taneli mermer grubunda yer alırken, Mm2 ve Mr3 kodlu mermerler ince-orta taneli mermer grubunda yer almaktadırlar [17].

3.5 Mermerlerin Fiziko-Mekanik, Kimyasal ve Mineralojik-Petrografik Özelliklerinin Birlikte İrdelenmesi

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Uşak Yeşil mermeri (Me1) diğer iki mermere göre daha yüksek oranda SiO_2 (%5,06) içermektedir. Buna bağlı olarak Me1 kodlu mermerin Schmidt sertlik değeri (27,39) diğer mermer örneklerine göre daha büyük olduğu görülmektedir. Mermerlerin ocaktan çıkarılmasından atölyede kesilip cilalanmasına kadar sertlik olumsuz bir parametre olarak karşımıza çıkarken, pazarlama aşamasında ise sert mermerler aşınmaya karşı dayanıklılıklarının fazla olması ve iyi cila almaları, cilalarını uzun süre kaybetmemeleri ise tercih edilmelerine neden olduğu bilinmektedir [18].

Mineralojik-petrografik incelemelerle Uşak Yeşil mermerlerinde belirlenen yer yer yuvarlak şekilli saçılmış taneler şeklinde kuvars kristalleri, bu mermer örneğinin kimyasal analiz sonuçları ile uyumludur (%5,06 SiO_2).



Görsel 10. Karahallı-Uşak Bölgesi Mermerlerin Polarizan Mikroskop Görüntüleri (a-b) Me1 nolu mermer, (c-d) Mm2 nolu mermer, (e-f) Mr3 nolu mermer (Ca: Kalsit, Q: Kuvars, Mk: Mika, Ep: Epidot, Op: Opak mineral, Çt: Çatlak, Çapraz Nikol (NX) 1000 ve 500 büyütme)

Me1 kodlu Uşak yeşil mermeri diğer iki mermer numunesine göre yüksek oranda TiO_2 (%0,16) ve Fe_2O_3 (%1,25) içerdiğinden, diğer mermerler beyaz renkli iken Me1 mermerinin rengi yeşilimsi ve daha koyudur. Bu mermer türünün içerdiği epidot ve mika grubu mineraller mermere açık yeşil renk vermektedir.

Me1 Uşak yeşil mermerinin yüksek TiO_2 (%0,16) ve Fe_2O_3 (%1,25) gibi ağır mineral içerikleri bu mermer örneğinin özgül ağırlık değerinin (2,8 gr/cm^3) de diğer mermer örneklerine göre daha büyük olmasını sağlamaktadır.

Me1 kodlu Uşak yeşil mermerinde mineralojik-petrografik incelemelerle tespit edilen kuvars, epidot ve mika grubu mineral türlerinin varlığı, bu mermerin diğer mermer örneklerine göre kimyasal analiz ile uyumlu daha az kalsit (%94,42) içeriğine sahip olmasına neden olmaktadır. Bu minerallerin varlığı Me1 mermerinin boşluk oranını düşürmüş, düşük porozite (%0,81) ve yüksek doluluk oranına (%96,55) neden olmuş, buna bağlı olarak da en yüksek sonik hız değerine (4,33 Km/sn) ulaşılmasına sebep olmuştur.

Karahallı (Uşak) bölgesinden alınan her üç mermer örneği üzerinde yapılan mineralojik-petrografik incelemelere göre, kimyasal analiz sonuçlarıyla uyumlu olarak kalsit kristallerinin ana bileşen olduğu görülmüştür. Mermerlerin CaO oranlarının %52,9-55,4 arasında olduğu ve hesapla %94,42-98,88 oranında kalsit minerali ($CaCO_3$) içerdikleri belirlenmiştir.

Diğer numunelere göre tane boyutunun daha iri olduğu belirlenen Mm2 kodlu örneğin (411,4 µm ile 2687,8 µm arasında) literatürle [12] uyumlu olarak porozite oranının da daha yüksek (%0,95) olduğu görülmektedir. Mm2 kodlu numunenin yüksek porozite değeriyle uyumlu olarak su emme değeri de (%0,35) diğer iki numuneye göre daha yüksektir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Karahallı (Uşak) yöresine ait 3 adet mermer madeninden alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen fiziksel, mekanik, kimyasal ve mineralojik-petrografik özelliklerin tespitine yönelik testlerin sonucunda ulaşılan genel sonuçların değerlendirilmesi aşağıda sıralanmaktadır.

- Yöre mermerleri TS 1910, TS 2513 ve TS 10449 standartlarında belirtilen fiziksel limit değerlerini doluluk oranı hariç sağlamaktadır. TS 10449 standardına göre doluk oranı minimum %98 olmalıdır. Çalışma bölgesinde yer alan mermerlerin doluluk oranı değerlerinin ise %95,9-97,01 arasında olduğu hesaplanmıştır. Bölge mermerlerinin doluluk oranı değeri standart limitin altında olmakla birlikte bu değere oldukça yakın olduğu görülmektedir.
- Karahallı (Uşak) yöresi mermerleri üç standartta değinilen mekanik özelliklere ait limit değerlerinin tümünü sağlamaktadır.
- Karahallı-Uşak mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerinin standartlarda belirtilen sınır değerleri genel olarak sağladığı, doğal yapı taşı ve kaplama taşı (duvar kaplama, yer döşeme) olarak kullanılabilecekleri belirlenmiştir.
- Uşak Yeşil mermerinin diğer iki mermerden daha yüksek oranda SiO_2 (%5,06), TiO_2 (%0,16) ve Fe_2O_3 (%1,25) içerdiği belirlenmiş olup; SiO_2 içeriği mermere diğer örneklere göre sert bir yapı verirken, epidot ve mika grubu minerallerden gelen TiO_2 ve Fe_2O_3 içeriklerinin ise mermere açık yeşil bir renk vermekte olduğu saptanmıştır.
- Yöre mermerlerin CaO oranlarının %52,9-55,4 arasında olduğu ve hesapla %94,42-98,88 oranında kalsit minerali ($CaCO_3$) içerdikleri belirlenmiştir.

- Karahallı (Uşak) bölgesi mermer örnekleri üzerinde yapılan mineralojik-petrografik incelemelere göre eş boyutlu, bazı seviyelerde yarı öz şekilli ve granoblastik doku özelliği gösteren kalsit mineralinin ana bileşen olduğu görülmüştür.
- Kalsit minerallerinin tane boyut dağılımlarının 80,5-2687,8 µm arasında olduğu belirlenmiş olup yöre mermerlerinin ince ve orta taneli mermer grubunda yer aldıkları saptanmıştır.

KAYNAKÇA

[1] N. Bilim, S. Dündar; *Dünya Doğal Taş Sektörü İçerisinde Ülkemizin Konumu*, Türkiye 10. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongrsi ve Sergisi, 13-14 Aralık 2019, Bursa.

[2] DPT, *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri II (Mermer-Granit-Yapı Taşları-Arduvaz (sleyt)) Çalışma Grubu Raporu*, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Yayın No: DPT:2616-ÖİK:627, Ankara, 2001.

[3] Kalkınma Bakanlığı, *Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, 11. Kalkınma Planı (2019-2023), Ankara, 2018.

[4] Çelik, M.Y., Kırılıveren, S., Çamlıbel-Ulubey (Uşak) Beyaz Mermerinin Jeolojik ve Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, s.44-53, 2012.

[5] Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, Doğal Taşlar Sektör Raporu, Ankara, 2018.

[6] Zafer Kalkınma Ajansı, *TR33 Bölgesi Mevcut Maden Kaynakları ve Stratejiler*, Kütahya, 2012.

[7] TS 699/T1, *Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri*, ICS 91.100.01; 91.100.15, Ankara, 2016.

[8] TS 1910; TSE, *Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar*, ICS 73.080; 91.100.15, Ankara.

[9] TS 2513; TSE, *Doğal Yapı Taşları*, ICS 91.100.15, Ankara.

[10] TS 10449; TSE, *Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan*, ICS 73.080; 91.100.15, Ankara.

[11] Akçakoca, H., Uysal, Ö., Topal, İ. *Mermerlerin Kalite Kontrol Süreci Açısından Tekno-Mekanik Özelliklerinin Önemi,* Türkiye IV Mermer Sempozyumu (Mersem 2003) Bildiriler Kitabı, 18-19 Aralık 2003.

[12] Öztank, N. ve (Bacakoğlu) Türkmen F.; *Mermer-Kireçtaşı ve Konglomeraların Yapılarda Kullanımını Denetleyen Parametreler*. Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 123-131, Afyon, 2001.

[13] Matula et all., *Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping Part I: Rock and Soil Materials*, Bulletin of The International Association of Engineering Geology, No.9, p.364-371, 1979.

[14] Bieniawski, Z.T., 1975. *The Point-Load Test in Geotechnical Practice*, Engineering Geology 9: M 1pp.

[15] ISRM (International Society for Rock Mechanics), *Rock Characterization, Testing and Monitoring*, International Society of Rock Mechanics Suggested Methods, Pergamon Press, Oxford, 1981.

[16] S. Arık, M. Kuşcu; *Finike (Antalya) Beydağları Formasyonu'nun Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Önemi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 2011.

[17] Kun, N., *Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi*. Tezer Matbaası. 149 s. İzmir, 2000.

[18] Şentürk A., Gündüz L., Tosun Y., İ., Sarıışık A., *Mermer Teknolojisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta-Mart 1996.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

KAV MANTARI (*Fomes fomentarius* L. ex Fr.) KULLANILARAK SULU ÇÖZELTİLERDEN BAZİK KIRMIZI 2 BOYASININ GİDERİMİ

Dilek GÜMÜŞ

Sinop Üniversitesi, Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı, ORCID ID 0000-0001-7665-3057

ÖZET

Fomes fomentarius kullanılarak hazırlanan bir biyokütle, kesikli bir biyosorpsiyon sisteminde Bazik Kırmızı 2 boyasının sulu çözeltiden uzaklaştırılması için bir biyosorbent olarak kullanıldı. Kesikli biyosorpsiyon sistemde başlangıç çözelti pH'sı, temas süresi ve başlangıç boya konsantrasyonunun etkisi araştırıldı.

Biyosorpsiyon verimliliği temas süresi, başlangıç boya konsantrasyonu ve artan çözelti pH'sı ile (3-11) artış gösterdi. Optimum parametreler başlangıç çözelti pH 7, başlangıç kirletici konsantrasyonu 50 mg L^{-1}, biyosorbent miktarı 1 g L^{-1} ve temas süresi 60 dakika olarak belirlendi. Denge verileri en yaygın kullanılan izotermler olan Langmuir, Freundlich ve Temkin modellerinin lineer olmayan model denklemleri ile analiz edildi. Deneysel veriler Langmuir izotermi ile daha iyi uyum gösterdi. Ayrıca kinetik veriler çalışılan sözde birinci ve ikinci dereceden modeler arasından sözde birinci dereceden kinetik modele daha iyi uyum gösterdi.

Anahtar Kelimeler : Biyosorpsiyon, Bazik Kırmızı 2, *Fomes fomentarius*

ABSTRACT

Biomass prepared from *Fomes fomentarius* was utilized as an biosorbent for the removal of Basic Red 2 dye from aqueous solution in batch system. In batch biosorption system, the effects of initial solution pH, contact time and initial dye concentration on the biosorption were investigated. The biosorption efficiencies have increased with increasing contact time, initial dye concentration and initial solution pH (3-11). The Langmuir, Freundlich and Temkin adsorption models were applied to describe the equilibrium isotherms and the isotherm constants were also determined. The experimental data fitted very well with the Langmuir isotherm model. Also, the pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic models were used to describe the kinetic data and the rate constants were evaluated. The pseudo-first-order model agrees with kinetic data well.

Keywords: Biosorption, Basic Red 2, *Fomes fomentarius*

GİRİŞ

Enerji ve özellikle de üretim için su ihtiyacının 2050 yılına kadar önemli ölçüde artacağı tahmin edilmektedir. Su talebinde öngörülen bu artış, başta üretim, elektrik ve evsel kullanım olmak üzere, su kaynakları üzerinde daha fazla baskıya neden olacaktır ve tüm bu süreçlerde temiz su ihtiyacının artması muhtemeldir (WWAP, 2014). Bununla birlikte, günümüzde hızla artan endüstriyel faaliyetler, ekolojik ve sağlıkla ilgili sorunlara neden olabilen boyalı atıksular gibi ciddi bir çevresel kirletici kaynağı olan büyük hacimlerde atık suyun alıcı ortamlara deşarjına neden olmaktadır. Sentetik boya atıklarında bulunan toksik kimyasalların kanserojen, teratojenik ve çeşitli canlı organizmalara, özellikle de sucul yaşam için mutajenik olduğu bildirilmiştir (Abukhadra and Mohamed, 2019). Ayrıca toksik etkilerinin yanı sıra çok düşük konsantrasyonlarda bile güneş ışığı ve oksijen girişini engelleyerek sucul sistemlerin fotosentetik faaliyetleri üzerinde ciddi hasara neden olabilmektedir. Sonuç olarak, bu organik kirletici kategorisinin su kaynaklarından uzaklaştırılması son derece önemlidir. Boyalı atıksuların arıtılmasında adsopsiyon, elektrokoagülasyon, membran filtrasyon, fotodegradasyon, ozonlama gibi birçok yöntem önerilmiştir (Seow ve Lim, 2016). Ancak tüm bu yöntemlerin çoğu maliyetli ve pratikte uygulanabilirlikleri sınırlı olabilmektedir. Bu arıtma yöntemleri arasında adsorpsiyonun uygulama kolaylığı dışında pratikte de üstün bir role sahip olmasını sağlayan kullanılan adsorbanın maliyetidir.

Yapılan çalışmada biyosorbent olarak *Fomes fomentarius* kav mantarı kullanılarak sulu çözeltilerden Bazik Kırmızı 2 giderimi çalışılmıştır. Yerel mantar türünün ham haliyle kullanılabilmesi, ucuz ve kolay elde edilebilir olması hem maliyet hem de sürdürülebilirlik açısından bir avantaj olarak görülmüş ve alternatif bir biyosorbent olarak kullanılabileceği düşünülerek bu araştırma yapılmıştır.

Literatürde daha önce *F. fomentarius* ile Metilen Mavisi ve Rhodamine B boyalarıyla (Maurya ve ark., 2006) ilgili biyosorpsiyon çalışması yapılmış ancak Bazik Kırmızı 2 ile bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada çözelti pH'sı, temas süresi ve boya konsantrasyonu gibi en önemli parametrelerin giderim verimi üzerine etkileri araştırılmış ve proses optimizasyonu sağlanmıştır. Deneysel veriler kinetik ve izoterm modeller açısından da değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır. Stok boya çözeltisi (1 g L^{-1}) çift damıtılmış su ile hazırlanmış ve ışık almayacak şekilde saklanmıştır. Çözeltilerin pH ayarları 0.1 N hidroklorik asit (HCl) ve 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltileriyle yapılmıştır. Çalışmada biyosorbent olarak kullanılan mantarlar Sinop bölgesinden toplanmıştır. İlk önce saf su ile yıkanmış daha sonra 60 °C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan biyosorbentler Waring marka laboratuvar tipi öğütücüde öğütülerek standart bir elek yardımıyla 250 µm partikül boyutuna getirilmiştir. Kullanıma hazır olarak bir cam şişede saklanmıştır.

Deneysel Yöntem

Biyosorpsiyon deneyleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiş olup 100 mL hacimli bir dizi erlenmeyer şişesine 50 mL boya çözeltisi ve (1g L^{-1}) biyosorbent ilave edilerek 150 rpm karıştırma hızında çalkalanmıştır.

Çalkalama işleminden sonra, biyosorbenti çözeltiden ayırmak için, çözelti santrifüjlenmiş ve boya konsantrasyonu UV–visible spektrofotometre kullanılarak 520 nm'de ölçülmüş ve (Adebowale vd., 2014) konsantrasyonlar hesaplanmıştır. Denge ve kinetik çalışmalar için veriler MS Excel veri çözücü (Solver) ile modellenmiş ve hata değerleri (RMSE) programda hesaplanmıştır. Deneysel verilerin tutarlılığı ve tekrarlanabililiğini doğrulamak için çalışmalar iki tekrarlı yapılmış ve ortalama değerler kullanılmıştır. Boyanın adsorpsiyon kapasitesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$q_t = \frac{(Co - Ct).V}{m} \qquad [1]$$

V (L) boya çözeltisinin hacmi, m (g) biyosorbent miktarı, C_0 (mg L^{-1}) boya başlangıç konsantrasyonu, Ct (mg L^{-1}) t zamanında boya çözeltisinde kalan konsantrasyon ve qt (mg g^{-1}) t zamanında adsorplanan boya miktarı.

Tablo 1. Deneylerde Kullanılan Model Denklemleri

	Model	Denklem	Referans
İzoterm Modeller	Langmuir	$qe = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e}, \quad RL = \frac{1}{1 + K_L C_0}$	Langmuir,1918
	Freundlich	$q_e = K_F C_e^{(1/n)}$	Freundlich,1906
	Temkin	$qe = B_T \ln(K_T C_e), B_T = (\frac{RT}{b_T})$	Temkin, 1941
Kinetik modeller	Yalancı birinci derece	$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t})$	Lagergren, 1898
	Yalancı ikinci derece	$q_t = \frac{k_2 (q_e)^2 t}{1 + k_2 q_e t}$	Ho and McKay,1999

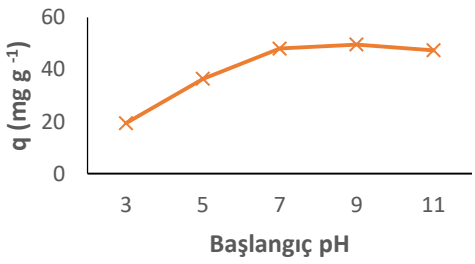
ortalama hata kareleri kökü (RMSE)	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(tahmin\ edilen\ değer - deneysel\ değer)_i^2}$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Başlangıç Çözelti pH'sının Etkisi

Çözeltinin başlangıç pH 'sının etkisini araştırmak için 50 mg L^{-1} boya konsantrasyonunda 1 g L^{-1} biyosorbent miktarı ve 1 saat temas süresi ile yapılan deneylerde 3 ile 11 arasında değişen pH değerlerinde çalışmalar yapılmıştır. Başlangıç pH 'nın boya giderimi üzerine etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Giderim veriminin pH artışı ile artış gösterdiği belirlenmiştir. pH 7'den sonra çok belirgin bir artış olmadığı için sonraki çalışmalar pH 7'de gerçekleştirilmiştir.

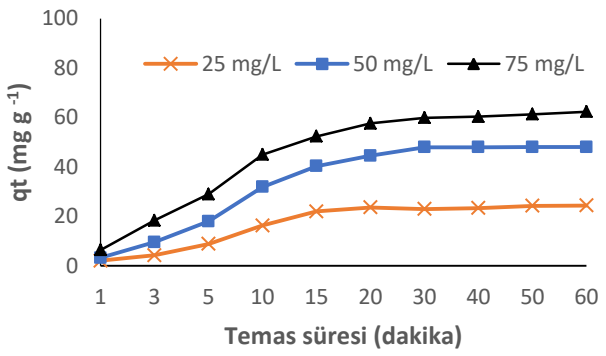
Daha yüksek pH değerlerinde biyosorbentin yüzeyindeki negatif yük yoğunluğu, hidrojen iyonları konsantrasyonunun azalması nedeniyle artış göstermiştir. Bu durumun katyonik özellik gösteren boya ile biyosorbentin yüzeyindeki sorpsiyon siteleri arasında elektrostatik çekim sağlayarak giderimi artırdığı tahmin edimektedir. Tam tersi olarak düşük pH değerlerinde ise, yüksek hidrojen iyon yoğunluğu sorpsiyon bölgelerinde hidrojen iyonları ve boya katyonları arasındaki rekabeti artrmış ve adsorpsiyonu desteklemeyecek yönde hareket gözlemlenmiştir. Literatürde farklı adsorbentler için de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Natesan, ve Rajoo, 2018; Sivarajasekar vd., 2008).



Şekil 1. Başlangıç Çözelti pH'sının Etkisi

Temas Süresinin Etkisi ve Kinetik Çalışmalar

Boya gideriminde 3 farklı konsantrasyonda temas süresinin etkisini gösteren grafik şekil 2'de verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere üç konsantrasyonda da ilk 15 dakikada daha hızlı bir giderim olmuş sonrasında daha yavaş bir giderimle dengeye ulaşmıştır. Dengeye ulaşma süresi düşük konsantrasyonda biraz daha hızlı olmuştur. Daha yüksek konsantrasyonlarda da yaklaşık 1 saatte dengeye ulaşmıştır. Grafikten de görüldüğü gibi dengeye ulaşana kadar temas süresi arttıkça giderim kapasitesi de artış göstermiştir.

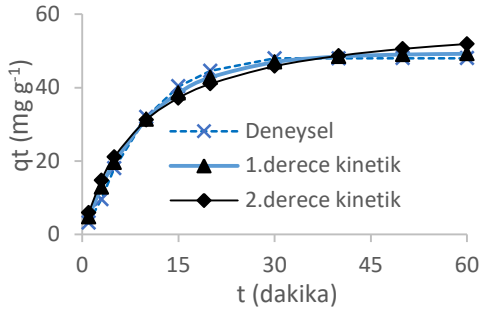


Şekil 2. Temas Süresinin Etkisi

Kinetik çalışmalar için 2 farklı kinetik model uygulanmıştır. Yalancı birinci derece ve yalancı ikinci derece kinetic modeller için lineer olmayan denklemler ile hesaplamalar yapılmıştır. Kinetik çalışmalara ait grafik Şekil 3'te verilmiştir. Yapılan hesaplamalar Tablo 2'de verilmiştir. Deneysel verilere daha yakın olduğu ifade eden daha düşük hata oranı (RMSE) (ortalama hata kareleri kökü) ve yüksek korelasyon katsayısı (R^2) ile kinetik hız verilerinin yalancı 1. derece denkleme uyduğu göstermektedir. Yalancı 1. derece, reaksiyona dayalı bir kinetik modelde biyosorpsiyon hızının fiziksel etkileşimler tarafından kontrol edilebileceği varsayılmaktadır.

Tablo 2. Kinetik veriler

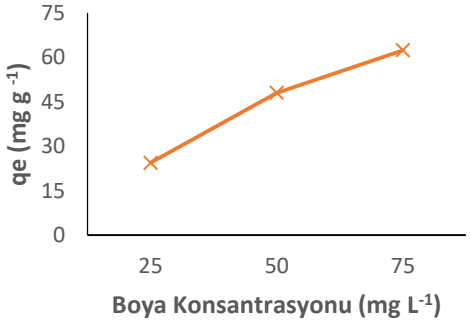
Kinetik parametreler	
qe (deneysel) (mg g^{-1})	48,02
Yalancı 1.derece kinetik	
qe (mg g^{-1})	49,33
k_F (min^{-1})	0,1010
R^2	**0,9936**
RMSE	**1,62**
Yalancı 2.derece kinetik	
qe (mg g^{-1})	59,83
k_s (g mg^{-1} min^{-1})	0,0018
R^2	0,9603
RMSE	3,58



Şekil 3. Kinetik çalışmalar

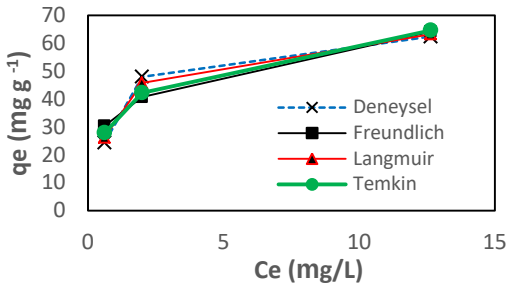
Başlangıç Kirletici Konsantrasyonunun Etkisi ve İzoterm Çalışmalar

Başlangıç boya konsantrasyonunun etkisini araştırmak için 3 farklı konsantrasyonda (25-50-75mg L^{-1}) boya giderimi çalışılmıştır. Kirletici konsantrasyonundaki artış % giderim verimini azaltmış ancak giderim kapasitesini (q_e) artırmıştır. Kirleticinin artan konsantrasyonu adsorpsiyon işleminde itici güç oluşturacağından adsorpsiyondaki alım kapasitesinde artış görülmüştür.



Şekil 4. Boya konsantrasyonunun etkisi

Biyosorpsiyon verileri Langmuir, Freundlich ve Temkin doğrusal olmayan model denklemleriyle analiz edildi. Analize ilişkin veriler Tablo 3'de sunulmuştur. Grafik ise Şekil 5'te sunulmuştur. Tablodan da görüldüğü üzere daha düşük hata oranı (RMSE) (ortalama hata kareleri kökü) ve yüksek korelasyon katsayısı (R^2) ile bu modeller arasında tek tabakalı adsorpsiyonu ifade eden Langmuir model denkleminin en iyi uyumu sağladığını söylemek mümkündür (Adebowale vd., 2014). Modele göre *Fomes fomentarius* ile Bazik Kırmızı 2 biyosorpsiyonu için maksimum tek tabakalı adsorpsiyon değeri (q_m) 68,08 mg g^{-1} olarak hesaplanmıştır. Langmuir model denkleminin uygunluğunu belirten sabit olan R_L değeri ($0<R_L<1$) hesaplanarak tabloya eklenmiştir.



Şekil 5. İzoterm çalışmaları

Tablo 3. İzoterm Model Parametreleri

Model parametreleri	
Langmuir	
qm (mg g^{-1})	68,08
K_L(L mg^{-1})	1,029
R_L	(0,013-0,037)
RMSE	**1,76**
R^2	0,9882
Freundlich	
K_F ($mg^{1-1/n}$ $L^{1/n}$ g^{-1})	34,322
1/n	0,247
RMSE	5,57
R^2	0,8746
Temkin	
B_T	12,107
K_T	16,443
RMSE	4,12
R^2	0,9308

Karşılaştırma Çalışması

Literatürde farklı adsorbentlerle Bazik Kırmızı 2 giderimi ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 4'te verilmişitir. Tablodaki verilere bakıldığında herhangi bir işlem görmeden ham haliyle diğer adsorbanlarla rekabet edebilir düzeyde giderim kapasitesi elde edildiği görülmektedir.

Tablo 4. Farklı adsorbentlerle Bazik Kırmızı 2 giderimi ile ilgili yapılan çalışmalar

(q_m) (mg g^{-1})	**Adsorban**	**Referans**
59,0	Manyetik olarak modifiye edilmiş kahve telvesi	Safarik vd., 2012
178,1	Pirinç kabuğu	Kumar ve Sivenesan, 2007

16,23	Kaolinit	Adebowale vd., 2014
21,7	Ananas kabuğu	Mohammed vd., 2017
68,08	*Fomes fomentarius*	Bu çalışma

SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre 60 dakikada 50 mg L^{-1} boya konsantrasyonu içeren bir çözeltide pH 7'de 1 g L^{-1} biyosorbent miktarı ile %96 boya giderimi elde edilmiştir. Adsorpsiyon izoterm davranışı Langmuir izoterm denklemiyle en iyi şekilde açıklanmıştır. Maksimum tek tabakalı adsorpsiyon kapasitesi (qm) 68,08 mg g^{-1} olarak hesaplanmıştır. Kinetik veriler çalışılan sözde birinci ve ikinci dereceden modeller arasından sözde birinci dereceden kinetik modele daha iyi uyum göstermiştir. Bu çalışmanın deneysel sonucu, *Fomes fomentarius* Bazik Kırmızı 2'nin sulu çözeltilerden etkin bir şekilde uzaklaştırılması için potansiyel bir adsorban olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Referanslar

Abukhadra, M. R., & Mohamed, A. S. (2019). Adsorption removal of safranin dye contaminants from water using various types of natural zeolite. Silicon, 11(3), 1635-1647.

Adebowale, K. O., Olu-Owolabi, B. I., & Chigbundu, E. C. (2014). Removal of safranin-O from aqueous solution by adsorption onto kaolinite clay. Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences, 4(03), 89.

Freundlich H.M.F., 1906. Over the adsorption in solution J. Phys. Chem. 470 (16) pp. 57-385.

Ho Y.S., McKay G., 1999. Pseudo-second order model for sorption processes Process Biochem. 34 pp. 451-465. https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00112-5

Kumar, K. V., & Sivanesan, S. (2007). Sorption isotherm for safranin onto rice husk: Comparison of linear and non-linear methods. Dyes and Pigments, 72(1), 130-133.

Lagergren S., 1898. Zur theorie der sogenannten adsorption gelöster stoffe K. Sven, Vetenskapsakad. Handl. 24, pp. 1-39.

Langmuir I., 1918. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum J. Am. Chem. Soc. 40, pp. 1361-1403. https://doi.org/10.1021/ja02242a004.

Mohammed, M. A., Abubakar, B. I., & Kurna, B. B. (2017). Equilibrium and Kinetic Studies of Adsorption of Safranin-O from Aqueous Solutions using Pineapple Peels. Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment, 13(6), 671.

Natesan, S., & Rajoo, B. (2018). Optimization, equilibrium and kinetic studies of basic red 2 removal onto waste Gossypium hirsutum Seeds. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE)*, *37*(2), 157-169.

Safarik, I., Horska, K., Svobodova, B., & Safarikova, M. (2012). Magnetically modified spent coffee grounds for dyes removal. *European Food Research and Technology*, *234*(2), 345-350.

Seow TW, Lim CK, 2016. Removal of dye by adsorption: a review. International Journal of Applied Engineering Research, 11(4): 2675-2679.

Sivarajasekar, N., Srileka, S., Samson Arun Prasath, S., Robinson, S., & Saravanan, K. (2008). Kinetic Modeling for Biosorption of Metylene Blue onto H 3 PO 4 Activated Acacia arabica. *Carbon letters*, *9*(3), 181-187.

Temkin, M.I., 1941. Adsorption equilibrium and the kinetics of processes on non homogeneous surfaces and in the interaction between adsorbed molecules. Zh.Fiz. Chim. 15, 296–332.

World Water Assessment Programme, 2014 (WWAP).

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

SULU ÇÖZELTİLERDEN METİL KIRMIZISI BOYASI BİYOSORPSİYONUNDA *Trametes versicolor (L.) Pilát* 'un KULLANIMI

Fatih GÜMÜŞ, Dilek GÜMÜŞ,

Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,

ORCID ID 0000-0002-4660-7591

Sinop Üniversitesi, Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı, ORCID ID 0000-0001-7665-3057

ÖZET

Ürünlerini renklendirmek için kağıt, tekstil, plastik, deri, kozmetik ve gıda gibi çeşitli endüstri kolları yoğun şekilde boya kullanmakta ve boya içeren atıklar su kütlelerine deşarj edilmektedir. Boyalı atıksuların çevreye salınması estetik nedenlerle değil, aynı zamanda birçok azo boya ve bunların yan ürünlerinin toksik veya mutajenik olması nedeniyle sucul sistemlerde istenmeyen bir durumdur. Bu boyalardan biri olan azo boya Metil Kırmızısı sulu sistemlerdeki yoğun rengi ve düşük biyobozunurluğu sebebi ile bu çalışmada kirletici olarak tercih edilmiş ve *Trametes versicolor (L.) Pilát* kullanılarak hazırlanan bir biyokütle ile kesikli biyosorpsiyon çalışması yapılmıştır. Bu sistemde başlangıç çözelti pH'sı, temas süresi, başlangıç boya konsantrasyonunun etkileri araştırılmıştır. pH 4'de 1 g L^{-1} biyosorbent miktarı ile 50 dakikada yaklaşık %83 boya giderimi elde edilmiştir. Adsorpsiyon izotermi Langmuir denklemiyle uyum göstermiştir. Kinetik çalışmalar sözde ikinci dereceden kinetik modele daha iyi uyum göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu, *T. versicolor'*un sulu çözeltilerden Metil Kırmızısı gideriminde etkin bir biyosorbent olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyosorpsiyon, Metil Kırmızısı, *Trametes versicolor*

GİRİŞ

Sanayileşme ve nüfus artışı, çeşitli endüstrilerde boyalara yönelik artan talebi tetiklemiştir (Konicki vd., 2013). Ürünlerini renklendirmek için kağıt, tekstil, plastik, deri, kozmetik ve gıda gibi endüstri kolları yoğun şekilde boya kullanmaktadır. Bu işlemlerden kalan ve boya içeren atıksular su kütlelerine deşarj edilmektedir (Sivarajasekar vd., 2016). Endüstriyel boya atıklarından kaynaklanan çevre kirliliği, insan yaşamı ve çevreye yönelik tehditleri nedeniyle büyük bir endişe kaynağıdır. Özellikle tüketici gereksinimlerini karşılamak adına, endüstri tarafından kullanılan boyalar yüksek derecede kimyasal ve fotolitik stabilite göstermektedir. Bu stabilitenin bir sonucu olarak kolayca bozunmamaktadırlar. Bu bileşiklerin çevreye salınması, sadece estetik nedenlerle değil, aynı zamanda birçok azo boya ve bunların yan ürünlerinin toksik veya mutajenik olması nedeniyle istenmeyen bir durumdur (Tarawou vd.,2007). Boyalar şu şekilde sınıflandırılabilir anyonik (direk, asit ve reaktif) boyalar, katyonik (bazik) boyalar ve iyonik olmayan (dispers) boyalar. Reaktif boyalar endüstride kullanılan en büyük boya sınıfını temsil eder ve tipik olarak azo bileşikleri içerir (Yuzhu &

Vijayaraghavan, 2002). Bu boyalardan biri olan azo boya Metil Kırmızısı (2-[[4-(dimethylamino) phenyl] diazenyl]benzoic acid) sulu sistemlerdeki yoğun rengi ve düşük biyobozunurluğu sebebi ile bu çalışmada kirletici olarak tercih edilmiş ve *Trametes versicolor (L.) Pilát* kullanılarak hazırlanan bir biyokütle ile kesikli biyosorpsiyon çalışması yapılmıştır. Bu sistemde başlangıç çözelti pH'sı, temas süresi, başlangıç boya konsantrasyonunun etkileri araştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçlara göre 50 mg L^{-1} kirletici konsantrasyonu içeren bir çözeltide pH 4'de 1 g L^{-1} biyosorbent miktarı ile 50 dakikada yaklaşık %83 boya giderimi elde edilmiştir. Adsorpsiyon izotermi Langmuir denklemiyle uyum göstermiştir. Kinetik çalışmalar sözde ikinci dereceden kinetik modele daha iyi uyum göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu, *T. versicolor'*un sulu çözeltilerden Metil Kırmızısı gideriminde etkin bir biyosorbent olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

MATERYAL VE DENEYSEL YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır. Stok boya çözeltisi (1 g L^{-1}) çift damıtılmış su ile hazırlanmış ve ışık almayacak şekilde muhafaza edilmiştir. İstenilen konsantrasyonlarda deney çözeltileri, ardışık seyreltmeler yapılarak elde edilmiştir. Sulu çözeltilerin pH ayarlamaları 0.1 N hidroklorik asit (HCl) ve 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltileriyle yapılmıştır. Çalışmada biyosorbent olarak kullanılan mantarlar (*Trametes versicolor*) Sinop bölgesindeki ormanlık alandan toplanmıştır. Öncesinde saf su ile yıkanmış daha sonra 60 °C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan biyosorbentler Waring marka laboratuvar tipi öğütücüde öğütülerek standart bir elek yardımıyla 250 µm partikül boyutuna getirilmiştir. Daha sonraki kullanımlar için cam şişede saklanmıştır.

Deneysel Yöntem

Kesikli biyosorpsiyon deneyleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiş olup 100 mL hacimli bir dizi erlenmeyer şişesine 50 mL boya çözeltisi ve (1g L^{-1}) biyosorbent ilave edilerek 150 rpm karıştırma hızında çalkalanmıştır. Belirlenen temas süresi tamamlandıktan sonra, biyosorbenti çözeltiden ayırmak için, çözelti santrifüjlenmiş ve kalan boya konsantrasyonu UV–visible spektrofotometre kullanılarak 510 nm'de ölçülmüş ve konsantrasyonlar hesaplanmıştır.

Adsorpsiyon izotermlerini belirleyebilmek için oda sıcaklığında gerçekleştirilen deneyler 25-75 mg L^{-1} derişim aralığında, kinetik modelleme için yapılan çalışmalar ise 50 mg L^{-1}'lik boya çözeltisi ile gerçekleştirilmiştir. Denge ve kinetik çalışmalar için veriler MS Excel veri çözücü (Solver) ile modellenmiş ve hata değerleri (RMSE) programda hesaplanmıştır. Deneysel verilerin tutarlılığı ve tekrarlanabililiğini doğrulamak için çalışmalar iki tekrarlı yapılmış ve ortalama değerler kullanılmıştır. Boyanın adsorpsiyon kapasitesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$q_t = \frac{(Co - Ct).V}{m} \quad [1]$$

V (L) boya çözeltisinin hacmi, m (g) biyosorbent miktarı, C_0 (mg L^{-1}) boya başlangıç konsantrasyonu, Ct (mg L^{-1}) t zamanında boya çözeltisinde kalan konsantrasyon ve qt (mg g^{-1}) t zamanında adsorplanan boya miktarı.

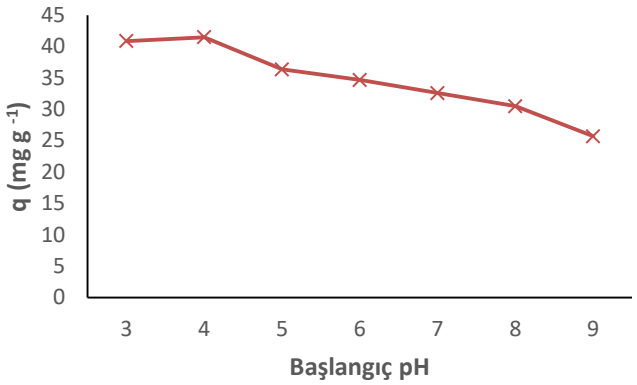
Tablo 1. Deneylerde Kullanılan Modellerin Doğrusal Olmayan Denklemleri

	Model	Denklem	Referans
İzoterm Modeller	Langmuir	$qe = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e}, \quad RL = \frac{1}{1 + K_L C_0}$	Langmuir,1918
	Freundlich	$q_e = K_F C_e^{(1/n)}$	Freundlich,1906
	Temkin	$qe = B_T \ln(K_T C_e), B_T = (\frac{RT}{b_T})$	Temkin, 1941
Kinetik modeller	Yalancı Birinci Derece	$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t})$	Lagergren, 1898
	Yalancı İkinci Derece	$q_t = \frac{k_2 (q_e)^2 t}{1 + k_2 q_e t}$	Ho and McKay,1999
ortalama hata kareleri kökü (RMSE)		$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(tahmin\ edilen\ değer - deneysel\ değer)_i^2}$	

BULGULAR VE TARTIŞMA

Başlangıç pH'nın Etkisi

Başlangıç pH değerinin etkisini araştırmak için 50 mg L^{-1} boya konsantrasyonunda 1 g L^{-1} biyosorbent dozajında ve 50 dakika çalkalama süresi ile yapılan deneysel çalışmalar 3 ile 9 arasındaki pH değerlerinde yapılmıştır. Başlangıç pH 'nın boya giderimi üzerine etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Giderim veriminin pH artışı ile azaldığı görülmektedir. Sonraki çalışmalar pH 4'de gerçekleştirilmiştir.

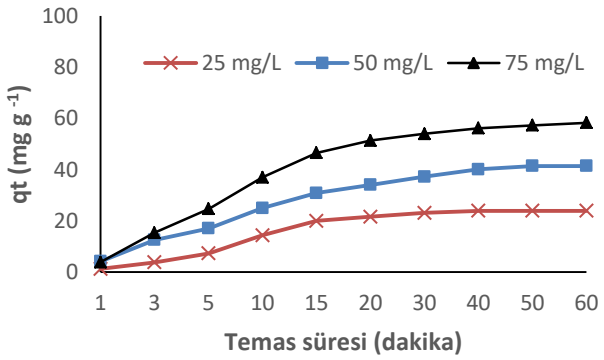


Şekil 1. Başlangıç pH'sının Etkisi

Düşük pH değerlerinde biyosorbentin yüzeyindeki pozitif yük yoğunluğu, hidrojen iyonları konsantrasyonunun artışıyla anyonik özellik gösteren kirletici boya ile biyosorbentin yüzeyindeki sorpsiyon siteleri arasında elektrostatik çekim sağlayarak giderimi bir miktar artırmıştır. Literatürde farklı adsorbentler için de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Dım, 2013).

Temas Süresinin Etkisi ve Kinetik Çalışmalar

Şekil 2'de boya gideriminde 3 farklı konsantrasyonda temas süresinin etkisini gösteren grafik verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere üç konsantrasyonda da ilk dakikalarda daha hızlı bir giderim olmuş sonrasında daha yavaş bir giderimle dengeye ulaşmıştır. Dengeye ulaşma süresi 25 ve 50 mg L^{-1} konsantrasyonlarında 50 dakikada olmuştur. 75 mg L^{-1} konsantrasyonunda 60 dakikaya kadar uzamıştır. Dengeye ulaşana kadar temas süresi arttıkça giderim kapasitesi de artış göstermiştir.

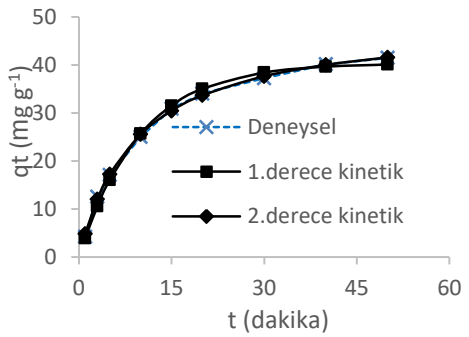


Şekil 2. Biyosorpsiyon Süresinin Etkisi

Kinetik çalışmalar için 2 farklı kinetik model uygulanmıştır. Yalancı birinci derece ve yalancı ikinci derece kinetic modeller için lineer olmayan denklemler ile hesaplamalar yapılmıştır. Kinetik çalışmalara ait grafik Şekil 3'te verilmiştir. Yapılan hesaplamalar Tablo 2'de verilmiştir. Daha düşük hata oranı (RMSE) (ortalama hata kareleri kökü) ve yüksek korelasyon katsayısı (R^2) ile kinetik hız verilerinin yalancı 2. derece denkleme uyduğu görülmüştür. Yalancı 2. derece, reaksiyona dayalı bir kinetik modelde biyosorpsiyon hızının kimyasal etkileşimler tarafından kontrol edilebileceği varsayılmaktadır (Ioannou vd., 2013).

Tablo 2. Kinetik veriler

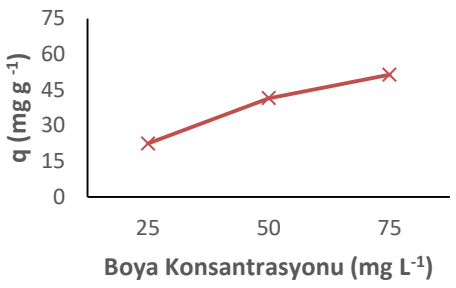
Kinetik parametreler	
Yalancı 1.derece kinetik	
qe (mg g^{-1})	40,34
k_F (min^{-1})	0,1012
R^2	0,9939
RMSE	1,08
Yalancı 2.derece kinetik	
qe (mg g^{-1})	49,31
k_s (g mg^{-1} min^{-1})	0,0022
R^2	**0,9990**
RMSE	**0,40**



Şekil 3. Kinetik çalışmalar

Başlangıç Boya Konsantrasyonunun Etkisi ve Denge Çalışmaları

3 farklı başlangıç konsantrasyonunda (25-50-75mg L^{-1}) boya giderimi çalışılarak başlangıç boya konsantrasyonunun etkisi araştırılmıştır (Şekil 4). Boya konsantrasyonundaki artış giderim yüzdesini azaltmış ancak giderim kapasitesini (q_e) artırmıştır. Artan kirletici konsantrasyonu biyosorpsiyon işleminde itici güç olduğu için alım kapasitesinde artış sağlamıştır.

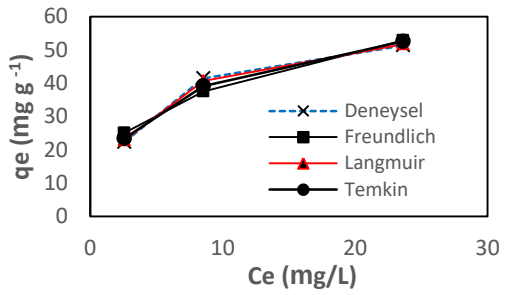


Şekil 4. Boya konsantrasyonunun etkisi

Biyosorpsiyon verileri Langmuir, Freundlich ve Temkin doğrusal olmayan model denklemleriyle analiz edilmiş (Şekil 5) ve model parametreleri Tablo 3'de sunulmuştur. Daha düşük hata oranı (RMSE) (ortalama hata kareleri kökü) ve yüksek korelasyon katsayısı (R^2) ile tek tabakalı adsorpsiyonu ifade eden Langmuir model denkleminin en iyi uyumu sağladığını söylemek mümkündür. Modele göre *T. versicolor* ile Metil Kırmızısı biyosorpsiyonu için maksimum tek tabakalı adsorpsiyon değeri q_m 61,15 mg g^{-1} olarak hesaplanmıştır. Langmuir model denkleminin uygunluğunu belirten sabit olan R_L değeri ($0<R_L<1$) hesaplanarak tabloya eklenmiştir.

Tablo 3. İzoterm Model Parametreleri

Model parametreleri	
Langmuir	
qm (mg g^{-1})	61,15
K_L(L mg^{-1})	0,233
R_L	(0,05-0,147)
RMSE	**0,594**
R^2	**0,9977**
Freundlich	
K_F ($mg^{1-1/n}$ $L^{1/n}$ g^{-1})	18,267
1/n	0,336
RMSE	2,88
R^2	0,9431
Temkin	
B_T	13,154
K_T	2,308
RMSE	1,61
R^2	0,9820



Şekil 5. İzoterm çalışmaları

SONUÇLAR

Çalışmanın sonuçlara göre 50 mg L^{-1} kirletici konsantrasyonu içeren bir çözeltide pH 4'de 1 g L^{-1} biyosorbent miktarı ile 50 dakikada yaklaşık %83 boya giderimi elde edilmiştir. Adsorpsiyon izotermi Langmuir denklemiyle uyum göstermiştir. Maksimum tek tabakalı adsorpsiyon kapasitesi (qm) 61,15 mg g^{-1} olarak hesaplanmıştır. Kinetik çalışmalar sözde ikinci dereceden kinetik modele daha iyi uyum göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu, *T. versicolor'*un sulu çözeltilerden Metil Kırmızısı gideriminde etkin bir biyosorbent olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Kaynaklar

Dım, P. E. (2013). Adsorption of methyl red and methyl orange using different tree bark powder. *Adsorption*, *4*(1), 330-338.

Ioannou, Z., Karasavvidis, C., Dimirkou, A., & Antoniadis, V. (2013). Adsorption of methylene blue and methyl red dyes from aqueous solutions onto modified zeolites. Water Science and Technology, 67(5), 1129-1136.

Konicki, W., Sibera, D., Mijowska, E., Lendzion-Bielun, Z., Narkiewicz, U. (2013). Equilibrium and kinetic studies on acid dye Acid Red 88 adsorption by magnetic ZnFe2O4 spinel ferrite nanoparticles. Journal of Colloid and Interface Science, 398, 152-160.

Sivarajasekar N., R. Baskar, T. Ragu, K. Sarika, N.Preethi, T. Radhika, 2016. Biosorption studies on waste cotton seed for cationic dyes sequestration: equilibrium and thermodynamics.

Tarawou, T., Horsfall Jr, M., & Vicente, J. L. (2007). Adsorption of methyl red by water-hyacinth (eichornia crassipes) biomass. *Chemistry & biodiversity*, *4*(9), 2236-2245.

Yuzhu, F. T. & Viraraghavan, K. (2002). Removal of Congo red from an Aqueous Solution by Fungus Aspergillus niger. Advances in Environmental Research 7: 239_247

İNAKTİVE EDİLMİŞ FARKLI LİKEN TÜRLERİYLE SULU ÇÖZELTİLERDEN AĞIR METAL GİDERİMİ

[1]Fatma Ekmekyapar Torun, [2]Sinan Kul , [3]Şahset İrdemez

[1]Atatürk Üniversitesi, 0000-0002-2289-176X

[2]Bayburt Üniversitesi,0000-0002-7824-756X

[3]Atatürk Üniversitesi, 0000-0002-0205-4630

ÖZET

Önemli bir çevre problemi olan ağır metal kirliliği, endüstriyel gelişim ile birlikte insanları ve diğer canlıları daha fazla etkilemektedir. Petrol rafinerileri, gübre fabrikaları, boya, tekstil, deri, kaplama, çelik ve diğer metal işleme endüstrileri, trafik ve dünyadaki doğal metal rezervleri ağır metal kirliliğinin başlıca kaynakları arasında gösterilmektedir. Birikim yaparak canlı organizmalarda toksisite etkisi oluşturduğu için ağır metallerin uygun yöntemler kullanılarak uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Civa, kurşun, kadmiyum, arsenik gibi ağır metallerin düşük konsantrasyonları bile pek çok canlı için toksik etki yapabilir. Atıksulardan ağır metallerin gideriminde kimyasal çöktürme, adsorpsiyon, iyon değişimi, membran filtrasyon, ters ozmos, buharlaştırma ve elektrokimyasal prosesler gibi yöntemler kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise düşük maliyetli adsorbentlerin ağır metal gideriminde kullanıldığı biyosorpsiyon yöntemi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla ağaç yaprakları ve kabukları, meyve kabukları ve çekirdekleri, çay ve kahve gibi çeşitli tarım ürünlerinin posaları, mantarlar, yosunlar, evsel ve endüstriyel atıklar biyosorbent olarak kullanılabilmektedir. Kolay elde edilmeleri, bol bulunmaları, maliyetlerinin düşüklüğü ve atık oluşturmamaları bakımından oldukça kullanışlı ürünlerdir. Bu çalışmada metal biriktirme ve adsorplama kapasitesine sahip olan likenler ile ağır metallerin biyosorpsiyonu araştırılmıştır. Likenler, mantarların ve alglerin ortak yaşamından oluşan simbiyotik canlılardır. Mantarlar yaşam birliğine su ve suda erimiş mineralleri temin eder, algler ise fotosentez yaparak birliğe organik madde sağlarlar. Çalışmada dört farklı liken türü (*Evernia divaricata* Ach., *Ramalina capitata* Ach., *Usnea filipendula* Stirt., *Bryoria capillaris* Ach.) inaktive edilerek Cu(II), Pb(II), Zn(II), Co(II), Cd(II) ve Ni(II) metal iyonlarının biyosorpsiyonunda kullanılmıştır. Denemeler ortam sıcaklığı, karıştırma hızı, başlangıç metal iyonu konsantrasyonu ve başlangıç biyosorbent konsantrasyonu için aynı şartlarda yürütülmüş olup sulu çözeltilerin doğal pH değerlerinde çalışılmıştır. Kullanılan liken türlerinin her bir ağır metal için biyosorplama verimleri hesaplanmış ve karşılaştırmaları yapılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metaller, Liken, Biyosorpsiyon.

HEAVY METAL REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY DIFFERENT SPECIES OF INACTIVATED LICHENS

ABSTRACT

Heavy metal pollution, which is an important environmental problem, affects people and other living things more because of industrial development. Oil refineries, fertilizer factories, paint, textile, leather, coating, steel and other metal processing industries, traffic and natural metal reserves are among the main sources of heavy metal pollution. Heavy metals should be removed by using appropriate methods as they cause toxicity to living organisms by piling up. Heavy metals such as mercury, lead, cadmium, arsenic can be toxic to many living things even low concentrations. Methods such as chemical precipitation, adsorption, ion exchange, membrane filtration, reverse osmosis, evaporation and electrochemical processes are used in the removal of heavy metals from wastewaters. Studies conducted in recent years have focused on the biosorption method in which low-cost adsorbents are used for heavy metal removal. For this purpose, tree leaves and barks, fruit peels and seeds, pulps of various agricultural products such as tea and coffee, mushrooms, mosses, domestic and industrial wastes can be used as biosorbents. They are very advantage products in terms of being easily obtained, abundant, low cost and not creating waste. In this study, the biosorption of heavy metals using lichens, which have metal deposition and adsorption capacity, was investigated. Lichens are symbiotic creatures composed of fungi and algae. While fungi supply water and minerals dissolved in water to the community of life, algae provide organic matter to the union by photosynthesis. In the study, four different types of lichen (*Evernia divaricata* Ach., *Ramalina capitata* Ach., *Usnea filipendula* Stirt., *Bryoria capillaris* Ach.) were inactivated and then used for biosorption of Cu (II), Pb (II), Zn (II), Co (II), Cd (II) and Ni (II) metal ions. In the experiments, ambient temperature, stirring speed, initial metal ion concentration and biosorbent concentration were kept constant and in the natural pH values of the solutions were studied. The biosorption efficiencies of the lichen species used for each heavy metal were calculated and compared.

Keywords: Heavy Metals, Lichen, Biosorption.

GİRİŞ

Kentleşmenin hızlanması ve endüstriyel gelişim yüksek istihdam ve ekonomik kazançlar sağlamakla beraber daha fazla kirleticinin oluşmasına dolayısıyla ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Metal iyonları teknolojik önemleri nedeniyle çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmakta ve açığa çıkan metal içerikli atıksular önemli bir çevre problemi oluşturmaktadırlar. Ağır metal içeren başlıca endüstriler arasında demir çelik sanayi, deri sanayi, termik santraller, cam üretimi, çimento üretimi, gemi sanayi, boya sanayi, elektrokaplama, madencilik ve pil üretimi yer almaktadır. Ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Bu nedenle sürekli tüketilen içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum ağır metal değerleri sınırlandırılmış ve resmi kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunlu kılınmıştır. Doğada birikim yaparak canlı organizmalarda kalıcı toksik etki yapan ağır metallerin çevreye olan zararlarının azaltılması

ve kirlilik kontrolünün sağlanması için giderimleri yapılmalıdır. Ağır metal içeren atıksular ağır metal türüne ve miktarına bağlı olarak değişen kimyasal çöktürme, iyon değişimi, membran filtrasyon, buharlaştırma ve elektrokimyasal prosesler gibi çeşitli yöntemlerle arıtılmaktadır. Bu yöntemlerin yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olması daha ucuz ve kullanımı kolay yeni tekniklerin geliştirilmesine neden olmuştur. Günümüzde adsorpsiyon, bu atıksuların arıtımında diğer yöntemlere alternatif olarak etkin ve verimli bir şekilde kullanılmaktadır (Hamutoğlu vd. 2012, Guiza 2017, Fiyadh vd. 2019, Cheng vd. 2019).

Ağır metal içeren atıksuların adsorpsiyon ile arıtımı, seçici olarak bir katı adsorbent yüzeyindeki aktif gruplara çeşitli fiziksel ve kimyasal bağlarla iyonların tutunması şeklinde olmaktadır. Biyolojik kökenli malzemelerin metal adsorpsiyonunda kullanılması işlemi de "biyosorpsiyon" olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda biyosorpsiyon kavramı, metal iyonlarının sulu ortamdan canlı ve cansız biyokütle ile uzaklaştırılması olarak da tanımlanmaktadır. Biyosorpsiyon mekanizması, hücre metabolizmasına bağlı ve çözeltiden uzaklaştırılan metalin bulunduğu yere bağlı olarak iki şekilde sınıflandırılabilir. Metal alımında metabolizmaya bağımlı biyosorpsiyon, sadece canlı hücrelerle gerçekleştirilir ve belli bir reaksiyon süresi gerektirmektedir. Fiziksel adsorpsiyon, iyon değişimi, kompleksleşme gibi hücre yüzeyine adsorpsiyon esasına dayanan, metal ve hücre yüzeyinin fonksiyonel grupları (polisakkaritler, proteinler, yağlar, karboksil, hidroksil, sülfat, fosfat, amino grupları vb.) arasındaki fizikokimyasal etkileşim ise metabolizmadan bağımsızdır. Biyosorpsiyon, hızlı ve tersinirdir, böylece metal desorbe edilerek geri kazanılabilir (Veglio ve Beolchini 1997). Biyosorpsiyon yöntemi, metal iyonu türü ve konsantrasyonu, biyosorbent türü ve miktarı, sıcaklık, çözelti pH'sı, karıştırma hızı gibi fizikokimyasal faktörlere bağlıdır. Biyosorbent olarak adlandırılan biyolojik malzemeler atık veya doğal bir kaynaktan kolay ve ucuza elde edilebilir. Bakteri, mantar, alg, maya gibi mikrobiyal biyokütleler, endüstriyel ve tarımsal atıklar, ağaç kabuları, yaprak, talaş gibi doğal kalıntılar ve kitosan, selüloz gibi diğer biyolojik malzemeler kullanılarak metal içeren düşük konsantrasyon ve yüksek hacimli atık suların arıtımı sağlanabilir (Fomina ve Gadd 2014, Gök ve Mesutoğlu 2017).

Çok eski dönemlerden beri boya ve ilaç kaynağı olarak kullanılan bazı liken türlerinin son yıllarda yapılan araştırmalarda çok yüksek biyosorplama kapasitesine sahip oldukları görülmüştür (Uluözlü vd. 2008, Bingöl vd. 2009, Yalçın vd. 2010, Ekmekyapar vd. 2012, Bingul vd. 2016). Mantar ve alg ortaklığından oluşan bu simbiyotik canlılar; kök, gövde ve yaprak gibi farklılaşmış organlara sahip değillerdir. Alg ve mantar, tallus denen bir yapı içerisinde gelişir. Mantar, yaşam birliğine su ve suda erimiş mineral maddeleri; alg ise fotosentez yaparak organik maddeleri temin eder. Likenlerin özel bir iletim sistemi olmadığı için bu maddeler tallus yüzeyi boyunca alınır ve tallus ile temas eden hemen her türlü element ve bileşik yakalanıp depo edilebilir. Likenler, dünyanın her yerine özellikle kuzey bölgelere yayılmıştır. Genellikle kayaların, taşların, orman ağaçlarının gövde ve dallarında yetişmektedirler.

Bu çalışmada dört farklı liken türü (*Evernia divaricata* Ach., *Ramalina capitata* Ach., *Usnea filipendula* Stirt., *Bryoria capillaris* Ach.) inaktive edilerek Cu(II), Pb(II), Zn(II), Co(II), Cd(II) ve Ni(II) metal iyonlarının biyosorpsiyonunda kullanılmıştır. Çözeltilerin doğal pH değerlerinde liken türlerinin eşit miktarı ile yapılan çalışmalarda ağır metallerin giderim oranları hesaplanarak, bu liken türleriyle yapılacak olan metal biyosorpsiyonu çalışmaları için bir ön izleme oluşturulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan liken biyokütleleri Erzurum ve Giresun'dan toplanmış ve türleri *Evernia divaricata* Ach., *Ramalina capitata* Ach., *Usnea filipendula* Stirt., *Bryoria capillaris* Ach. olarak belirlenmiştir.

Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler (Merck) analitik saflıkta olup sentetik olarak ağır metal içeren su hazırlamak için $Pb(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2.3H_2O$, $ZnSO_4.7H_2O$, $CoCl_2.6H_2O$, $CdCl_2.H_2O$ ve $NiCl_2.6H_2O$ kullanılmıştır. Gereken miktarlardaki maddeler deiyonize suda çözülerek 100 mg/L'lik stok metal çözeltileri hazırlanmıştır. Deneylerde kullanılan 10 mg/L'lik metal çözeltileri stok çözeltilerden gerekli seyreltmeler yapılarak hazırlanmıştır.

Deney Sistemi

Biyosorpsiyon denemeleri 100 mL çalışma hacminde 250 mL'lik erlenler kullanılarak kesikli çalışan bir sistemde yapılmıştır. Sabit sıcaklık ve karıştırma hızında çalışabilen bir çalkalayıcıdan (Thermolyne ROSİ 1000) örnekler alınmıştır. Alınan örnekler, filtre kâğıdından (Whatman GF/A) süzülmüş ve süzüntü, adsorplanmadan kalan metal iyonu konsantrasyonunu tayin etmek için kullanılmıştır.

Yöntem

Çalışmada kullanılan liken biyokütleleri deiyonize suda yıkanmış, 80°C sıcaklıkta 48 saat boyunca etüvde tutularak inaktive edilmiştir. İnaktive liken biyokütleleri porselen havanda öğütülüp elekten geçirilmiş ve denemeler 180-300 μm tanecik boyutuna sahip biyosorbentlerden 0,5 g'lık tartımlar yapılarak yürütülmüştür. Biyosorpsiyon ortamındaki serbest metal iyonu konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Shimadzu AA-6800) ölçülmüştür.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Metal İyonlarının İnaktive Liken Biyokütleleriyle Biyosorpsiyonu

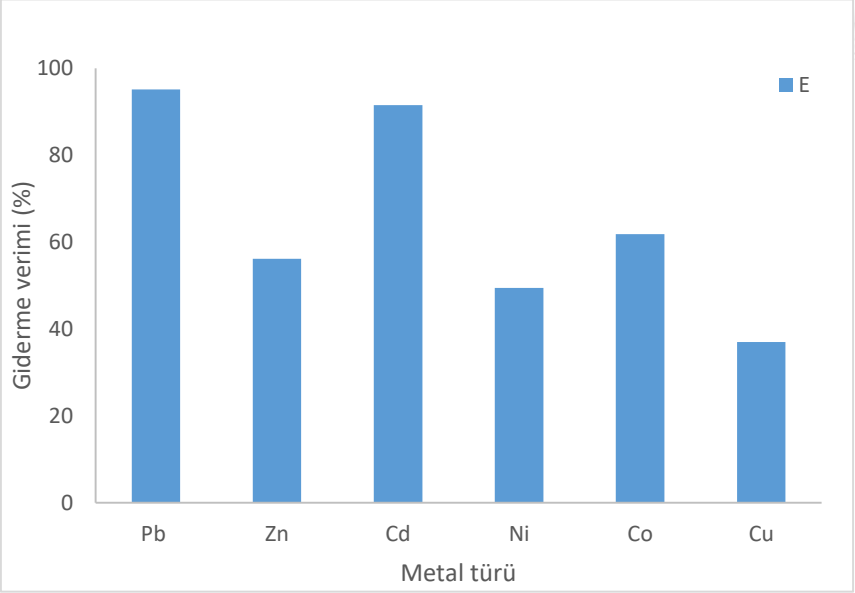
100 mg/L'lik stok metal çözeltilerinden gerekli seyreltmeler yapılarak deneylerde kullanılan 10 mg/L'lik çözeltiler hazırlanmıştır. Liken biyokütleleri 5g/L'lik konsantasyonlarda 10 mg/L

ağır metal konsantrasyonuna sahip 100 mL hacmindeki çözeltilere eklenmiş ve 150rpm karştırma hızında 60 dak. boyunca çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Deneyler, ortam sıcaklığında (15°C) ve biyokütlelerin çözeltiye eklendikten sonraki doğal pH değerlerinde yürütülmüştür. Daha sonra süzme işlemi yapılarak örnekler atomik absorpsiyon spektrofotometresinde adsorplanmadan kalan metal iyonu konsantrasyonunu belirlemek üzere analiz edilmiştir. pH ayarlaması yapılmadan başlatılan deneylerde çözeltilerin başlangıç pH değerleri liken biyokütlesinin türüne göre Tablo1'de verilmiştir. Kullanılan liken biyokütlelerinin ağır metal çözeltilerinin kendi pH değerlerini küçük değişimler dışında etkilemediği gözlenmiştir.

Tablo 1. Metal Çözeltilerinin Başlangıç pH Değerleri

	Cu(II)	Pb(II)	Zn(II)	Co(II)	Cd(II)	Ni(II)
Evernia divaricata Ach.	4,5	4,8	5,3	5,1	5,2	5,1
Ramalina capitata Ach.	5,3	5,3	5,6	5,6	5,5	5,5
Usnea filipendula Stirt.	4,6	4,9	5,2	5,3	5,0	5,1
Bryoria capillaris Ach.	4,7	5,1	4,9	5,0	5,0	4,8

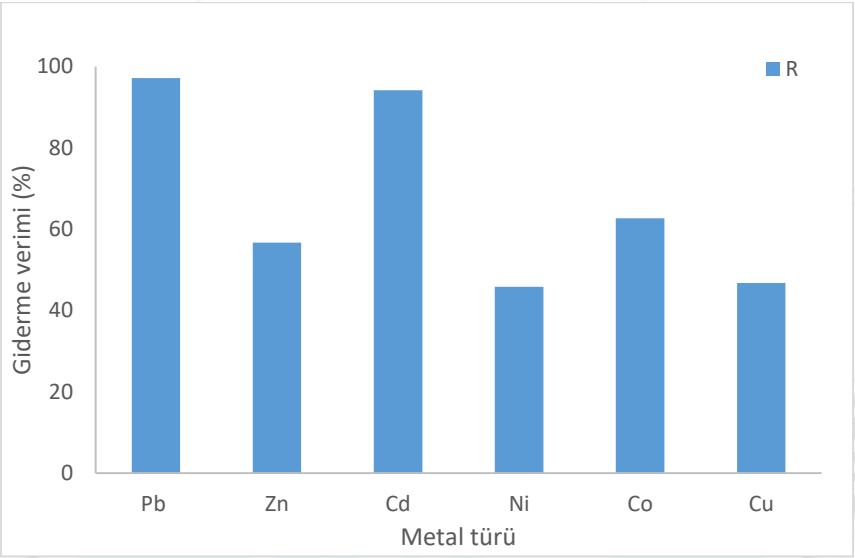
Evernia divaricata Ach. liken biyokütlesi kullanılarak altı farklı ağır metalin biyosorpsiyonuna ait giderim verimleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. *Evernia divaricata* Ach. ile Ağır Metallerin Giderim Verimleri

Evernia divaricata Ach. liken biyokütlesi ile Pb(II) ve Cd(II) metal giderim verimleri sırasıyla %95,1 ve %91,5 olarak bulunmuştur. Diğer ağır metallerin giderim verimleri ise en düşük Cu(II) için bulunmuş olup %37 ile %61,8 arasında değişmiştir. Biyokütlenin ağır metalleri biyosorplama kapasitesinin Pb(II)>Cd(II)>Co(II)>Zn(II)>Ni(II)>Cu(II) şeklinde azaldığı görülmüştür. *Evernia divaricata* Ach. liken türünün Pb(II) için biyosorplama kapasitesi 1,90 mg/g, Cd(II) için ise 1,83 mg/g olarak hesaplanmıştır.

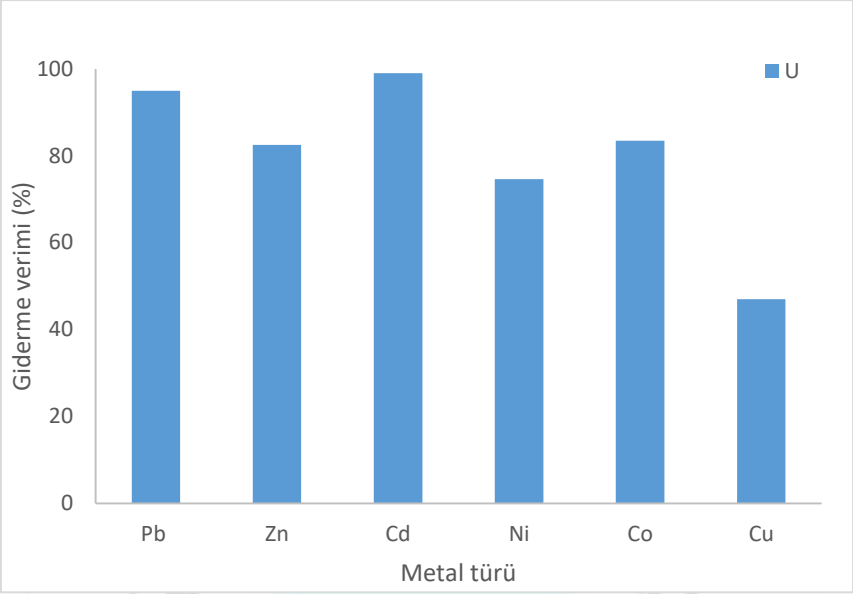
Ramalina capitata Ach. liken türünün kullanılmasıyla yapılan metal biyosorpsiyonu deneylerinden elde edilen giderim verimleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. *Ramalina capitata* Ach. ile Ağır Metallerin Giderim Verimleri

Ramalina capitata Ach. liken biyokütlesiyle yapılan deneylerin sonucunda en yüksek giderim verimleri Pb(II) için %97,2 ve Cd(II) için ise %94,2 olarak hesaplanmıştır. En düşük giderim verimleri Ni(II) ve Cu(II) için bulunmuş olup sırasıyla %45,8 ve %46,8'dir. Biyokütlenin ağır metalleri biyosorplama kapasitesi Pb(II)>Cd(II)>Co(II)>Zn(II)>Cu(II)>Ni(II) şeklinde azalmıştır. En yüksek giderim verimlerinin elde edildiği Pb(II) ve Cd(II) için *Ramalina capitata* Ach. türünün biyosorplama kapasitesi 1,95 mg/g ve 1,88 mg/g olarak belirlenmiştir.

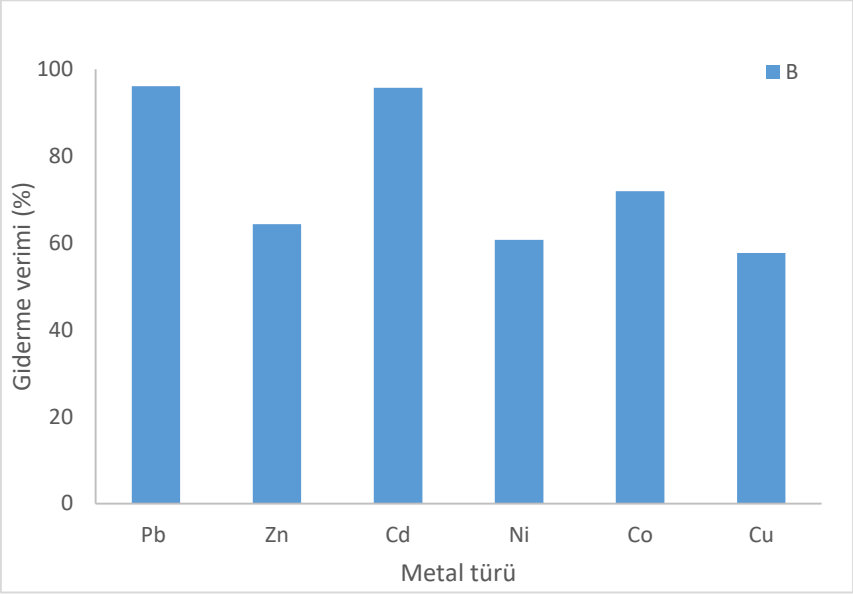
Usnea filipendula Stirt. liken örneklerinin biyosorbent olarak kullanıldığı ağır metal biyosorpsiyonu deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. *Usnea filipendula* Stirt. ile Ağır Metallerin Giderim Verimleri

Usnea filipendula Stirt. liken biyokütlesiyle yapılan biyosorpsiyon deneylerinde en yüksek giderim verimleri Cd(II) ve Pb(II) için bulunmuş olup sırasıyla %99 ve %95 değerleri elde edilmiştir. En düşük verim değeri %47 ile Cu(II) metali için hesaplanmıştır. Diğer ağır metallerin giderim verimleri %83,5 ile %74,6 arasında değişmiştir. Hesaplanan en yüksek biyosorpsiyon kapasiteleri 1,97 mg/g ve 1,90 mg/g olarak Cd(II) ve Pb(II) metallerinde izlenmiştir. Biyokütlenin biyosorplama kapasitesinin eğilimi Cd(II)>Pb(II)>Co(II)>Zn(II)> Ni(II)>Cu(II) şeklinde düşüş göstermiştir.

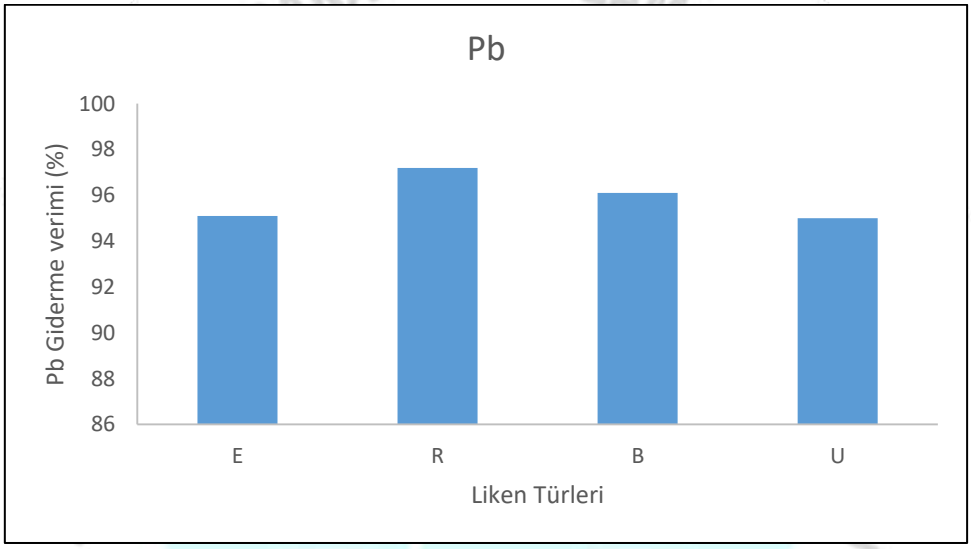
Bryoria capillaris Ach. türü liken biyokütlesinin kullanıldığı deneylere ait ağır metal gidertim verimleri Şekil 4'de verilmiştir.



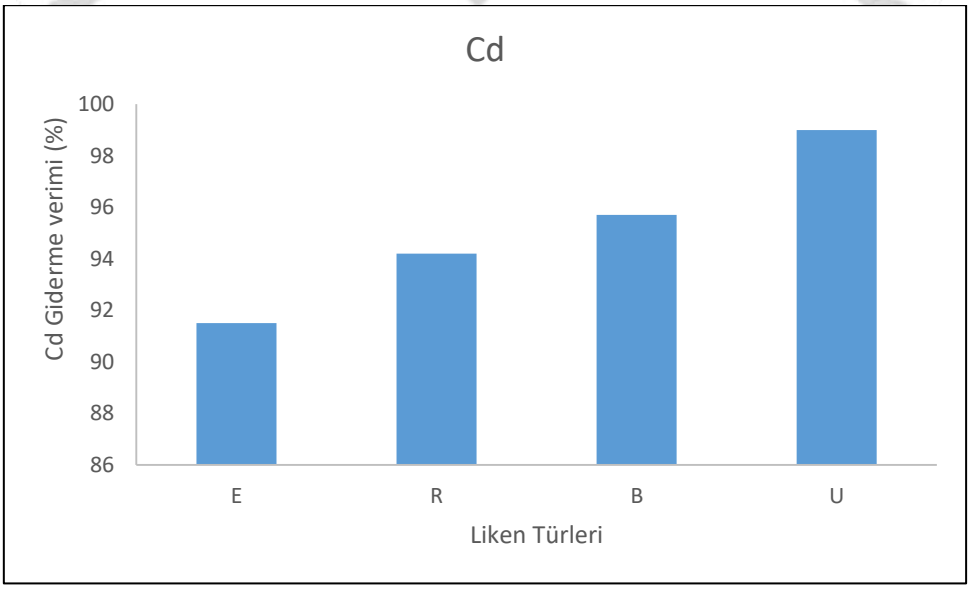
Şekil 4. *Bryoria capillaris* Ach. ile Ağır Metallerin Giderim Verimleri

Bryoria capillaris Ach. biyokütlesi ile yapılan biyosorpsiyon deneylerinde en yüksek metal giderim verimleri Pb(II) ve Cd(II)'de bulunmuştur. Bu değerler Pb(II) ve Cd(II) için sırasıyla %96,1 ve %95,7 olarak hesaplanmış olup en yüksek biyosorplama kapasitesileri ise 1,92 mg/g 1,91 mg/g olarak belirlenmiştir. Diğer ağır metaller için giderim verimleri en düşük Cu(II)'de olmak üzere %57,7 ile %71,9 arasında değişiklik göstermiştir. Biyosorbentin metal türlerine olan ilgisi Pb(II)>Cd(II)>Co(II)>Zn(II)>Ni(II)>Cu(II) şeklinde azalmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, kullanılan dört farklı liken türünün de Pb(II) ve Cd(II) giderimi için yüksek biyosorplama kapasitelerine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 5, Şekil 6). Pb(II) için tüm türler %95'in üzerinde giderim verimi sağlarken bu değer Cd(II) için %91 olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Farklı Liken Türleriyle Pb(II) Giderim Verimleri



Şekil 6. Farklı Liken Türleriyle Cd(II) Giderim Verimleri

Pb(II) için en yüksek ilgisi olan liken türü *Ramalina capitata* Ach., Cd(II) için ise *Usnea filipendula* Stirt. olduğu gözlenmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada farklı liken türleri sıcaklıkla inaktive edilmiş ve değişik ağır metallerin biyosorpsiyonunda kullanılmıştır. Dört farklı liken türü (*Evernia divaricata* Ach., *Ramalina capitata* Ach., *Usnea filipendula* Stirt., *Bryoria capillaris* Ach.) aynı deney şartlarında altı ayrı ağır metalin (Cu(II), Pb(II), Zn(II), Co(II), Cd(II) ve Ni(II)) uzaklaştırılmasında biyosorbent olarak kullanılmıştır. Çalışmalar çözeltilerin 10 mg/L başlangıç konsantrasyonunda ve doğal pH değerlerinde, 15 ^{o}C'lik ortam sıcaklığında, 150 rpm karıştırma hızında, 60 dak. süreyle yürütülmüştür. Pb(II) ve Cd(II) metallerinin biyosorplanma kapasiteleri tüm liken türleriyle oldukça yüksek olup giderim verimleri %90'ın üzerinde olmuştur. Cu(II) ve Ni(II) için ise kullanılan tüm biyosorbentlerin tutma kapasitelerinin daha zayıf olduğu gözlenmiştir. Tüm türlerin Cu(II) ve Ni(II) giderim verimleri %60'ın altında kalmış, yalnızca *Usnea filipendula* Stirt. ile Ni(II) giderimi %74,6 olarak bulunmuştur. *Usnea filipendula* Stirt. ile Co(II) ve Zn(II) giderimleri de %80'in üzerinde olumlu şekilde sonuçlanmıştır. Diğer liken türleriyle yapılan deneylerde Co(II) ve Zn(II) giderim verimleri %70'in altında olmuştur.

Araştırmacıların bu liken türleriyle yapacakları ileriki metal biyosorpsiyonu çalışmalarında, Pb(II) ve Cd(II) için biyokütleleri başarıyla kullanıp yüksek giderim verimleri elde edebilecekleri, diğer metaller için ise deney şartlarının değiştirilmesiyle veya biyokütlelerin çeşitli aktivasyon işlemlerine tabi tutulmasıyla yüksek giderim verimlerine ulaşabilecekleri sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Bingul, Z., Gurbuz, H., Aslan, A., Ercisli, S., 2016. Biosorptıon of Zinc (II) From Aqueous Solutıons by Nonliving Lichen Biomass of *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., Environmental Engineering and Management Journal, 15(12), 2733-2740.

Bingöl A, Aslan A, Cakici A. 2009. Biosorption of Chromate Anions from Aqueous Solution By A Cationic Surfactant-Modified Lichen (Cladonia rangiformis (L.)), J. Hazard Mat., 161(2-3), 747-752.

Cheng, S.Y., Show, P., Lau, B.F., Chang, J., Ling, T.C., 2019. New Prospects for Modified Algae in Heavy Metal Adsorption, Trends in Biotechnology, 37(11), 1255-1268.

Ekmekyapar, F., **Aslan**, A., **Bayhan**, Y.K., Cakici, A., 2012. Biosorption of Pb(II) by Nonliving Lichen Biomass of *Cladonia rangiformis* Hoffm., International Journal of Environmental Research, 6(2), 417-424.

Fiyadh, S.S., AlSaadi, A.M., Jaafar, W.Z., AlOmar, M.K., Fayaed, S.S., Mohd, N.S., Hin, L.S., El-Shafie, A., 2019. Review on heavy metal adsorption processes by carbon nanotubes, Journal of Cleaner Production, 230, 783-793.

Marina Fominaa, M., Gaddb, G.M., 2014. Biosorption: current perspectives on concept, definition and application, Bioresource Technology, 160, 3-14.

Gök, O., Mesutoğlu, Ö.Ç., 2017. Ağır metallerin giderimi için düşük maliyetli adsorban olarak pirina kullanımı, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32(2), 507-516.

Guiza, S., 2017. Biosorption of heavy metal from aqueous solution using cellulosic waste orange peel, Ecological Engineering, 99, 134-140.

Hamutoğlu, R., Dinçsoy, A.B., Cansaran Duman, C., Aras, S., 2012. Biyosorpsiyon, Adsorpsiyon ve Fitoremediasyon Yöntemleri ve Uygulamaları, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 69(4), 235-253.

Uluözlü, O.D., Sarı, A., Tuzen, M., Soylak, M., 2008. Biosorption of Pb(II) and Cr(III) from Aqueous Solution by Lichen (*Parmelina tiliaceae*) biomass, Bioresource Technol, 99, 2972-2980.

Veglio, F. and Beolchini F., 1997. Removal of metals by biosorption: a review. Hydrometallurgy, 44 (3), 301-316.

Yalçın E, Çavuşoğlu K, Kınalıoğlu K., 2010. Biosorption of Cu2+ and Zn2+ by raw and autoclaved Rocella phycopsis. J. Environ Sci., 22(3), 367-73.

ANSYS MAXWELL İLE DOĞRUSAL OLMAYAN ENDÜKTAS HESABININ MANYETİK ÇÖZÜCÜ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi -0000 0001 8461 8702

ÖZET

Transformatörler, güç sistemlerindeki sağlamlığı ve uygulaması sebebiyle güç sistemlerinde kullanılmaya başlandığından beri büyük ilgi görmektedir. Bu nedenle, sürekli artan güç talebinden dolayı transformatörlerin nominal değerleri daha büyük güç sistemlerinde daha da büyümektedir. Transformatörlerin performans özelliklerini ve güç sistemlerine uyumluluğunu arttırmak için birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmalar için farklı yöntemler ve analiz araçları bulunmaktadır. Transformatörlerdeki endüktans hesabı, manyetostatik çözümün önemli bir parçasıdır. Çünkü endüktif özellikler, problemin doğrusal olmayan yönleri ile değişmektedir. Bu çalışmada, endüktans hesabının özellikleri ve kavramları açıklanmıştır. Bu amaçla, ANSYS@Maxwell ortamında endüktans hesaplamasının nasıl anlamlı sonuçlar verdiğini görmek için 3 fazlı, faz başına 3 bobinli bir indüktör kullanılmıştır. Trafo modellendikten sonra model analiz edilmiştir. Son olarak, hesaplamayı doğru tanımlamak için artımlı endüktans hesaplaması, doğrusal olmayan çalışma bölgesindeki görünür endüktans ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Transformatör, SEY, Maxwell-3D, Tasarım, Modelleme, Endüktans.

NON-LINEAR INDUCTANCE CALCULATION USING ANSYS MAXWELL WITH MAGNETIC SOLVER

ABSTRACT

Transformers have attracted great interest since they have been used in power systems due to their robustness and application in power systems. Therefore, the nominal values of transformers grow even more in larger power systems due to the constantly increasing power demand. Many researches are carried out to increase the performance characteristics of transformers and their compatibility with power systems. There are different methods and analysis tools for these studies. Inductance calculation in transformers is an important part of

the magnetostatic solution. Because the inductive properties change with the nonlinear aspects of the problem. In this study, properties and concepts of inductance calculation are explained. For this purpose, a 3 phase inductor with 3 coils per phase is used to see how inductance calculation yields meaningful results in ANSYS@Maxwell environment. After the transformer has been modeled, the model has been analyzed. Finally, the incremental inductance calculation is compared with the apparent inductance in the nonlinear operating range to define the calculation correctly.

Keywords: Transformer, FEM, Maxwell-3D, Design, Inductance.

1. GİRİŞ

Güç transformatörleri, elektrik güç sistemlerinde enerjinin iletimi ve dağıtımı için gerilimin düşürülmesi veya yükseltilmesi için kullanılmaktadır. Yüksek güç verimliliğinden dolayı güç sisteminde geniş kapsamlı uygulaması ile en önemli ve en pahalı cihazlardan biridir. Bu nedenle, güç sistemlerinde bir transformatörler kullanılmadan önce etkili bir tasarım ve yapısal modelleme gereklidir.

Transformatörler genellikle 3 bacaklı olarak tasarlanırlar. Yüksek gerilim (YG) sargısı, alçak gerilim (AG) sargısının üzerine sarılır ve bu kombinasyon bacak üzerine yerleştirilir. AG ve YG sargıları arasında yalıtım sağlanır [1,2]. Transformatörler, eşmerkezli bir sargı türü kullanırlar. Sargılar yerleştirildikten sonra, gerekli uygulama türüne bağlı olarak Y veya Δ formatında bağlanması için terminallerin sargılardan türetilmesi gerekir [3-5]. Bu çalışmada, endüktans hesabının özellikleri ve kavramları açıklanmıştır. Bu amaçla, ANSYS@Maxwell ortamında endüktans hesaplamasının nasıl anlamlı sonuçlar verdiğini görmek için 3 fazlı, faz başına 3 bobinli bir indüktör kullanılmıştır. Trafo modellendikten sonra model analiz edilmiştir. Son olarak, hesaplamayı doğru tanımlamak için artımlı endüktans hesaplaması, doğrusal olmayan çalışma bölgesindeki görünür endüktans ile karşılaştırılmıştır[6-7].

Bu çalışmada, üç fazlı bir transformatörün yapısal modellemesini, analizini ve simülasyonunu gerçekleştrimek için Sonlu Elemanlar Yöntemini kullanan, yüksek performanslı bir endüstri standardı simülasyon aracı olan ANSYS@Maxwell 3D simülasyon aracı kullanılarak doğrusal olmayan karşılıklı endüktans hesabı ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2. DENKLEMLERİN TANIMLANMASI VE ENDÜKTANS HESABI

Manyetostatik analiz, ANSYS@Maxwell 3D altında bir çözüm türü olarak kullanılmaktadır. Çekirdek, sargılar, terminaller ve hava boşluğu özelliklerini içeren transformatörün modellenmesi için uygun standart boyutlar kullanılır. Bir manyetostatik simülasyondaki endüktans şu şekilde tanımlanabilir [8]:

$$\lambda_1 = L_{11}I_1 + L_{12}I_2 + \cdots \tag{1}$$

$$\lambda_2 = L_{21}I_1 + L_{22}I_2 + \cdots \tag{2}$$

burada λ, tek bir bobin için akı bağı ve I akımdır.

Bu endüktans, görünen endüktanstır - bir bobindeki akı bağlantısının akıma oranını tanımlar. Bir bobinin endüktansı, enerji depolamasıyla da şu şekilde tanımlanabilir:

$$L = 2 \times W/I^2 = \int \vec{B}.\vec{H}d\Omega/I^2 \tag{3}$$

Burada enerji, çözelti uzayındaki manyetik akı yoğunluğu ve alan yoğunluğu ile belirlenir.

Bu enerji depolama hesabı, matristeki endüktans değerlerini belirleyen etkendir. Köşegen üzerindeki elemanlar (L_{11}, L_{22}, vb.), bobinleri ayrı ayrı uyararak ve her bir durum için B ve H alanlarından enerjiyi bularak belirlenir. Çapraz olmayan elemanlar (L_{12}, L_{21}, L_{13}, vb.), Ayrı ayrı uyarılmış durumlardan B ve H alanlarının bir kombinasyonundan belirlenir. Aşağıdakiler, endüktans hesaplaması için kesin tanımlayıcı denklemdir.

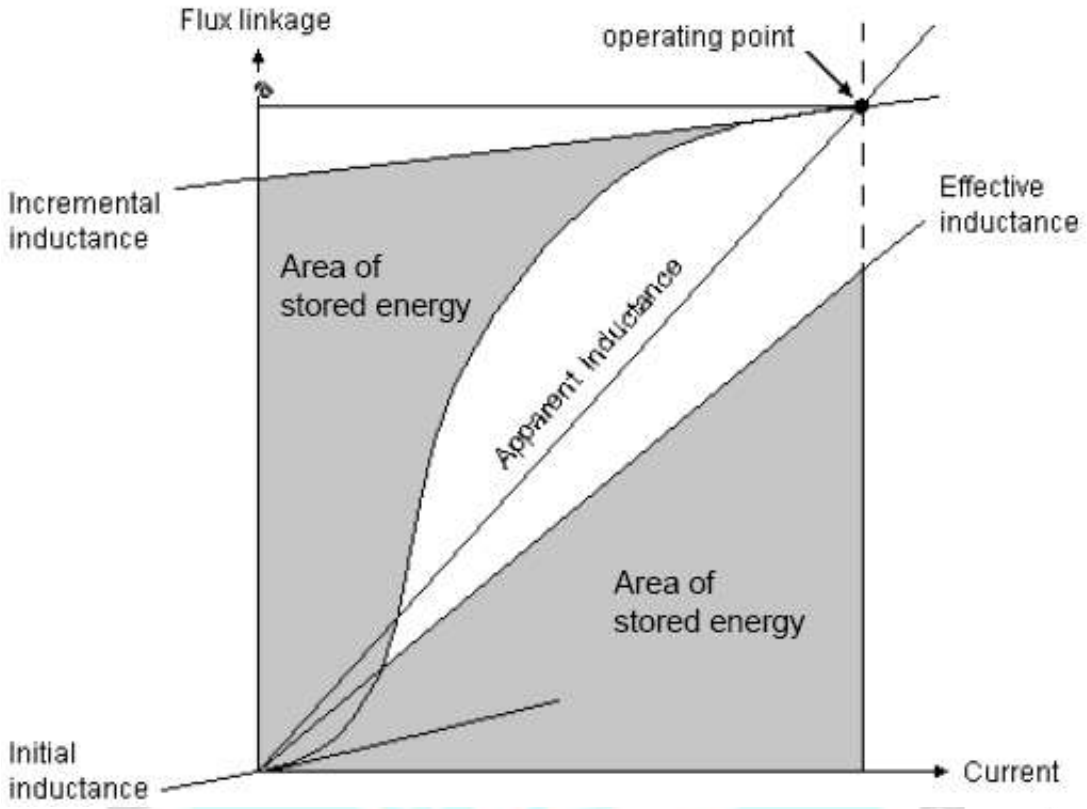
$$L_{ij} = \int \vec{B}_i\vec{H}_j d\Omega \tag{4}$$

Burada akımın ilgili bobinlerden geçtiği varsayılır. Doğrusal olmayan malzemeler için, bu hesaplamalardan elde edilen endüktans değeri yalnızca belirli kaynak akımları için geçerlidir. Kaynak akımlarından herhangi biri değişirse, alan çözümünün özellikleri ve her bir bobinin endüktansı değişecektir. Yalnızca doğrusal malzemeler kullanılıyorsa, endüktans değeri, kaynak akımlarının herhangi bir değeri için geçerli olacaktır.

2.1 Endüktans Hesaplama Yöntemi

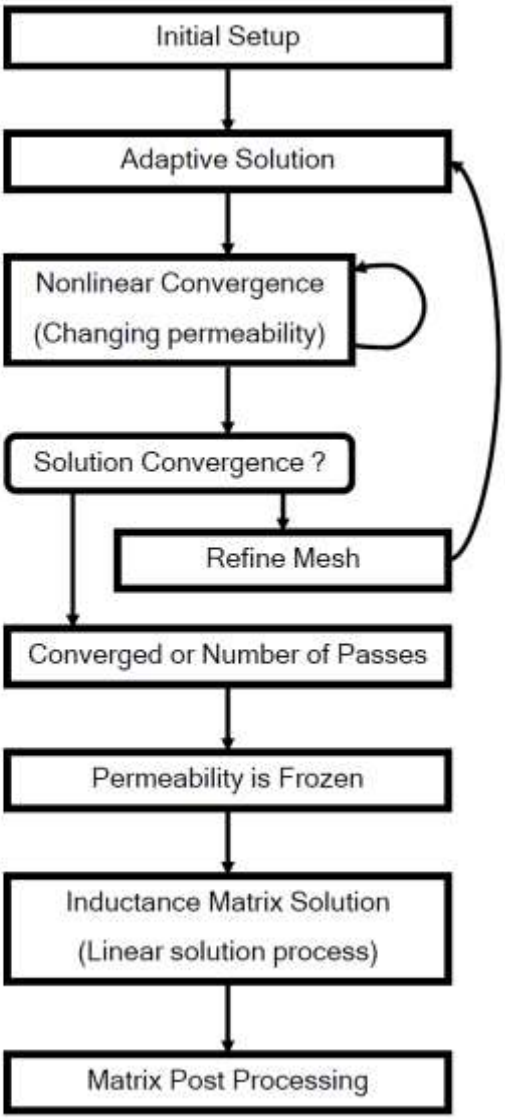
Endüktans hesabı, alan çözümünden sonra gerçekleştirilir ve çözüm uzayının her noktasında alan çözümünün değerlerine bağlıdır. Çünkü tüm çözüm uzayı bir enerji integrali gerektirir. Saha çözümü tamamlandıktan sonra, bağıl geçirgenlik değerleri "dondurulur". Daha sonra, her bir bobinde sırayla bir akım uyarması verilir ve donmuş geçirgenliklerle bir alan çözümü

gerçekleştirilir. Bu alan çözümleri ile enerji integrali çözülür ve daha önce açıklandığı gibi endüktans elde edilir. Bu şekilde elde edilen endüktans, sarım başına endüktandır ve görünür endüktandır. Şekil 1'de akı bağlantısı / akım çalışma noktası ile belirlenir.



Şekil 1. Akı-akım bağlantısı çalışma noktası [8]

Artımlı endüktans, Maxwell 3D> Design Settings> Matrix Computation parametresini Artımlı değerine ayarlayarak Maxwell kullanılarak da elde edilebilir. Endüktans hesabının program ortamındaki hesaplamasının blok diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Hsaplama aşamasında izlenecek algoritma [8].

2.2 Endüktans Hesaplama İşlem Sonrası

Çözücü tarafından hesaplanan nominal endüktanslar H/N^2 cinsinden belirlenir. Her bir endüktansı Henries biriminde döndürmek için, her bir bobin için dönüş sayısı bir noktada belirtilmelidir. Ayrıca, endüktans matrisi, sargıları seri olarak temsil edecek şekilde gruplandırılabilir ve sargı paralel dallardan oluşuyorsa bir faktör dahil edilebilir. Bunların tümü işlem sonrası olarak kabul edilir ve anlamlı miktarların döndürülmesine yardımcı olabilirler. Sonradan işlenen endüktanslar şu şekilde hesaplanır:

$$L_{ij} = N_i N_j L_{ij-nom} \tag{5}$$

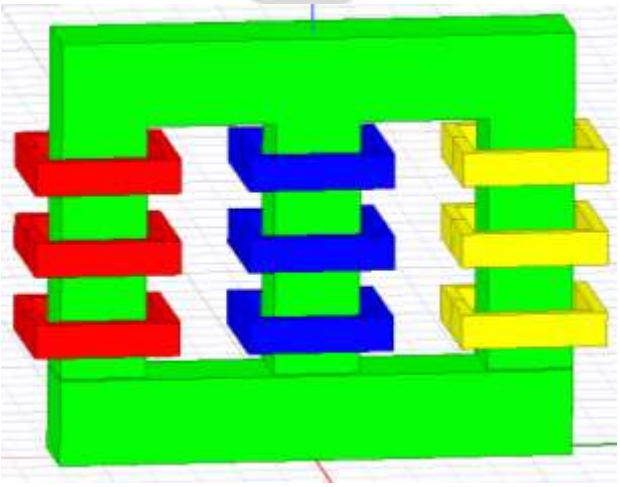
$$L_{group} = \Sigma_{i_group} \ \Sigma_{j_group} \tag{6}$$

$$L_{branched} = L_{group}/b^2 \tag{7}$$

İlk adım, her bir bobindeki dönüş sayısı (veya kendi kendine endüktanslar için kare dönüş sayısı) ile çarpılarak nominal endüktanslardan bobin endüktanslarını bulmaktır. Bir sonraki adım, bloktaki tüm endüktansları toplayarak seri endüktansları gruplamaktır (yani, 1'den N'ye kadar olan iletkenler gruplandırılmışsa, gruplanmış kendi kendine endüktansı elde etmek için N x N endüktans bloğunu ekleyin - aynı süreç izlenir gruplanmış karşılıklı endüktanslar için). Son adım, paralel dalları, kare içindeki şube sayısına bölerek hesaba katmaktır. Dal başına düşen dönüş sayısı nedeniyle paralel dallarda endüktans azalır.

3. MODELLEME VE ANALİZ

Doğrusal olmayan atık malzeme, doğrusal bölgenin dışında çalışan doğrusal olmayan malzemelerle simülasyonlarda önemlidir. Mesh olayındaki element sayısı simülasyonun daha hızlı çalışmasını sağlarken, sayının azaltılması doğrusal olmayan çözücüyü çelik (veya diğer doğrusal olmayan manyetik malzeme) içindeki doğrusal olmayan B-H çalışma noktalarını daha kesin olarak bulmaya zorlar. Doğrusal Olmayan kalıntı doğru sonuçlar elde etmek için genellikle doymuş doğrusal olmayan malzemeler için azaltılması gerekir. ANSYS@Maxwell programında modellenen üç fazlı transformatörün şematik diyagramı Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Modellenen transformatörün yapısı

3.1 Matris Parametrelerinin Belirlenmesi

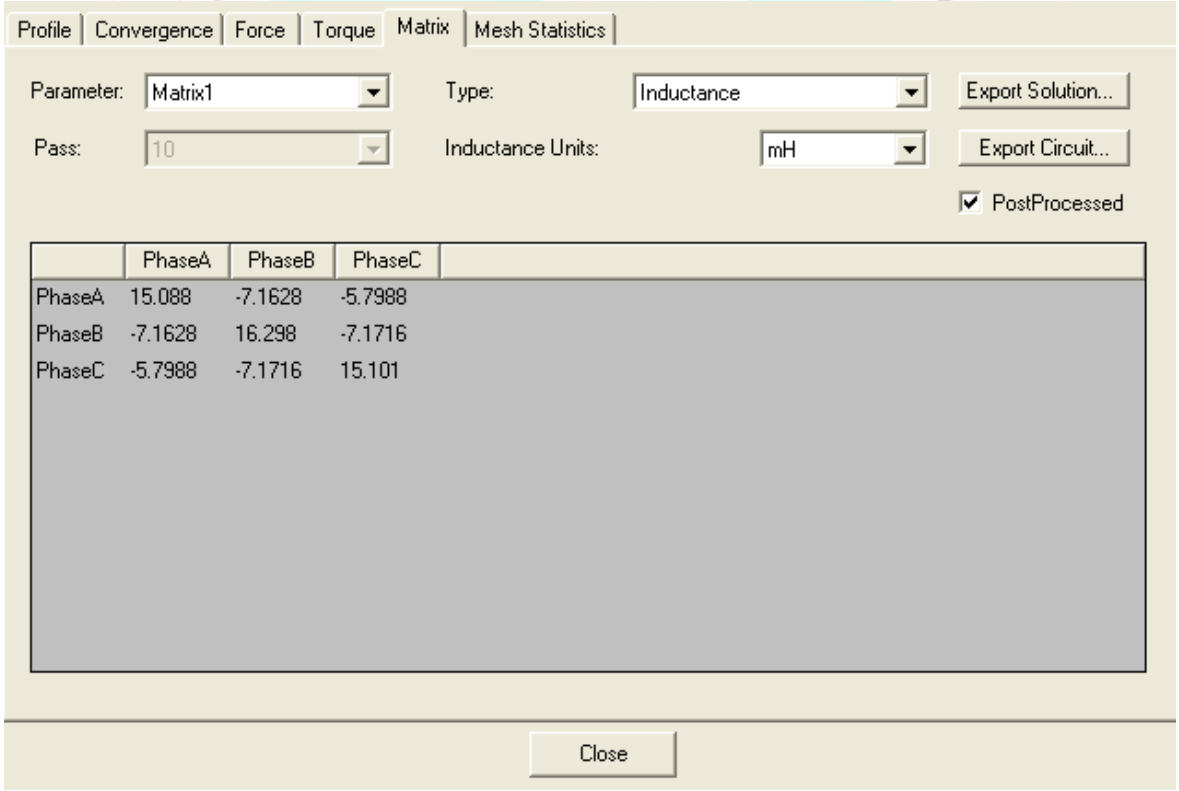
Sarım sayıları için parametreler oluşturmak için Maxwell ortamında Maxwell 3D> Parameters> Assign> Matrix menü öğesi seçilir. Bu kurulum, her kaynağın her biri 3 fazlı sarıma sahip olduğunu ve her bir ayaktaki kaynakların seri olarak bağlandığını göstermektedir.

3.2 Analiz Verileri

Çözüm rerilerini görüntülemek için: Maxwell 3D> Sonuçlar> Çözüm Veri Matrisi sekmesi menü öğesi seçilir

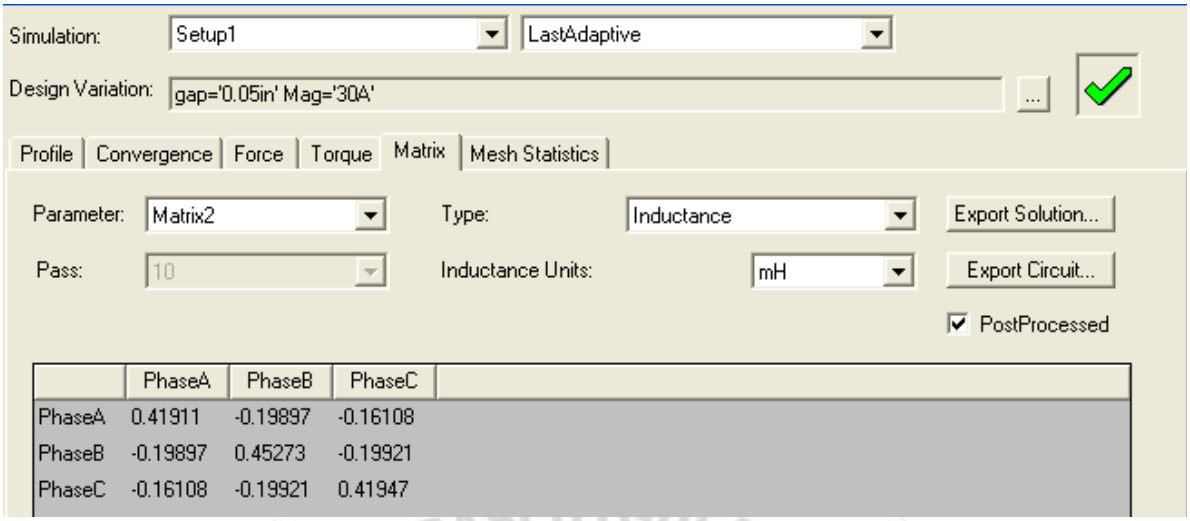
- Varsayılan olarak, sonradan işlenmemiş veriler Matrix1 için gösterilir
- 2. İşlem Sonrası seçeneği değiştirilir:

Üç faz için Matrix 1'den elde edilen endüktans değeri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Matris 1 endüktans değerleri

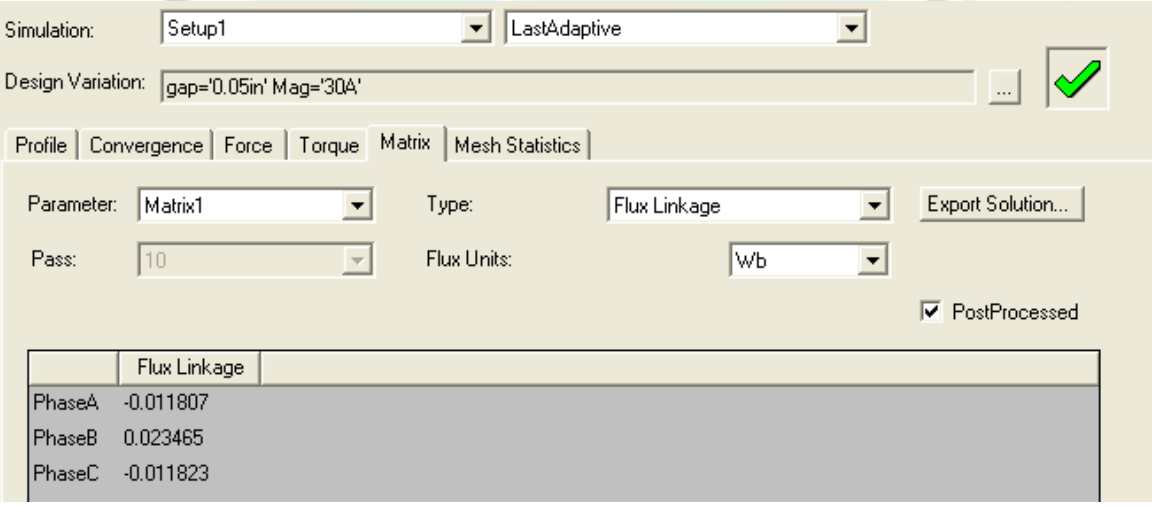
Sonuçlar, beklediğimiz gibi her iki eksende de simetriktir. Karşılıklı indüktanslar negatiftir. Karşılıklı endüktanslar için kullanılan akımın yönünün, her bir uyarma için okun yönü ile belirlendiğine dikkat etmek önemlidir. Matris 2 için elde edilen değerler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Matris 2 indüktans değerleri

Sonuçların bacakların üçte birini yansıtacak şekilde değiştiğine dikkat edilmelidir. Sarım sayılarını artırarak, toplam amper dönüşlerini sabit tutmak için her dönüşteki akımın azaltıldığını unutmamalıyız. Doğrusal olmayan malzemeler için bu çok önemlidir. Çözümler sadece bu akım değeri için geçerlidir. Her iki matris için de işlenmemiş sonuçları karşılaştırılırsa değerlerin aynı olduğu görülür.

Sonradan İşlenmiş veya nominal akı bağlantı değerlerini görmek için Parametreyi Matris1 ve Çözüm Türünü Akı Bağlantısı olarak değiştirilirse Şekil 6 elde edilir.



Şekil 6. Matris 1 için akı bağıntısı

4. SONUÇ

Sonuçlar, her bir bacak için tanımlanan sabit akım girişleri ile bir manyetostatik simülasyondan elde edilmiştir. Kullanılan modelin simülasyonları 3 faza göre yapılmıştır. Bir manyetostatik simülasyonda AC akımlarının modellenmesi bazen anlık değerler (kuvvet ve endüktans) için geçerli olabilir. Endüktansın eşdeğer bir devre çıkarımı yapılırsa, akı değerlerinin otomatik olarak matris parametresinde belirtilen gruplamayı ve diğer işlem sonrası değerleri hesaba katılmaktadır. Bu simülasyondan Core_I nesnesi üzerindeki kuvvet ve çelikteki manyetik alan gibi diğer manyetostatik sonuçlar elde edilmiştir. Simülasyon doğrusal olmayan malzemeler için geçerlidir. Giriş akımları değiştirilerek, endüktans ve diğer sonuçların nasıl değiştiği görülmüştür. İki matris kullanılarak, endüktans hesaplaması simülasyonu uzatarak iki kez gerçekleştirilmiştir. Burada amaç, birden çok matris parametresinin tanımlanabileceğini göstermektir.

KAYNAKÇA

[1] Özüpak Y, MAMIS M. S (2019) Realization of electromagnetic flux and thermal analyses of transformers by finite element method. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 14(10), 1478-1484. Doi: 10.1002/tee.22966.

[2] K.T. Muthanna, A. Sarkar, K. Das, K. Waldner (2006) "Transformer Insulation Life Assessment", IEEE Trans. Power Deliv. 21150 – 156.

[3] M. Lee, H. A. Abdullah, J. C. Jofriet, D. Patel, (2010) "Thermal modeling of disc-type winding for ventilated dry-type transformers", Electric Power Systems Research 80 121–129.

[4] Soh T. L. G, Said D. M, Ahmad N, Nor K. M, Salim F (2013) Experimental study on the impact of harmonics on transformer", IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), pp.686-690.

[5] M. Nageswara Rao, Malay Mandal (2011), Impact of Harmonics, Estimation of Losses and Life expectanc & Mitigation of ill effects, academia.edu.

[6] S.B. Sadati, A. Tahani, M. Jafari, M. Dargahi, (2008) "Derating of Transformers under Non-sinusoidal Loads", in: 11th International Conferenec on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM, pp.263-268.

[7] Özüpak Y, MAMIS M. S, TEKE İ. H (2019) Electromagnetic Field and Total Loss Analysis of Transformers by Finite Element Method. International Journal of Engineering And Computer Science, 8(1), 24451-24460. (Yayın No: 5774086)

[8] ANSYS user guide 2020.

ANSYS MAXWELL 3D İLE ÜÇ FAZLI BİR TRANSFORMATÖRÜN MODELLENMESİ

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi - 0000 0001 8461 8702

ÖZET

Transformatörler, güç sistemlerindeki sağlamlığı ve uygulaması sebebiyle güç sistemlerinde kullanılmaya başlandığından beri büyük ilgi görmektedir. Bu nedenle, sürekli artan güç talebinden dolayı transformatörlerin nominal değerleri daha büyük güç sistemlerinde daha da büyümektedir. Transformatörlerin performans özelliklerini ve güç sistemlerine uyumluluğunu arttırmak için birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmalar için farklı yöntemler ve analiz araçları bulunmaktadır. Bunlardan biri de Sonlu Elemanlar Yöntemine (SEY) dayanarak analiz gerçekleştiren ANSYS@Maxwell'dir. Bu program ile yüksek performanslı bir simülasyon ortamında, transformatörün tasarımı, modellenmesi, analiz edilmesi ve performans değerlendirmesinin yapılması, etkili stratejik modelleme ile elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, bobin ve terminallere sahip üç fazlı çekirdek tipi bir transformatörün tasarımı ve modellemesi, ANSYS@Maxwell simülasyon platformunda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Transformatör, SEY, Maxwell-3D, Tasarım, Modelleme.

MODELING A THREE-PHASE TRANSFORMER USING ANSYS MAXWELL 3D

ABSTRACT

Transformers have attracted great interest since they have been used in power systems due to their robustness and application in power systems. Therefore, the nominal values of transformers grow even more in larger power systems due to the constantly increasing power demand. Many researches are carried out to increase the performance characteristics of transformers and their compatibility with power systems. There are different methods and analysis tools for these studies. One of them is ANSYS @ Maxwell, which performs analysis based on Finite Element Method (FEM). With this program, the design, modeling, analysis and performance evaluation of the transformer in a high performance simulation environment can be achieved through effective strategic modeling. In this study, the design and modeling

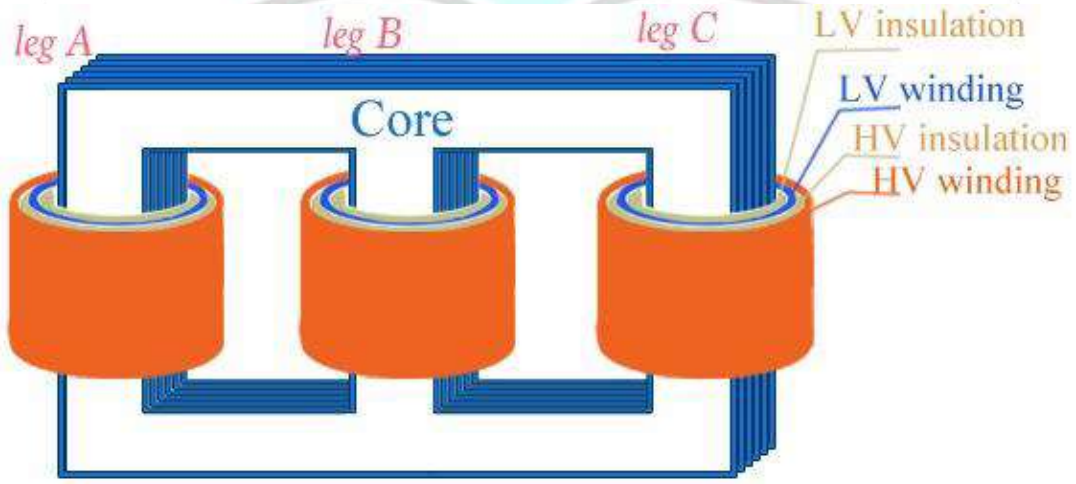
of a three-phase core-type transformer with coils and terminals is explained in detail in ANSYS @ Maxwell simulation platform.

Keywords: Transformer, FEM, Maxwell-3D, Design, Modeling.

5. GİRİŞ

Güç transformatörleri, elektrik güç sistemlerinde enerjinin iletimi ve dağıtımı için gerilimin düşürülmesi veya yükseltilmesi için kullanılmaktadır. Yüksek güç verimliliğinden dolayı güç sisteminde geniş kapsamlı uygulaması ile en önemli ve en pahalı cihazlardan biridir. Bu nedenle, güç sistemlerinde bir transformatörler kullanılmadan önce etkili bir tasarım ve yapısal modelleme gereklidir.

Transformatörler genellikle 3 bacaklı olarak tasarlanırlar. Yüksek gerilim (YG) sargısı, alçak gerilim (AG) sargısının üzerine sarılır ve bu kombinasyon bacak üzerine yerleştirilir. AG ve YG sargıları [1,2] arasında yalıtım sağlanır. Transformatörler, eşmerkezli bir sargı türü kullanırlar. Sargılar yerleştirildikten sonra, gerekli uygulama türüne bağlı olarak Y veya Δ formatında bağlanması için terminallerin sargılardan türetilmesi gerekir. Bu çalışmada, AG ve YG sargılarının tasarımı için de geçerli olan genel tipte transformatör sargısının tasarımını tartışmaktadır. Sargılı üç fazlı çekirdek tipi transformatörün şematik diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



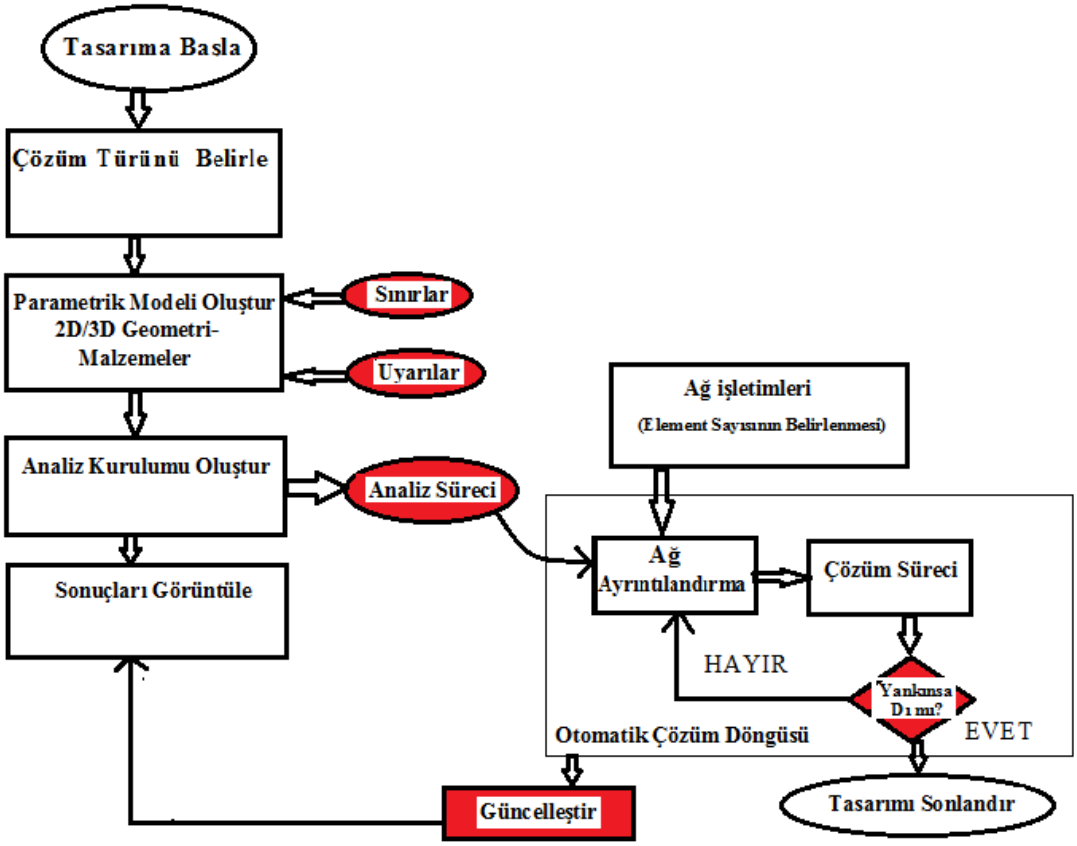
Şekil 1. Üç fazlı çekirdek tipi bir transformatörün yapısı

Bu çalışmada, üç fazlı çekirdek tipi transformatörün yapısal modellemesi, yapısal değerlendirmesi ve doğrulaması için Sonlu Elemanlar Yöntemini kullanan, yüksek

performanslı bir endüstri standardı simülasyon aracı olan ANSYS@Maxwell 3D simülasyon aracı kullanılarak ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

6. ANSYS@MAXWELL KULLANIRAK TRANSFORMATÖRÜN YAPISAL MODELLEMESİ

Transient analiz, ANSYS@Maxwell 3D altında bir çözüm türü olarak kullanılmaktadır. Bu modelin birimleri mm cinsindendir, ancak Maxwell [4, 5] 'in Modeler araç çubuğu kullanılarak herhangi bir birime değiştirilebilir. Çekirdek, sargılar, terminaller ve hava boşluğu özelliklerini içeren transformatörün modellenmesi için uygun standart boyutlar kullanılır. Tasarım aşamaları Şekil 2'de verilmiştir.

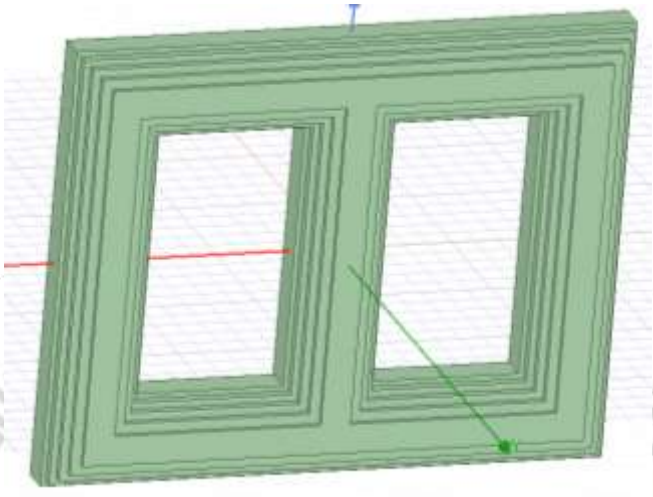


Şekil 2. Tasarım aşamasında izlenecek algoritma.

2.1 Üç Fazlı Çekirdek Tipi Transformatör İçin Çekirdek Tasarlama

Elektriksel çelikler daha yüksek geçirgenliğe ve gelişmiş mekanik mukavemete sahip olduğu için, çekirdek için ferromanyetik bir malzeme olarak kullanılır [6]. Çekme kutusu seçeneği, kartezyen koordinat sisteminde aşağıdaki spesifikasyonlara sahip Maxwell 3D yazılımında

çekirdeği çizmek için araç çubuğundan kullanılır. Nüvenin tasarlanması aşağıda verilen sıraya göre yapılmaktadır. İlk olarak kullanılmak istenen nüve seçilir daha sonra açılan pencerede nüveye ait geometrik özellikler belirlenir. Sırasıyla Draw>User Define Primitive>RmExpert>Transcore seçilir. Tasarlanan manyetik nüve Şekil 3'te verilmiştir.

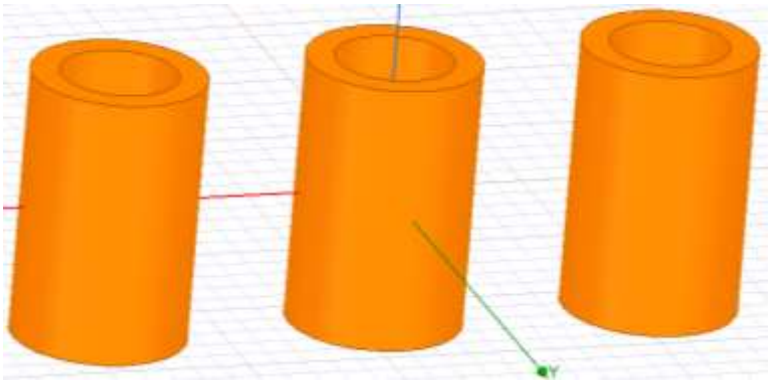


Şekil 3. Tasarlanan manyetik nüve.

Şekilde gösterildiği gibi uzuvlu çekirdek için değiştirilmiş yapısal tasarımı elde edilmiştir. Demir çekirdeğin laminasyonları, kesintisiz hava boşluğunu önleyen ve böylece manyetik devrenin isteksizliğini artırmayan, uç uca ek yerinin sendelemesini sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Tasarımda kullanılan çekirdeğin uzuvlarının kademelendirilmesi eşit katmanlar halinde yapılır.

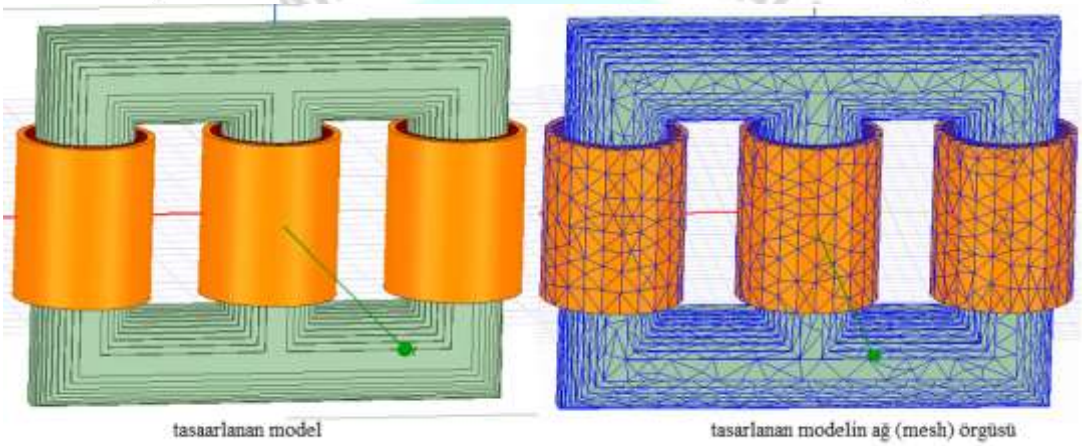
2.2 Sargıların Tasarımı ve Sargıların Çekirdeğin Bacaklarına Sarılması

Transformatörler, konsantre sargı türü kullanır ve dolayısıyla sarma faktörü, $kw = 1$. Çekirdeğin her bir uzvunun üç bobin ve dolayısıyla üç terminal taşıması gerekeceğini biliyoruz, bu nedenle bobinler ve terminaller sırasıyla üç bacak için tasarlanmıştır. Nüveye benzer şekilde sargıların tasarlanması aşağıda verilen sıraya göre yapılmaktadır. İlk olarak menüden sargılar seçilir daha sonra açılan pencerede sargılara ait geometrik özellikler belirlenir. Sırasıyla Draw>User Define Primitive>RmExpert>Transcoils seçilir. Şekil 4'te tasarlanan sargılar verilmiştir.



Şekil 4. Tasarlanan sargılar

Elde dilen trafonun tasarım ve ağ oluşturulmuş modelleri Şekil 5'te verilmiştir.

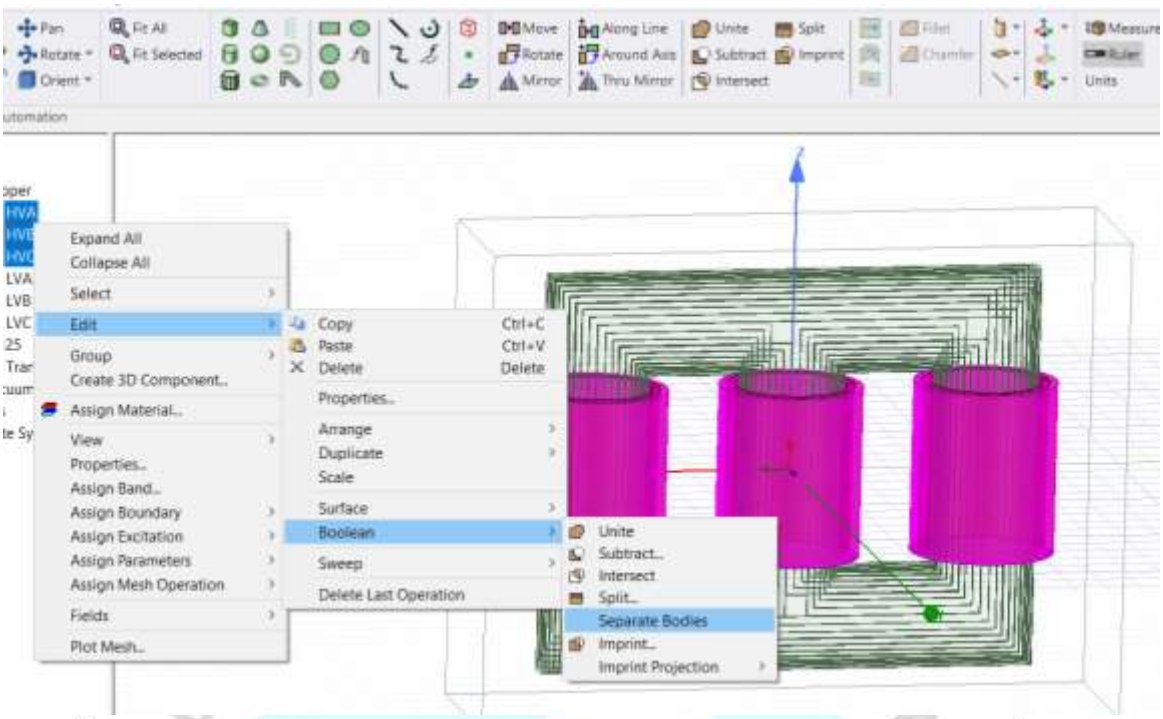


Şekil 5. Transformatör modelinin ağ (mesh) örgüsü

7. TRANSFORMATÖRÜN ANALİZE HAZIRLANMASI

3.1 Trafo Terminallerinin Belirlenmesi

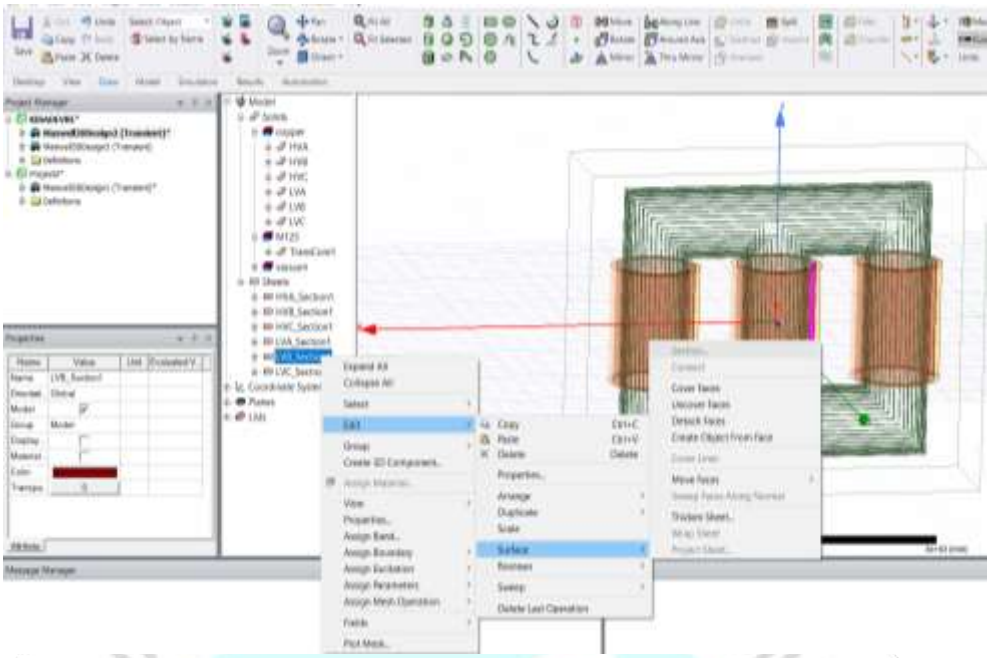
Sargılar tasarlandıktan sonra üç fazlı (örneğin A, B, C) bir trafonun bobin terminallerini oluşturmak için Ctrl tuşu basılı tutularak alçak gerilim (LV_A, LV_B ve LV_C) veya yüksek gerilim (HV_A, HV_B ve HV_C) objeleri seçilir. Sargılar seçildikten ana menüde yer alan *Modeler>Surface Section* seçeneği ile sargıların terminalleri oluşturulur. Daha sonra Şekil 6'da verilen şekilde gibi terminaller tanımlanır. İşlem akışı ise bu şekilde olmaktadır; ***Modeler>Boolen>Seperate Bodies***.



Şekil 6. Sargı terminallerinin atanması

3.2 Trafonun Uyarılması

Transformatöre uyarma gerilimi veya uyarma akımı verilerek uyarılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem hem dahili hem de harici yapılabilmektedir. Yani ya direkt Maxwell ortamında uyarma verilir ya da harici bir uyarma devresi oluşturularak uyarma işlemi gerçekleştirilir. İşlem akışı ***Maxwell-3D>Excitations>Assign>Coil Terminal*** şeklindedir. Şekil 7'de bu işlemin nasıl gerçekleştirildiği gösterilmiştir.

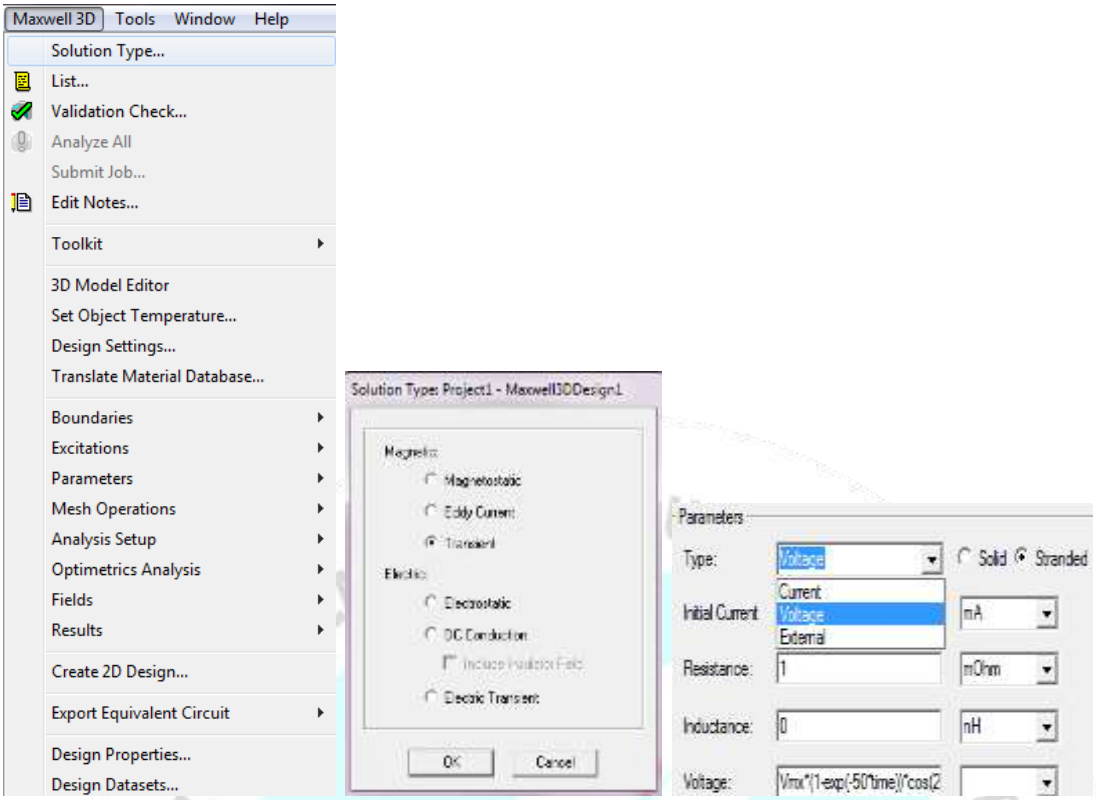


Şekil 7. Terminallerin programa tanıtılması ve değer atamasının yapılması

3.3 Çözücünün Tipinin Belirlenmesi

ANSYS@MAXWELL programında üç çeşit elektrik, üç çeşit de manyetik çözücü olmak üzere toplamda altı-farklı analiz tipi-mevcuttur. Çalışmalar da manyetik alanın geçici rejim çözücü tipi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Programın ara yüzünde bulunan Maxwell-3D bölümünde çözücü tipi ve seçimi Şekil 8'de verilmiştir. Transient çözücü tipinde devreye sabit-akım veya gerilim içeriden veya dışarıdan bir kaynak yardımıyla ile verilebilmektedir. Bu çalışmada tasarlanan transformatör modellerine uyartım tipi, Şekil de de görüldüğü üzere, Voltage olarak ayarlanmıştır.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021



Şekil 8. Çözücü tipi ve uyartım modeli

Bu çözücü tiplerinin kısaca açıklaması aşağıdaki gibi yapılabilir

Manyetik Sayısal Çözücüler

- Magnetostatic Solver

  DC akımlarının ve kalıcı mıknatısların neden olduğu statik manyetik alanları çözer. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan malzemeleri çözebilir.

- Eddy Current Solver

  Frekans domeninde sinüzoidal şekilde değişen manyetik alanları çözer. Hem Doğrusal hem de Doğrusal olmayan malzemeleri çözer (enerji eşdeğeri sinüzoidal alanlar oluşturur). Deplasman akımlarını dikkate alır. Cilt ve güncel yakınlık etkileri gibi uyarılmış alanlar da göz önünde bulundurulur.

- Transient Magnetic

  Lineer veya Lineer olmayan malzemelerde zamanla değişen veya hareket eden elektrik kaynaklarının ve kalıcı mıknatısların neden olduğu geçici manyetik alanları çözer. Cilt ve güncel yakınlık etkileri gibi uyarılmış alanlar göz önünde bulundurulur.

Elektrik Çözücüler

- Electrostatic Solver

  Statik Elektrik Alanlarını doğrusal malzemelerde çözer.
- DC Conduction

  Potansiyelden voltaj, elektrik alanı ve akım yoğunluğunu çözer. İzolatörlerde elektrik alanlarını da çözebilir.
- AC Conduction (yalnızca 2D)

  Frekans domeninde sinüzoidal şekilde değişen elektrik alanlarını çözer. Sadece 2D çözücü ile kullanılabilir.
- Transient Electric

  Homojen olmayan malzemelerde zamanla değişen gerilimler, yük dağılımları veya mevcut uyarmaların neden olduğu geçici elektrik alanları. Elektrik potansiyeli çözüm miktarıdır.

8. SONUÇ

Bu çalışmada, üç fazlı çekirdek tipi transformatörün yapısal tasarımı ANSYS@Maxwell 3D'de modellenmiştir. Maxwell, hesaplama amacıyla arka planda Sonlu Eleman Analizini kullanır. Böylece gerçek saha uygulamasından önce hızlı ve uygun maliyetli analiz sağlar. Bu nedenle, Maxwell'de daha karmaşık sistemler analiz edilebilir ve performans karakterizasyonu ve değerlendirmesi yapılabilir. Konvansiyonel güç transformatör ünitelerini yüksek güçlü yarı iletken cihazlar kullanan katı hal güç transformatörleri ile değiştirerek esnek çıkış gücü form transformatörü elde etme konusunda araştırmalar devam etmektedir. Bu nedenle bu değişiklik gelecekteki güç talebi için gerekli güç sistemi kapasitesinde artışa yol açacaktır. Bundan dolayı, gerçek saha uygulamasından önce, transformatörlerin performans özellikleri, ANSYS Maxwell ve Simplorer birlikte simülasyonu kullanılarak yüksek güçlü yarı iletken cihazlarla analiz edilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Özüpak Y, MAMIS M. S (2019) Realization of electromagnetic flux and thermal analyses of transformers by finite element method. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 14(10), 1478-1484. Doi: 10.1002/tee.22966.

[2] K.T. Muthanna, A. Sarkar, K. Das, K. Waldner (2006) “Transformer Insulation Life Assessment”, IEEE Trans. Power Deliv. 21150 – 156.

[3] M. Lee, H. A. Abdullah, J. C. Jofriet, D. Patel, (2010) "Thermal modeling of disc-type winding for ventilated dry-type transformers", Electric Power Systems Research 80 121–129.
[4] Soh T. L. G, Said D. M, Ahmad N, Nor K. M, Salim F (2013) Experimental study on the impact of harmonics on transformer", IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), pp.686-690.
[5] M. Nageswara Rao, Malay Mandal (2011), Impact of Harmonics, Estimation of Losses and Life expectanc & Mitigation of ill effects, academia.edu.
[6] S.B. Sadati, A. Tahani, M. Jafari, M. Dargahi, (2008) "Derating of Transformers under Non-sinusoidal Loads", in: 11th International Conferenec on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM, pp.263-268.
[7] Özüpak Y, MAMIS M. S, TEKE İ. H (2019) Electromagnetic Field and Total Loss Analysis of Transformers by Finite Element Method. International Journal of Engineering And Computer Science, 8(1), 24451-24460. (Yayın No: 5774086)
[8] ANSYS user guide 2020.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

İKİNCİ DERECEDEN ÇOK BİLİNMEYENLİ DENKLEMLERİN TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ

Remzi AKTAY [1]

[1] Keçiören Şehit Halil Işılar Ortaokulu ORCID ID: 0000-0001-5948-1943

ÖZET

Bu çalışmada başlangıçta x, y, z birbirinden farklı tamsayılar olmak üzere, $x^2 + y^2 = z^2$ denkleminin çözüm kümeleri incelenmiştir. Bu denklemin pozitif tamsayılarda çözüm kümesi kenarlarına göre özel dik üçgenlerin kenar uzunlukları anlamına gelmektedir. Aynı zamanda Heron Üçgenlerinin bir kısmının cevabıdır. Bu konuda yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar;1-) a, b, c $\in N^+$ olmak üzere bir dik üçgende a tek doğal sayı olmak üzere; a^2 = b+c şartı sağlayan "b", "c" ardışık sayıları varsa bu üçgenler kenarlarına göre özel dik üçgenlerdir. 2-) Ayrıca kenarları rasyonel sayı olan ve alanı rasyonel sayı olan üçgenlerin Heron Üçgenleri olarak adlandırıldığını, Eğer üçgen özel olarak dik üçgense Pisagor Üçgeni olduğunu, kenarları aritmetik bir dizinin elemanı ise bu üçgenlere aritmetik üçgen dendiğini öğrendik. 3-) Özellikle Pisagor üçgenleri dik kenarları x,y doğal sayıları ve hipotenüsü z doğal sayısı olacak şekilde; Pisagor üçgeninin kendisine benzer en küçük üçgen olması için gerek ve yeter şart x ile y aralarında asal sayı olmasıdır. Her Pisagor üçgeninin kenar uzunluklarından en az birisi 4 ile bölünmelidir. Kenarlarının hepsi asal sayı olan hiçbir Pisagor üçgeni yoktur. Fakat hipotenüsü ve bir dik kenarı asal olan sonsuz sayıda üçgen vardır. Hem Pisagor üçgeni hem de aritmetik üçgen olan yegane üçgen 3-4-5 üçgenidir. Kenarları ardışık doğal sayı olan üçgenlere Brahmagupta üçgeni denir. 4-) $x^2+y^2 = z^2$ denkleminin, y çift sayı olmak üzere bütün ilkel çözümleri m ve n aralarında asal tamsayılar, m>n ve biri tek diğeri çift olmak üzere, $x= m^2- n^2$, y= 2.m.n, $z= m^2+ n^2$ ile verilir. Ancak bilinmeyen sayısı başlangıçta dört olduğunda yani $x^2 + y^2 + z^2 = t^2$ denkleminden başlayarak, bilinmeyen sayısı sonsuza kadar dahi olsa tamsayılarda çözüm kümesini veren bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem sayesinde tamsayılarda çözüm kümesinin sonsuz elemanlı olduğu geometrik olarak ispatlanmış olup, çözüm kümelerinin istenirse hepsi bulunabilmektedir. Bu yöntemden hareketle kenar uzunlukları birbirinden farklı Heron Çokgenleri üretilebilmiştir. Yöntem olarak öncelikle ikizkenar yamuk, iç teğet çemberi, Pisagor Teoremi ve Öklid Bağıntıları kullanılmıştır. Oluşturulan üçgen spirali sayesinde tüm tamsayı çözümlerine ulaşılabilmiştir. Ayrıca Heron Üçgenlerinin bir kısmı dahil olmak üzere, kenarlarının uzunlukları birbirinden farklı başta bir kısım Heron Dörtgenleri olmak üzere, kenar sayısı sonsuza kadar giden Heron Çokgenleri oluşturulabilmiştir.

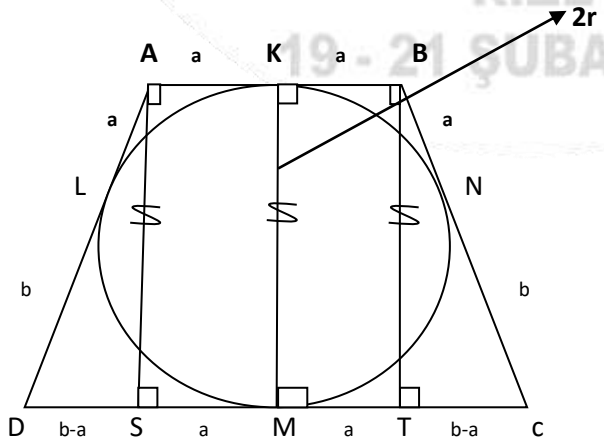
Anahtar Kelimeler: ikinci Dereceden Denklemler, Heron Çokgenleri, Tamsayı Çözümleri

1. GİRİŞ

Bu çalışmada öncelikle Pisagor bağıntısından hareketle kenarları doğal sayı olan özel dik üçgenlerin hepsini verebilecek tek değişkene bağlı bir denklem bulunmaya çalışılmıştır. Bu üçgenlerden hareketle Heron Çokgenleri bulunmaya çalışılmıştır. Yapılan literatür taramasında bu üçgenlerin tamamını veren tek değişkene bağlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte: k $\in N^+$ olmak üzere: 3k, 4k, 5k ve 5k, 12k, 13k ve 8k, 15k, 17k ve 7k, 24k, 25k genellikle bilinen kenarlarına göre özel dik üçgenlerdir (Yağcı, M. 2012). a, b, c $\in N^+$ olmak üzere bir dik üçgende a tek doğal sayı olmak üzere; a^2 = b+c şartı sağlayan "b", "c" ardışık sayıları varsa bu üçgenler kenarlarına göre özel dik üçgenlerdir(Koç, M. 2018). $x^2+y^2=z^2$ denkleminin, y çift sayı olmak üzere bütün ilkel çözümleri m ve n aralarında asal tamsayılar, m>n ve biri tek diğeri çift olmak üzere, $x= m^2- n^2$, $y= 2.m.n$, $z= m^2+ n^2$ ile verilir. Bu ifade kenarlarına göre özel dik üçgenlerin hepsini verecek bir ifadedir. Ancak sürekli iki değişkenle uğraşmak zorundayız. Aynı zamanda bu ifade de köklü sayılar verilerek de üçgenler bulabiliyoruz. Örneğin $x=2.3^{1/2}$ ve $y=3^{1/2}$ durumunda 9-12-15 üçgeni çıkar(Demirpolat, E. 2008). Ayrıca kenarları rasyonel sayı olan ve alanı rasyonel sayı olan üçgenlerin Heron Üçgenleri olarak adlandırıldığını, Eğer üçgen özel olarak dik üçgense Pisagor Üçgeni olduğunu, kenarları aritmetik bir dizinin elemanı ise bu üçgenlere aritmetik üçgen dendiğini öğrendik. Özellikle Pisagor üçgenleri dik kenarları x,y doğal sayıları ve hipotenüsü z doğal sayısı olacak şekilde : Pisagor üçgeninin kendisine benzer en küçük üçgen olması için gerek ve yeter şart x ile y aralarında asal sayı olmasıdır. Her Pisagor üçgeninin kenar uzunluklarından en az birisi 4 ile bölünmelidir. Kenarlarının hepsi asal sayı olan hiçbir Pisagor üçgeni yoktur. Fakat hipotenüsü ve bir dik kenarı asal olan sonsuz sayıda üçgen vardır. Hem Pisagor üçgeni hem de aritmetik üçgen olan yeğane üçgen 3-4-5 üçgenidir. Kenarları ardışık doğal sayı olan üçgenlere Brahmagupta üçgeni denir(Darıyeri, M. 2006). Bu çalışmada literatürde olmayan tek değişkenli bir parametrik denklem geliştirilmiş olup, bu denklemden hareketle üçgenler spirali oluşturulmuştur. Ayrıca oluşan üçgen spirali yardımı ile Heron üçgenleri başta olmak üzere Heron Çokgenlerini veren yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemden hareketle ikinci dereceden çok bilinmeyenli denklemlerin tamsayı çözümleri bulunabilmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. KENARLARINA GÖRE ÖZEL DİK ÜÇGENLERİ VEREN 1. PARAMETRİK DENKLEM

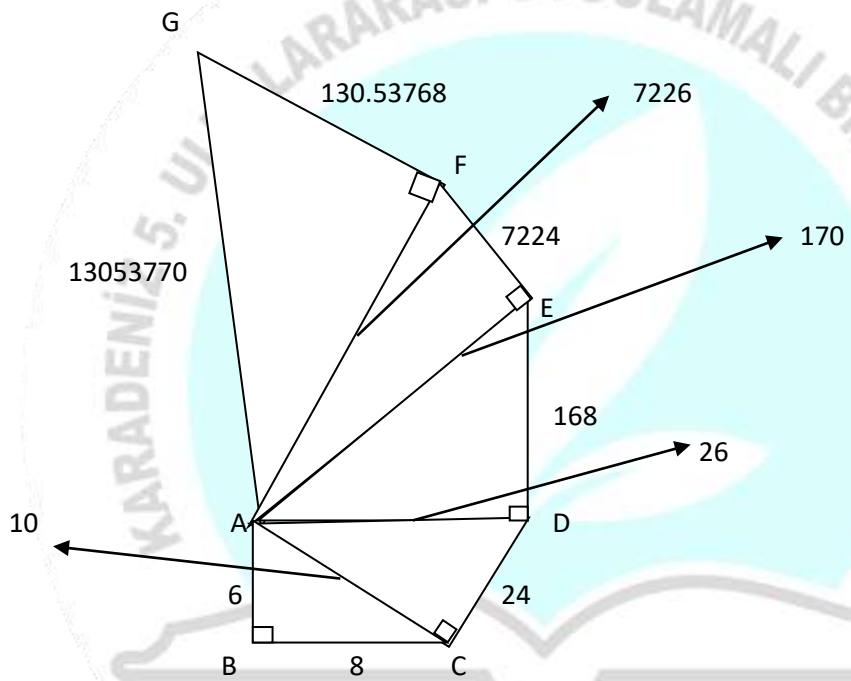


ABCD yamuğunda [DC] kenarına [BT] ve [AS] dik doğru r parçaları indirildiğinde;
BTC dik üçgeninde;
lTCl = b-a
lBCl = b+a
lBTl = 2r birim olur. Pisagor teoremi uygulandığında;

$(b-a)^2 + (2r)^2 = (b+a)^2$ olur…….(1)

Ayrıca $r^2 = a.b$ eşitliğinde özel olarak a = 1 birim alınırsa;
$r^2 = b$ ve $(r^2-1)^2 + (2r)^2 = (r^2+1)^2$ Pisagor Teoremi çıkar……..(2)

2.2. PARAMETRİK DENKLEMDEN GELEN ÜÇGEN SPİRALİ



Spiraldeki A köşesine ait açıların tanjant değerlerine göre açıları dereceleri hesaplandığında yaklaşık olarak aşağıdaki sonuçlar çıkmıştır.

m(BAC)=53

m(CAD)=68

m(DAE)=81

m(EAF)=88,4

m(FAG)=88,5

Not: AFG üçgeni açı

Görsel 1. Birinci Çeşit Üçgen Spirali ve Üçgenlerin Açıları

Şekil-1 deki spiral oluşturulurken ilk üçgen 6-8-10 üçgeni seçilmiştir.

ABC üçgeninde;
IABI= 2.r =6 olursa r=3 olur.
IBCI = r^2-1 =8
IACI=r^2 +1=10 olmuştur.

ACD ğçgeninde ;
AC kenarı 2.r kabul edildiğinde r=5 olur.
IACI= 2.r=10
ICDI=r^2-1=24 ve IADI= r^2+1=26 olmuş olur.

ADE Üçgeninde ;
IADI=2.r =26 olursa r=13 olur.
IDEI=r^2-1=168
IAEI= r^2+1=170 olur ve spiral bu şekilde devam eder.

Burada dikkat edilirse ilk üçgen seçilirken hipotenüsü çift sayı olmak zorundadır. Çünkü ilk üçgenin hipotenüsü ikinci üçgen için "2.r" görevi görür. Kısacası ilk üçgen Primitif Pisagor üçgeni olamaz. Ayrıca ilk üçgeni farklı üçgen seçtiğimizde farklı bir spiral oluşur. Kısaca kenarlarına göre özel dik üçgenler sonsuz tane olduğundan sonsuz farklı spiral

oluşmaktadır. Burada açılara bakıldığında FAG üçgeni dahil spiral iç içe geçmeye başlar ve bu spiral devam ettirildiğinde iç içe üçgenler devam eder.

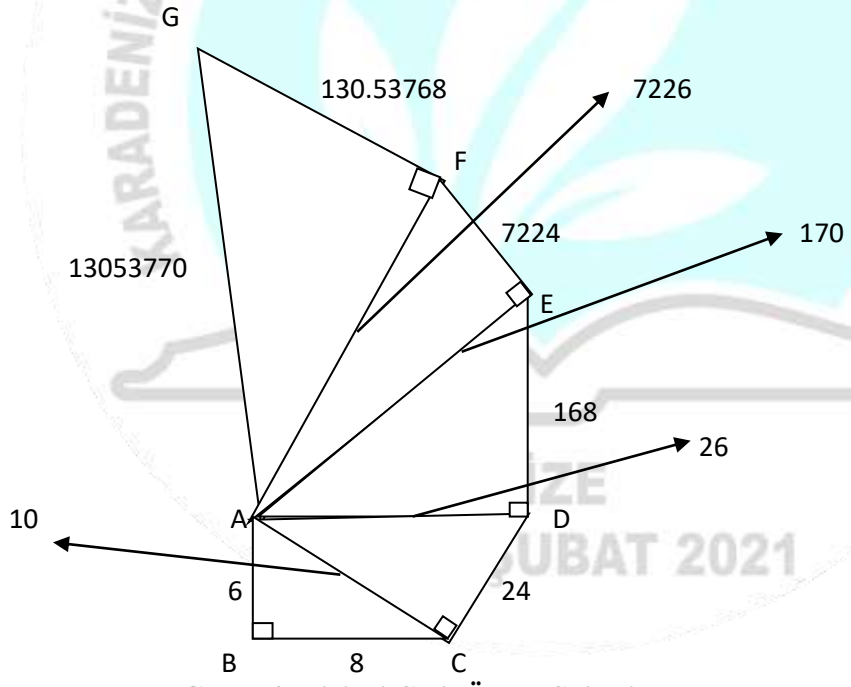
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. İKİNCİ DERECEDEN ÇOK BİLİNMEYENLİ DENKLEMLERİN TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ

3.1.1. ÜÇ BİLİNMEYENLİ DENKLEMLER VE TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ

Yöntem kısmında bulunan $x = r^2-1$, $y = 2.r$ ve $z= r^2 + 1$ parametrik denkleminde r yerine birden büyük doğal sayı değerleri yazıldığında;
r =2 için x=3, y=4, z=5 yani 3-4-5 üçgeni çıkar. $x^2 + y^2 = z^2$ denkleminin tamsayılarda çözüm kümesi (3,4,5) ve (4,3,5) üçlü tamsayıları ve bunların negatif işaretlileri çözüm kümesini sağlar.
r = 4 için x= 15, y= 8, z=17 üçgeni çıkar. $x^2 + y^2 = z^2$ denkleminin tamsayılarda çözüm kümesi (15,8,17) ve (8,15,17) üçlü tamsayıları ve bunların negatif işaretlileri çözüm kümesini sağlar. Bu şekilde r yerine çift doğal sayı değerleri yazıldığında kenarlarına göre özel dik üçgenler ve bunların oluşturduğu $x^2 + y^2 = z^2$ üç bilinmeyenli denklemlerde negatif işaretlileri ile birlikte tamsayılarda çözüm kümeleri bulunur.

3.1.2. DÖRT BİLİNMEYENLİ DENKLEMLER VE TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ

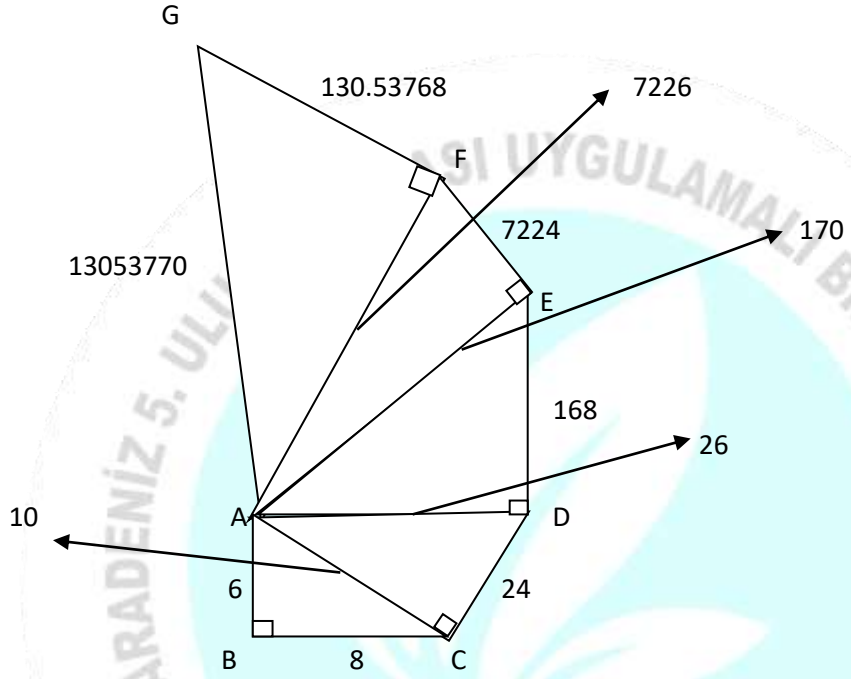


Görsel 2. Birinci Çeşit Üçgen Spirali

Şekil-2 de sırasıyla;
ABCD dörtgeninde $x^2 + y^2 + z^2 = t^2$ dört bilinmeyenli denklemi için x= 6, y=8, z=24, t=26 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca (6,24,8,26) , (8,6,24,26) , (8,24,6,26) çözümleri ve bunların negatif değerleri de bu denklemin çözüm kümeleridir.
ACDE dörtgeninde $x^2 + y^2 + z^2 = t^2$ dört bilinmeyenli denklemi için x= 10, y=24, z=168, t=170 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca (24,10,168,170) , (24,168,10,26) , (10,168,24,170) çözümleri ve bunların negatif değerleri de bu denklemin çözüm kümeleridir.

ADEF dörtgeninde $x^2 + y^2 + z^2 = t^2$ dört bilinmeyenli denklemi için x= 26, y=168, z=7224, t=7226 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca (168,26,7224,7226) , (168,7224,26,7726) , (26,7224,168,7726) çözümleri ve bunların negatif değerleri de bu denklemin çözüm kümeleridir.
Bu şekilde şekil-2 deki spiralde sonsuza kadar devam ettirerek $x^2 + y^2 + z^2 = t^2$ dört bilinmeyenli denkleminin tamsayılarda çözüm kümesi bulunabilir. Ayrıca spiralde r değeri değiştirilerek farklı spiraller içinde sonsuz farklı tamsayı çözümleri bulunabilir.

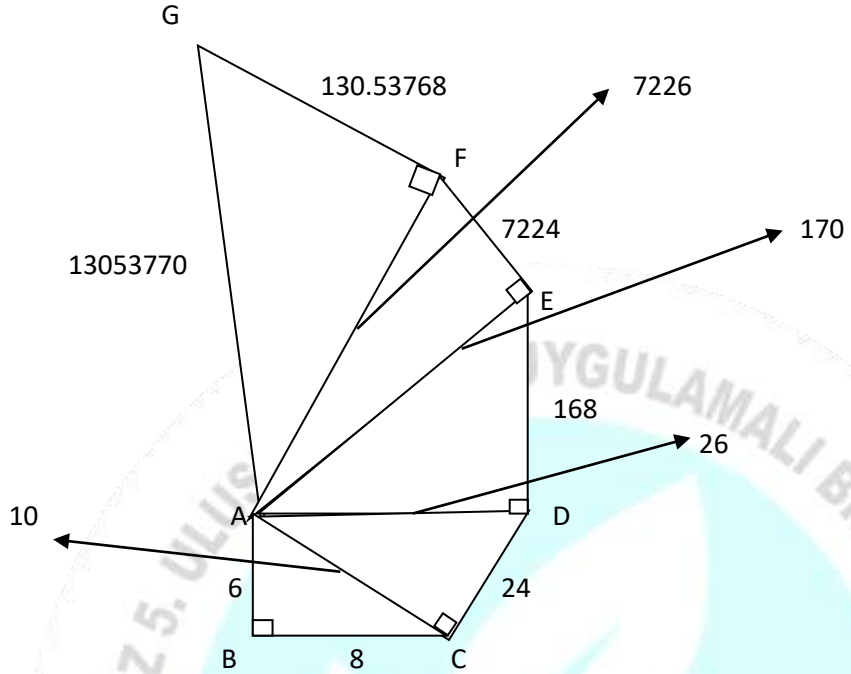
3.1.3. BEŞ BİLİNMEYENLİ DENKLEMLER VE TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ



Görsel 3. Birinci Çeşit Üçgen Spirali

Şekil-3 de sırasıyla;
ABCDE beşgeninde $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = m^2$ beş bilinmeyenli denklemi için x= 6, y=8, z=24, t=168 , m= 170 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca x, y, z, t değerlerinin yerleri değiştiğinde de tamsayılarda çözüm kümesi olur. Aynı şekilde negatif değerleri de çözüm kümesidir.
ACDEF beşgeninde $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = m^2$ beş bilinmeyenli denklemi için x= 10, y=24, z=168, t=7224 , m= 7726 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca x, y, z, t değerlerinin yerleri değiştiğinde de tamsayılarda çözüm kümesi olur. Aynı şekilde negatif değerleri de çözüm kümesidir.
ADEFG beşgeninde $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = m^2$ beş bilinmeyenli denklemi için x= 26, y=168, z=7224, t=13053768 , m = 13053770 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca x, y, z, t değerlerinin yerleri değiştiğinde de tamsayılarda çözüm kümesi olur. Aynı şekilde negatif değerleri de çözüm kümesidir.
Bu şekilde şekil-3 deki spiralde sonsuza kadar devam ettirerek $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = m^2$ beş bilinmeyenli denkleminin tamsayılarda çözüm kümesi bulunabilir. Ayrıca spiralde r değeri değiştirilerek farklı spiraller içinde sonsuz farklı tamsayı çözümleri bulunabilir.

3.1.4. ALTI BİLİNMEYENLİ DENKLEMLER VE TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ



Görsel 4. Birinci Çeşit Üçgen Spirali

Şekil-4 de sırasıyla;

ABCDEF altıgeninde $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 + m^2 = n^2$ altı bilinmeyenli denklemi için x= 6, y=8, z=24, t=168 , m= 7224, n= 7226 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca x, y, z, t,m değerlerinin yerleri değiştiğinde de tamsayılarda çözüm kümesi olur. Aynı şekilde negatif değerleri de çözüm kümesidir.

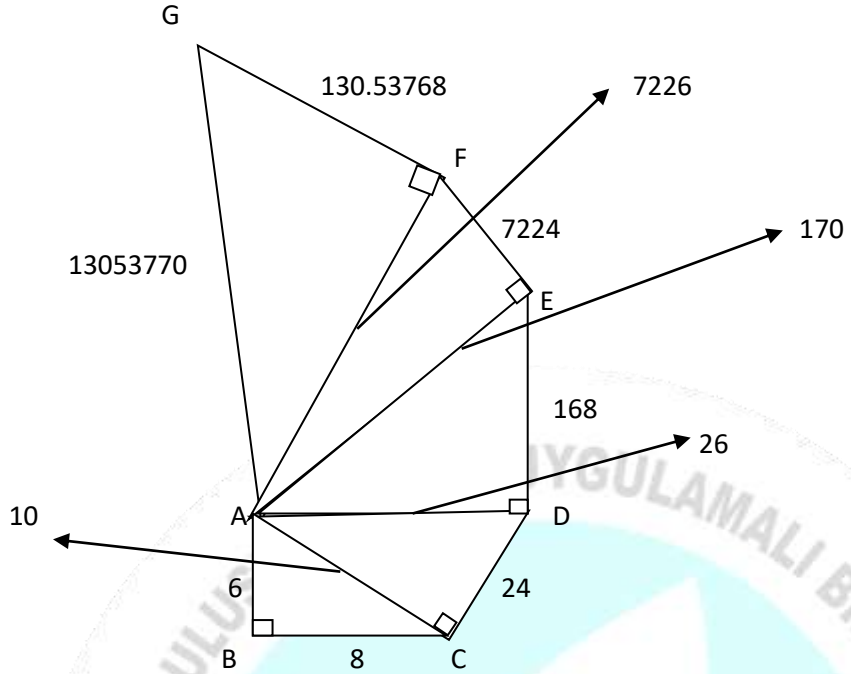
ACDEFG beşgeninde $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 + m^2 = n^2$ beş bilinmeyenli denklemi için x= 10, y=24, z=168, t=7224 , m= 13053768 , n= 13053770 denklemi sağlayan bir çözüm kümesidir. Ayrıca x, y, z, t,m değerlerinin yerleri değiştiğinde de tamsayılarda çözüm kümesi olur. Aynı şekilde negatif değerleri de çözüm kümesidir.

Bu şekilde şekil-4 deki spiralde sonsuza kadar devam ettirerek $x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = m^2$ beş bilinmeyenli denkleminin tamsayılarda çözüm kümesi bulunabilir. Ayrıca spiralde r değeri değiştirilerek farklı spiraller içinde sonsuz farklı tamsayı çözümleri bulunabilir.

3.1. YEDİ VE DAHA FAZLA BİLİNMEYENLİ DENKLEMLER VE TAMSAYI ÇÖZÜMLERİ

Şekilde-4 de verilen spiral üzerinde alınan ABCDEFG yedigeninin kenar uzunlukları yedi bilinmeyenli denklemin çözüm kümesidir. Spiral sonsuza kadar devam ettirildiğinde sonsuz yedi bilinmeyenli denklemin sonsuz farklı tamsayı çözümleri çıkmaktadır. Ayrıca farklı spirallerde de farklı tamsayı çözümleri çıkmaktadır. Aynı spiralde veya çizilecek farklı spirallerde de sekiz ve daha fazlı bilinmeyenli denklemlerin çözüm kümeleri çıkar.

3.2. HERON ÇOKGENLERİ



Görsel 5. Birinci Çeşit Üçgen Spirali

Şekil-5 de alınan ABCD dörtgeni kenarları farklı doğal sayılar olan ve alanı doğal sayı olan bir Heron Dörtgenidir. Aynı şekilde ACDE, ADEF, AEFG,….. şeklinde giden spiral devam ettikçe oluşan dörtgenler Heron Dörtgenleridir.

ABCDE, ACDEF, ADEFG,…. Şeklinde spiral devam ettikçe oluşan beşgenler Heron Beşgenleri olmaktadır. ABCDEF altıgeni yine Heron Altıgenidir. Bu şekilde şekil-5 deki spiralden ya da 2.1. de gösterilen farklı spiraller yardımı ile Heron Çokgenleri üretilebilmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada görülmüştür ki; x, y, z, t, ……, q, a birbirinden farklı tamsayılar olmak üzere;

$x^2 + y^2 + z^2 + t^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + q^2 = a^2$ denklemlerinin tamsayılarda çözüm kümesi vardır ve çözüm kümesi sonsuz elemanlıdır. Denklemde bilinmeyen sayısı ne kadar fazla olursa olsun, çizilecek üçgen spiralleri yardımı ile çözüm kümeleri bulunabilmektedir. Ayrıca çizilecek üçgen spiralleri yardımı ile başta Heron Üçgenleri olmak üzere, kenar uzunlukları birbirinden farkı doğal sayı olan ve alanı doğal sayı olan Heron Çokgenleri bulunabilmektedir. Bulunan çokgenler tüm Heron Çokgenleri anlamına gelmemekle beraber, bazı çokgenleri bulmamızda yöntem olarak kullanılabilmektedir.

KAYNAKÇA

Yağcı, M. (2012) *My Geometri 2*, İzmir: Altın Nokta Yayınları

Yağcı, M. (2012) *My Matematik 3*, İzmir: Altın Nokta Yayınları
Karanfil, M. & Ersen, M. & Çırak K. & Akın, M. (2018) *Geometri Soru Bankası*, Ankara: Bilgi Sarmalı Yayınları

Darıyeri, M. (2006) *Heron Üçgenlerinin Bazı Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Konya*: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Demirpolat, E. & Cenbercı, S. & Senay H. (2008*) On The Diophantine Equetion*, Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

Γ_θ GRUBU VE ÜST YARI DÜZLEM DÖŞEMESİ

Dr. Aziz BÜYÜKKARAGÖZ[1], Dr. Erdal ÜNLÜYOL[2]

[1] Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, azizbk@windowslive.com
ORCID ID: 0000-0002-6370-2363.

[2] Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, eunluyol@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0003-3465-6473.

ÖZET

Γ modüler grup ve $n, N \in \mathbb{Z}^+$ için $\Gamma(N), \Gamma_\theta, \Gamma_0(N), \Gamma_{0,n}(N)$ ve $\Lambda_n(N)$ gruplarının tanımları

$$\Gamma = PSL(2,\mathbb{Z}) = \{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} : a,b,c,d \in \mathbb{Z} \; ve \; ad - bc = 1\},$$

$$\Gamma(N) = \{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma : a \equiv d \equiv 1 \; mod \; N \; ve \; b \equiv c \equiv 0 \; mod \; N\},$$

$$\Gamma_\theta = \{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma : \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} mod \; 2 \; veya \; \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} mod \; 2 \},$$

$$\Gamma_0(N) = \{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma : c \equiv 0 \; mod \; N\},$$

$$\Gamma_{0,n}(N) = \{\begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N) : a^2 \equiv 1 \; mod \; n \; \; veya \; a \equiv d \; mod \; n\},$$

$$\Lambda_n(N) = \{\begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N) : a^4 \equiv 1 \; mod \; n \; \; veya \; a^2 \equiv d^2 \; mod \; n\}$$

şeklinde tanımlansın. Bu grupların genel özellikleri ve temel bölgeleri incelenmiştir. Özellikle Γ_θ grubunun üretici elemanları araştırılmıştır. Bu gruplardaki bazı Möbius dönüşümleri yardımıyla, $\mathbb{H}$ kompleks üst yarı düzlem döşemesi elde edilmiş ve bazı uygulamalar yapılmıştır. $\Gamma_0(N)$ kongrüans grubunun, $\Gamma_{0,n}(N)$ ve $\Lambda_n(N)$ alt gruplarının genel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca üretici elemanları ile tanımlanan bir Ω Fuchs grubunun temel bölgesi araştırılmış ve şekillerle modelleme yapılmıştır. Böyle yapılarla, yeni temel bölgelerin inşa edilebileceği ve bunun sonucu olarak $\mathbb{H}$ kompleks üst yarı düzlem döşemelerinin oluşturulabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fuchs Grup, Modüler Grup, Kongrüans Alt Gruplar, Möbius Dönüşümleri, Temel Bölgeler, Düzlem Döşemesi.

1. GENEL BİLGİLER

Tanım 1.1 [1]: (Özel möbius dönüşümler grubu)

a.) Aşağıdaki kümeye "projektif özel lineer grup" denir,

$$\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R}):=\left\{T \mid T:\mathbb{C}_\infty \to \mathbb{C}_\infty, \qquad T(z)=\frac{az+b}{cz+d}, a,b,c,d\in\mathbb{R} \text{ ve } ad-bc=1\right\}.$$

b.) Aşağıdaki kümeye "projektif özel lineer eşlenik grup" denir,

$$\overline{\mathrm{PSL}}\,(2,\mathbb{R}):=\left\{S \mid S:\mathbb{C}_\infty \to \mathbb{C}_\infty, \qquad S(z)=\frac{a\bar{z}+b}{c\bar{z}+d}, a,b,c,d\in\mathbb{R} \text{ ve } ad-bc=-1\right\}.$$

c.) $\wp := \mathrm{PSL}(2,\mathbb{R}) \cup \overline{\mathrm{PSL}}\,(2,\mathbb{R})$ grubuna "özel lineer kesirli dönüşümler grubu" denir. Bu $\wp$ grubu da dönüşümlerin bileşke işlemine göre yine grup oluşturur.

Tanım 1.2 [3]: (NEC Gruplar)

a.) $\wp$ nin ayrık bir alt grubuna "Öklid olmayan kristalize (non-euclidean crystallographic) grup" denir ve kısaca NEC grup diye yazılır.

b.) $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ deki bir NEC grubuna ise "Fuchsian grup" veya "Fuchs grup" denir.

Tanım 1.3 [3]: ($\wp$ nin Elemanlarının Sınıflandırılması)

i.) $\mathrm{T} \in \mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})\backslash\{I\}$ ve $T(z)=\frac{az+b}{cz+d}$ olmak üzere;

a.) $|iz\,T| = |a+d| > 2$ ise T ye "hiperbolik dönüşüm",

b.) $|iz\,T| = |a+d| = 2$ ise T ye "parabolik dönüşüm",

c.) $|iz\,T| = |a+d| < 2$ ise T ye "eliptik dönüşüm" denir.

ii.) $S \in \overline{\mathrm{PSL}}\,(2,\mathbb{R})$ ve $S(z)=\frac{a\bar{z}+b}{c\bar{z}+d}$ olmak üzere;

a.) $iz\,S = a+d \neq 0$ ise S ye "kayan-yansıma dönüşümü"

b.) $iz\,S = a+d = 0$ ise S ye "yansıma dönüşümü" denir.

Teorem 1.1 [3]: ($\wp$ nin Sabit Noktaları)

$f \in \wp$ ve $Sb(f;\mathbb{C}_\infty)=\{z\in\mathbb{C}_\infty : f(z)=z\}$ olmak üzere;

$$Sb(f;\mathbb{C}_\infty)=\begin{cases} \mathbb{R}_\infty \text{ da iki nokta}, & f \text{ hiperbolik ise},\\ \mathbb{R}_\infty \text{ da bir nokta}, & f \text{ parabolik ise},\\ \mathbb{C}\backslash\mathbb{R} \text{ de eşlenik iki nokta}, & f \text{ eliptik ise},\\ \mathbb{R}_\infty \text{ da iki nokta}, & f \text{ kayan}-\text{yansıma ise},\\ \mathbb{R} \text{ dik çember veya doğru}, & f \text{ yansıma ise} \end{cases}$$

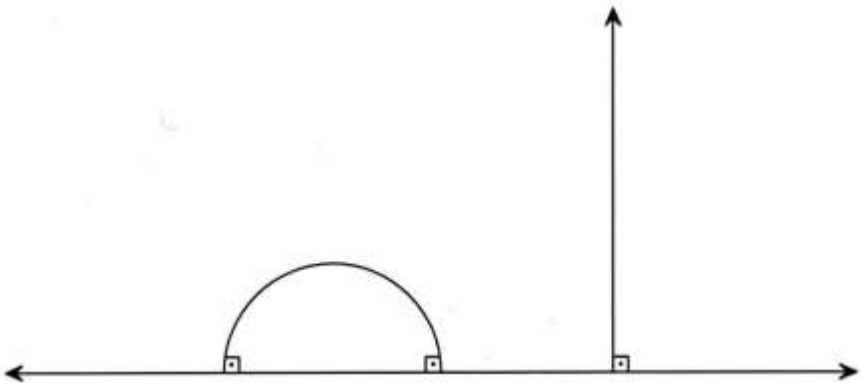
şeklindedir.

Tanım 1.4 [1]: T_1 ve T_2, $\wp$ grubunun herhangi iki elemanı olsun. $T_1 = ST_2S^{-1}$ olacak şekilde bir $S \in \wp$ elemanı varsa T_1 ile T_2 ye "eşlenik dönüşümler" denir. Burada $\wp$ nin eşlenik elemanlarının aynı türde olması gerçeği kullanılarak, dönüşümlerin bu beş türünden her birinin bir kanonik(eşlenik) forma sahip olduğu bulunabilir [7].

Tanım 1.5 [4]:

a.) H-düzlemdeki noktalara "'hiperbolik noktalar(H-noktalar)", reel eksene dik olan öklid çemberlerinin veya doğrularının H-düzlemde oluşan parçalarına da "hiperbolik doğrular(H-doğrular)"' denir.

b.) H-düzlemdeki iki H-doğru arasındaki açı, onların kesişme noktalarındaki açı olarak tanımlanır. Ayrıca $\mathbb{R}_\infty = \mathbb{R} \cup \{\infty\}$ un bir noktasında kesişen iki H-doğru sıfır açı ile kesişir.



Şekil 1: H-doğrular

Bu kısımda $\mathbb{H}$ üst-yarı düzlemini invaryant bırakan $\wp := \mathrm{PSL}(2,\mathbb{R}) \cup \overline{\mathrm{PSL}}\,(2,\mathbb{R})$ grubunun üzerinde incelemeler yapılacaktır. Böylece Öklid geometrisinden H-geometriye geçiş sağlanmış olacaktır.

Şimdi parçalı sürekli diferansiyellenebilir bir γ eğrisinin uzunluğunu tanımlayalım. Önce $\mathbb{R}^2$ de parçalı sürekli diferansiyellenebilir bir β eğrisinin uzunluğunu hatırlatalım. $a, b \in \mathbb{R}$ olmak üzere $\beta: [a,b] \to \mathbb{R}^2$, $\beta(t) = (x(t), y(t))$ şekilde tanımlı β eğrisinin Öklid uzunluğunu $\ell(\beta)$ yay diferansiyeli $ds^2 = dx^2 + dy^2$ olmak üzere

$$\ell(\beta) := \int_a^b \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}\, dt$$

şeklinde verilir.

Tanım 1.6 [4]: $\emptyset \neq E \subset \mathbb{H}$ ise E nin hiperbolik alanı (H-alanı)

$$\mu(\gamma) := \int\int_E \frac{dxdy}{y^2} \text{ (İntegral mevcut ise)}$$

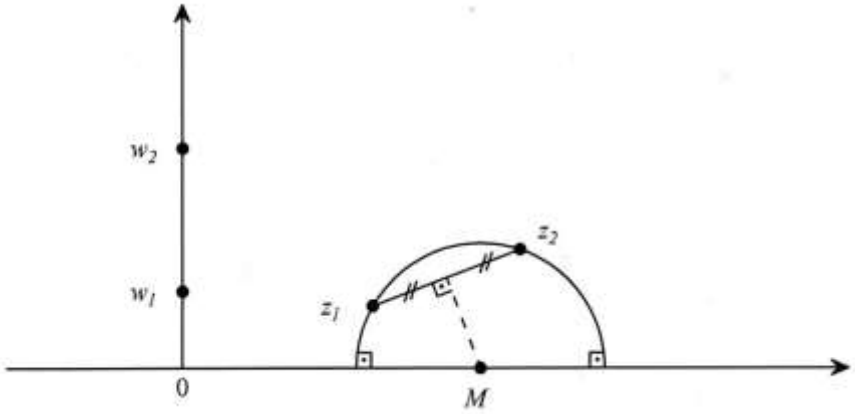
olarak tanımlanır. Burada hiperbolik alan diferansiyeli $d\mu = \frac{dxdy}{y^2}$.

Teorem 1.2 [3]: H-uzunluk ve H-alanın mutlak değeri $\wp$ altında değişmez.

Tanım 1.7 [4]: (H-doğru parçası ve H-uzaklık)

a.) Eğer z_1 ve z_2 iki H-nokta ise bunları birleştiren bir tek H-doğrunun z_1 ve z_2 arasındaki yay parçasına z_1 noktasını z_2 noktasına birleştiren "hiperbolik doğru parçası" denir.

b.) z_1 ve z_2 gibi gibi H-noktalarını birleştiren H-doğru parçasının uzunluğuna z_1 ile z_2 arasındaki "hiperbolik uzaklık" (H-uzaklık) denir ve $\rho(z_1, z_2)$ ile gösterilir.



Şekil 2: z_1 ile z_2 arasındaki H-uzunluk

Teorem 1.3 [5]: $\mathbb{H}$ üst yarı düzlemi, H-uzaklık altında bir metrik uzay belirler. Yani $(\mathbb{H}, \rho)$ bir metrik uzaydır. Buradaki ρ ya da "hiperbolik metrik" adı verilir.

Teorem 1. 4 [5]: Hiperbolik metrik tarafından indirgenen topoloji ile öklid metriği tarafından indirgenen topoloji aynıdır.

Tanım 1. 8 [3]: Λ bir NEC grup ve $D \subset \mathbb{H}$ alt kümesi kapalı olsun. Buna göre

i.) D bir Λ örtüm,

ii.) D bir Λ paketleme,

iii.) $D \backslash D^0$ nın H alanı $\mu(D \backslash D^0) = \mu(\partial D) = 0$

koşulları sağlanıyor ise D ye Λ için bir "temel(esas) bölge" denir.

Sonuç 1.1: Λ bir NEC grup olmak üzere,

a.) $\cup_{T \in \Lambda} T(D) = \mathbb{H}$,

b.) Her $T \in \Lambda \backslash \{I\}$ için $D^o \cap T(D^o) = \emptyset$

koşulları sağlanıyorsa $D \subset \mathbb{H}$ kapalı alt kümesine Λ için bir temel bölge adı verilir.

Tanım 1.9 [1]: Λ bir NEC grup ve $x \in \mathbb{R} \cup \{\infty\}$ olsun. Bu durumda $g(x) = x$ olacak biçimde bir $g \in \Lambda$ parabolik eleman varsa x e "cusp noktası (cusp temsilcisi)" denir. Buna göre x in Λ yörüngesi Λx ifadesine de "cusp" denir ve $[x]$ ile gösterilir. Burada ayrıca $S([x]) = [x]$ olacak şekilde bir $S \in \Lambda$ yansıması varsa $[x]$ ifadesine "reel cusp" denir.

Teorem 1. 5 [5]: (Temel Bölgelerde Kosetler) Γ bir Fuchsian grup, $\Lambda \leq \Gamma$ ve $|\Gamma:\Lambda| = n$ olsun. Eğer Γ nın Λ-kosetlerinin birleşimi $\Gamma = \Lambda T_1 \cup \Lambda T_2 \cup \cdots \cup \Lambda T_n$ ve Γ için D bir temel bölge ise bu takdirde;

i.) $E = T_1(D) \cup T_2(D) \cup \cdots \cup T_n(D)$, Λ için bir temel bölgedir.

ii.) $\mu(D)$ sonlu ve $\mu(\partial D) = 0$ ise $\frac{\mu(E)}{\mu(D)} = n$.

Tanım 1. 10 [1]: (Modüler Grup)

$$PSL(2,\mathbb{Z}) := \{T \mid T: \mathbb{C}_\infty \to \mathbb{C}_\infty, \quad T(z) = \frac{az+b}{cz+d}, a,b,c,d \in \mathbb{Z} \text{ ve } ad - bc = 1\}$$

Fuchsian grubuna "modüler grup" denir ve Γ ile gösterilir.

Açıkça görüldüğü gibi $\Gamma = PSL(2,\mathbb{Z})$, $PSL(2,\mathbb{R})$ nin ayrık bir alt grubudur. Bu grup aynı zamanda matris gösterimi şeklinde de değerlendirilebilir.

$$SL(2,\mathbb{Z}) = \left\{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} : a,b,c,d \in \mathbb{Z} \; ve \; ad - bc = 1\right\}$$

şeklinde tanımlanan grup için $PSL(2,\mathbb{Z}) \cong SL(2,\mathbb{Z})/\{\mp I\}$ olmaktadır.

Teorem 1. 6 [5]: Γ nın $\widehat{\mathbb{Q}}$ daki herhangi bir noktasındaki sabitleyeni, sonsuz devirli bir grup oluşturur.

Teorem 1. 7 [1]: Γ modüler grubu için bir temel bölge aşağıdaki gibidir,

$$D = \left\{z \in \mathbb{H}: |z| \geq 1 \; ve \; |Re(z)| \leq \frac{1}{2}\right\}$$

Lemma 1. 1 [1]: $N \in \mathbb{Z}^+$ ve $\Gamma = PSL(2,\mathbb{Z}^+)$

$$\Gamma(N) = \left\{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma: a \equiv d \equiv 1 \bmod a \text{ ve } b \equiv c \equiv 0 \bmod N\right\}$$

alt grubunda; $N = 2$ ise $|\Gamma:\Gamma(2)| = 6$ ve $N > 2$ ise $|\Gamma:\Gamma(N)| = \frac{N^3}{2}\prod_{p|N}(1 - \frac{1}{p^2})$ şeklindedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Γ nın $\Gamma_0(N)$ Grubu ile $\Gamma_{0,n}(N)$, $\Lambda_n(N)$ ve Γ_θ Alt Grupları

Bu çalışmada $\mathbb{H} := \{z \in \mathbb{C}: Im(z) > 0\}$ üst yarı düzleminde $SL(2,\mathbb{R})$ nin hareketi ele alınmıştır. $\mathbb{H}$ nin özel bir döşemesi oluşturulmuş ve $\Gamma(2)$ ile Γ_θ gruplarında uygulamalar yapılmıştır. Bununla birlikte $\Gamma_0(N)$ grubu ile $\Gamma_{0,n}(N)$ ve $\Lambda_n(N)$ özel kongrüans alt grupları incelenmiştir.

Teorem 2. 1: $SL(2,\mathbb{R})$ grubu $\mathbb{H}$ yi sabit bırakır ve $\mathbb{H}$ üzerinde transitif olarak hareket eder. Özel olarak

$$\begin{pmatrix}1 & x\\ 0 & x\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\sqrt{y} & 0\\ 0 & \frac{1}{\sqrt{y}}\end{pmatrix}(i) = x + iy, \quad (x \in \mathbb{R}, y > 0 \; ve \; y \in \mathbb{R})$$

ifade edilebilir. Bununla birlikte

$$T = \begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix} \in SL(2,\mathbb{R}) \; ve \; z \in \mathbb{H} \; için \; Im\, T(z) = \frac{Im(z)}{|cz+d|^2} > 0$$

Şeklindedir.

İspat: Birinci eşitliğin açık olduğu biliniyor. İkinci eşitliğin $\mathbb{H}$ yi sabit bıraktığını göstermeye çalışalım. Teoremin iddiasına göre $T = \begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}, ad - bc = 1$ ve $z \in \mathbb{H}$ için $Im\, T(z) = \frac{T(z)-T(\bar{z})}{2i}$ olduğundan $2iImT(z) = T(z) - T(\bar{z})$ ifadesini inceleyelim. Burada

$$2iImT(z) = \frac{az+b}{cz+d} - \frac{a\bar{z}+b}{c\bar{z}+d}$$

$$= \frac{(az+b)(c\bar{z}+d) - (cz+d)(a\bar{z}+b)}{|cz+d|^2} = \frac{ad\bar{z} - bc\bar{z} - bcz + ad\bar{z}}{|cz+d|^2}$$

şeklindedir. Böylece $ImT(z)|cz+d|^2 = Im(z) > 0$ bulunur.

Tanım 2. 1: $i \in \mathbb{H}$ noktasının $SL(2,\mathbb{R})$ de tanımlı,

$$SO(2) := \{A \in SL(2,\mathbb{R}): A^T A = I_2\} = \left\{\begin{pmatrix}cos\theta & sin\theta\\ -sin\theta & cos\theta\end{pmatrix} : \theta \in \mathbb{R}\right\}$$

şeklinde bir izotrop grubuna "özel ortogonal grup" denir.

Gerçekten $a, b, c, d \in \mathbb{R}$ ve $\frac{ai+b}{ci+d} = i$ olarak $ai + b = -c + id$ bulunur. Böylece $a = d$ ve $b = -c$ olur. Burada $ad - bc = 1$ koşulu $a^2 + b^2 = 1$ sonucunu verir. Bu durum, indirgenmiş dönüşümlerin trigonometrik olarak yeniden parametre ile yazılabileceğini gösterir.

Teorem 2.2:

a.) $SL(2,\mathbb{R})/SO(2) \cong \mathbb{H}$,

b.) $\mathbb{C} \to \mathbb{CP}^1, z \to \begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}\begin{pmatrix}z\\ 1\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}az+b\\ cz+d\end{pmatrix}$.

İspat:

a.) $SL(2,\mathbb{R})/SO(2) \to \mathbb{H}, gSO(2) \to g(i)$ şeklinde tanımlanırsa, izomorfizma oluşur. Üstelik

$$g\big(hSO(2)\big) = (gh)SO(2) \to (gh)(i) = g(h(i))$$

olduğundan $SL(2,\mathbb{R})$ nin hareketi netleşir.

b.) Burada $\mathbb{C} \to \mathbb{CP}^1, GL(2,\mathbb{C})$ ve $\begin{pmatrix} z \\ 1 \end{pmatrix}$ matrisi de $\mathbb{C}^2 - \{0\}$ a karşılık gelmektedir. Açık olarak

$$T(z) = \frac{az+b}{cz+d} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} az+b \\ cz+d \end{pmatrix}$$

şeklinde de ifade edilebilir. O halde Γ modüler grubunun $\mathbb{H}$ deki her Γ –yörüngesi

$$\bar{D} = \{z \in \mathbb{H}: |z| \geq 1 \; ve \; |Re(z)| \leq \frac{1}{2}\}$$

şeklinde gösterime sahiptir. Üstelik her bir yörünge

$$D = \left\{z \in \mathbb{H}: |z| > 1, -\frac{1}{2} \leq Re(z) \leq \frac{1}{2}\right\} \cup \{z \in \mathbb{H}: |z| = 1, Re(z) \leq 0\}$$

standart temel bölgesinde bir tek gösterime sahiptir [8].

Şimdi $\Gamma(2)$ ve Γ_θ için temel bölge incelemesi yapalım. Burada

$$\Gamma(N) = \left\{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in SL(2,\mathbb{Z}): \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \; mod \right\}$$

özel kongrüans alt grubunu araştırmaya alalım. Diğer yandan $\Gamma = \Gamma(1)$ olduğundan temel bölge ifadesinin yapısı açıktır. Γ nın Γ(N) deki koset gösterimleri γ_j olarak seçilir ise bir D^* temel bölgesi için $\Gamma(D^*) = \bigcup_{j\geq 1} \gamma_j(D)$ şeklinde yazılabilir. Buna göre

$$SL(2,\mathbb{Z}) \to SL(2,\mathbb{Z}/N), \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} a \; mod \; N & b \; mod \; N \\ c \; mod \; N & d \; mod \; N \end{pmatrix}$$

grup homomorfizminin çekirdeği Γ(N) dir. Böylece Γ(N) grubunun Γ nın normal alt grubu olduğu gözlemlenmiş olur.

Tanım 2.2[9] : Γ modüler grubu için $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma$ olmak üzere;

$$\Gamma_\theta = \{\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Gamma: \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} mod \; 2 \; veya \; \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} mod \; 2 \}$$

grubuna "θ kongrüans alt grubu" denir. Bu Γ_θ grubu, elemanter sayılar teorisi problemlerinden θ serilerinin en basit uygulamalarına karşılık geldiğinden önemli bir kongrüans alt grup olarak değerlendirilir. Ayrıca $K(z) = \frac{-1}{z}$ olmak üzere $\Gamma_\theta = \Gamma(2) \cup K\Gamma(2)$ şeklinde koset gösterimine sahiptir. Yine Γ_θ grubunun $z \to \frac{-1}{z}$ ve $z \to z+2$ elemanları ile üretildiğini göstermeye çalışalım.

Lemma 2. 1 [8]: $p \in \mathbb{P}$ için $\Phi: SL(2,\mathbb{Z}) \to SL(2,\mathbb{Z}_p), A \to [A]$ ise Φ dönüşümü örtendir. Bu durumda aşağıdakiler doğrudur,

$$|SL(2,\mathbb{Z}_p)| = (p^2-1)p, |GL(2,\mathbb{Z}_p)| = (p^2-1)(p^2-p)$$

ve $|GL(2,\mathbb{Z}_p): SL(2,\mathbb{Z}_p)| = p-1$.

$p \in \mathbb{P}$ ve $p = 2$ için $SL(2,\mathbb{Z}) \to SL(2,\mathbb{Z}_2), A \to [A]$ için örten dönüşümünde,

$\gamma_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \gamma_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \gamma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \gamma_4 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \gamma_5 = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \gamma_6 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$

elemanları alınarak inceleme yapılabilir.

Teorem 2.3

a.) $\Lambda = \Gamma(2)$ grubunun Γ daki koset gösterimi bir D temel bölgesi için $j \in [1,6]$ olmak üzere $\Lambda(D_1) = \cup\, \gamma_j(D)$ olacak şekilde bir D_1 temel bölgesi vardır.

b.) $\Omega = \Gamma_\theta$ nın Γ daki koset gösterimi bir D temel bölgesi için $j \in [1,3]$ olmak üzere $\Omega(D_2) = \cup\, \gamma_j(D)$ olacak şekilde bir D_2 temel bölgesi vardır.

İspat:

a.) $|\Gamma : \Gamma(2)| = (2^2 - 1).2 = 6$ olduğu açıktır. $SL(2,\mathbb{Z})$ deki $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ elemanları mod 2 ye göre farklıdır. Buna göre, bir D temel bölgesi için

$$\Lambda(D_1) = \gamma_1(D) \cup \gamma_2(D) \cup \gamma_3(D) \cup \gamma_4(D) \cup \gamma_5(D) \cup \gamma_6(D)$$

şeklindedir.

b.) $|\Gamma(2) : \Gamma_\theta| = 2$ ve $|\Gamma : \Gamma_\theta| = 3$ olur. $SL(2,\mathbb{Z})$ deki γ_j $(1 \le j \le 6)$ elemanlarından $K = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ ile üretilmeyen $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ elemanları alınsın. D temel bölgesi için Γ_θ nın Γ daki koset gösterimi $\Omega(D_2) = \gamma_1(D) \cup \gamma_2(D) \cup \gamma_3(D)$ dir. Ayrıca γ_1 özdeşlik dönüşümü olduğundan en genel durumda

$$\Omega(D_2) = D \cup \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} D \cup \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} D$$

olacak şekilde $\Omega = \Gamma_\theta$ için bir temel bölge belirler. Yani

$$D_2 = D_\theta = \{z \in \mathbb{H} : |z| \ge 1 \; ve \; |Re(z)| \le 1\}$$

kümesi Γ_θ için bir temel bölgedir.

Teorem 2. 4 [8]: Γ_θ grubu; $\Gamma_\theta = \langle \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \rangle$ dir.

Teorem 2. 5: ($\Gamma_0(N)$ de eşlenik elemanlar)

$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix}$ ve $A, B \in \Gamma_0(N)$ olsun. Buna göre

A ile B aynı kosette yer alırlar $\Leftrightarrow au \equiv cr \; mod \; N$ veya $cv \equiv du \; mod \; N$.

İspat: $A, B \in \Gamma_0(N)$ olsun. Eğer $AB^{-1}\Gamma_0(N)$ veya $A^{-1}B\Gamma_0(N)$ olduğu gösterilirse gruplar teorisine göre ispat iki yönlü kanıtlanmış olur. Böylece

$$AB^{-1} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v & -s \\ -u & r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} av - bu & -as + br \\ cv - ud & -cs + dr \end{pmatrix} \Leftrightarrow cv - ud \equiv 0 \; mod \; N$$

veya

$$A^{-1}B = \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}\begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} dr - cu & ds - bv \\ -cr + au & -cs + av \end{pmatrix} \Leftrightarrow -cr + au \equiv 0 \bmod N$$

bulunur. Buna göre $cv \equiv du \bmod N$ veya $au \equiv cr \bmod N$ elde edilir.

Teorem 2. 6: $N > 1$ için $\Gamma_0(N)$ nin $\widehat{\mathbb{Q}}$ daki hareketi transitif değildir.

İspat: $\Gamma_0(N)$ yi $\widehat{\mathbb{Q}}$ üzerinde transitif alalım. Burada $0 \in \widehat{\mathbb{Q}}$ ve $\infty \in \widehat{\mathbb{Q}}$ noktaları ela alınırsa $\Gamma_0(N)$ de $T(0) = \infty$ olan bir $T \in \Gamma_0(N)$ vardır. Yani

$$T = \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N) \; ve \; \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Böylece $b = 1$ ve $d = 0$ bulunur. Buradan $ad - bcN = 1$ olduğundan $c = -1$, $N = 1$. Dolayısıyla bunun ancak $\mathrm{T} \in \Gamma = \Gamma(1)$ olmasıyla mümkün olduğu sonucuna varılır. Bu çelişki ile ispat tamamlanır.

Tanım 2. 3: $n, N \in \mathbb{Z}^+$ ve $n|\, N$ olmak üzere

$$\Gamma_{0,\mathrm{n}}(N) := \{\begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N) : a \equiv d \bmod n\}$$

veya

$$\Gamma_{0,\mathrm{n}}(N) := \{\begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N) : a^2 \equiv 1 \bmod n\}.$$

Buradaki iki kümenin eşitliği açıktır.

$T = \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix}$ ve $ad - bcN = 1$ olsun. $n|N$ ve $ad - bcN \equiv 1 \bmod N$ olduğundan $ad \equiv 1 \bmod n$. Dolayısıyla $a^2 d \equiv a \bmod n$ olup, $a \equiv d \bmod n$. Tersine $a \equiv d \bmod n$ ise $ad - bcN = 1$ olduğundan $ad \equiv 1 \bmod n$. Buna göre $a^2 \equiv d^2 \equiv 1 \bmod n$ elde edilir. Ayrıca Γ nın $\Gamma_{0,\mathrm{n}}(N)$ özel kongrüans alt grubu için $\Gamma_{0,\mathrm{n}}(N) \leq \Gamma_0(N) \leq \Gamma$ olduğu görülmektedir.

Şimdi $\widehat{\mathbb{Q}} = \mathbb{Q} \cup \{\infty\}$ olmak üzere $\widehat{\mathbb{Q}}_{0,n}(N) := \left\{\frac{x}{yN} \in \widehat{\mathbb{Q}} : x^2 \equiv 1 \bmod n\right\}$ kümesi tanımlansın.

Teorem 2.7: $\Gamma_{0,\mathrm{n}}(N)$ nin $\widehat{\mathbb{Q}}_{0,n}(N)$ deki hareketi transitiftir.

İspat: $\frac{a}{cN}, \frac{b}{dN} \in \widehat{\mathbb{Q}}_{0,n}(N)$ farklı iki indirgenmiş kesir olsun. Buradaki ifadelerden şunlara $a^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $b^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ulaşılır. Buna göre

$$U = \begin{pmatrix} a & u \\ cN & v \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N), \qquad av - cuN = 1, \qquad U(\infty) = \frac{a}{cN}$$

$$V = \begin{pmatrix} b & r \\ dN & s \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N), \qquad bs - drN = 1, \qquad V(\infty) = \frac{b}{dN}.$$

Burada $L := UV^{-1}$ alınırsa $L\left(\frac{b}{dN}\right) = UV^{-1}\left(\frac{b}{dN}\right) = U(\infty) = \frac{a}{cN}$ olmaktadır. Ayrıca $detL = detU.detV^{-1} = 1$ olduğu açıktır. Bununla birlikte

$$L = \begin{pmatrix} a & u \\ cN & v \end{pmatrix}\begin{pmatrix} s & -r \\ -dN & b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} as - duN & -ar + bu \\ csN - dvN & -crN + bv \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N)$$

ve $(as - duN)^2 \equiv 1 \; mod \; n$. Gerçekten $bs - drN = 1$ olduğundan $bs \equiv 1 \; mod \; n$. Dolayısıyla $b^2s^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ve böylece $s^2 \equiv 1 \; mod \; n$ dir. Buna göre

$$(as - duN)^2 \equiv (as)^2 \equiv s^2 \equiv 1 \; mod \; n$$

bulunur. O halde $L \in \Gamma_{0,n}(N)$ olup $\Gamma_{0,n}(N)$ grubu $\widehat{\mathbb{Q}}_{0,n}(N)$ üzerinde bir transitif hareket grubudur.

Teorem 2.8: ($\Gamma_{0,n}(N)$ *de eşlenik elemanlar*)

$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix}$ ve $A, B \in \Gamma_{0,n}(N)$ olsun. Bu durumda A ve B aynı kosette yer alırlar: $\Leftrightarrow$

i.) $au \equiv cr \; mod \; N$ ve $a^2 \equiv r^2 \; mod \; n$ veya

ii.) $cv \equiv du \; mod \; N$ ve $a^2 \equiv r^2 \; mod \; n$.

İspat: $A = \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} r & s \\ uN & v \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N)$ olsun.

i.) $A^{-1}B = \begin{pmatrix} d & -b \\ -cN & a \end{pmatrix}\begin{pmatrix} r & s \\ uN & v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} dr - buN & ds - bv \\ -crN + auN & -csN + av \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N)$. Böylece $(dr - buN)^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $auN - crN \equiv 0 \; mod \; N$. Dolayısıyla $au \equiv cr \; mod \; N$. Burada $a \equiv d \; mod \; n$ ve $r \equiv v \; mod \; n$ olduğundan

$$(dr - buN)^2 \equiv (dr)^2 \equiv a^2r^2 \equiv a^2 \equiv r^2 \equiv 1 \; mod \; n$$

elde edilir.

ii.) $AB^{-1} = \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} v & -s \\ -uN & r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} av - buN & -as + br \\ cvN - duN & -csN + dr \end{pmatrix} \in \Gamma_{0,n}(N)$ olup burada $(av - buN)^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $cvN - duN \equiv 0 \; mod \; N$ olmalıdır. Bununla birlikte $cv \equiv du \; mod \; N$. Ayrıca yine $a^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $r^2 \equiv 1 \; mod \; n$ ifadelerinden dolayı $a^2 \equiv r^2 \equiv 1 \; mod \; n$ bulunur.

Teorem 2. 9: $\Gamma_{0,n}(N)_\infty$ sabitleyeni $\widehat{\mathbb{Q}}_{0,n}(N)$ de sonsuz devirli bir gruptur.

İspat: $\Omega = \Gamma_{0,n}(N)$ için $\Omega_\infty = Sb_\Omega(\infty) = \{T \in \Omega: T(\infty) = \infty\}$, $T \in \Omega_\infty$ alalım. $T = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \Omega$ elemanları için $T(\infty) = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ c \end{pmatrix} = \infty$ olduğundan $\frac{a}{c} = \infty$ ve dolayısıyla $c = 0$ ile $ad = 1$ bulunur.

$T(z) = \frac{az+b}{cz+d}$ dönüşümü $T(z) = \frac{a}{d}z + \frac{b}{d} = a^2 z \mp b = z + k, (k = b \; veya \; k = -b)$ şeklinde oluşturulur. O halde $T = \begin{pmatrix} 1 & k \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \in \Omega_\infty$ olup $V = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \in \Omega_\infty$ ile eşleniktir. Yani,

$$\Omega_\infty = Sb_\Omega(\infty) = \langle V \rangle = \langle z \to z + 1 \rangle$$

elde edilir.

Tanım 2.4 [9]: $n, N \in \mathbb{Z}^+$ ve $n|\, N$ olmak üzere

$$\Lambda_n(N) = \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N): a^4 \equiv 1 \; mod \; n \;\; veya \; a^2 \equiv d^2 \; mod \; n \right\}.$$

Γ nın $\Lambda_n(N)$ özel kongrüans alt grubu için $\Lambda_n(N) \leq \Gamma_0(N) \leq \Gamma$ olduğu açıktır.

Şimdi $\widehat{\mathbb{Q}}_n(N) := \left\{ \frac{a}{cN} \in \widehat{\mathbb{Q}}: a^4 \equiv 1 \; mod \; n \right\}$ kümesini tanımlayalım.

Teorem 2. 10: $\Lambda_n(N)$ nin $\widehat{\mathbb{Q}}_n(N)$ deki hareketi transitiftir.

İspat: $\frac{r}{sN}, \frac{x}{yN} \in \widehat{\mathbb{Q}}_n(N)$ de farklı iki rasyonel sayı ve $r^4 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $x^4 \equiv 1 \; mod \; n$.

$$T = \begin{pmatrix} r & b \\ sN & d \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N), \qquad rd - bsN = 1, T(\infty) = \frac{r}{sN}$$

ve

$$S = \begin{pmatrix} x & k \\ yN & t \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N), \qquad xt - ykN = 1, S(\infty) = \frac{x}{yN}$$

olarak tanımlansın. Burada $K := TS^{-1}$ olarak alınırsa $K\left(\frac{x}{yN}\right) = TS^{-1}\left(\frac{x}{yN}\right) = T(\infty) = \frac{r}{sN}$ olur. Bununla birlikte $detK = detT.detS^{-1} = 1$ olduğu aşikârdır. Yine

$$K = \begin{pmatrix} r & b \\ sN & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} t & -k \\ -yN & x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} rt - ybN & -rk + bx \\ stN - ydN & -ksN + dx \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N)$$

ve $(rt - ybN)^4 \equiv 1 \; mod \; n$. Gerçekten $xt - ykN = 1$ olduğundan $xt \equiv 1 \; mod \; n$. Dolayısıyla $x^4 t^4 \equiv 1 \; mod \; n$ ve böylece $t^4 \equiv 1 \; mod \; n$. Buna göre

$$(rt - ybN)^4 \equiv (rt)^4 \equiv t^4 \equiv 1 \; mod \; n$$

elde edilir. Buradan $K \in \Lambda_n(N)$ olup $\Lambda_n(N)$ grubu $\widehat{\mathbb{Q}}_n(N)$ üzerinde bir transitif hareket grubudur.

Teorem 2. 11: ($\Lambda_n(N)$ de eşlenik elemanlar)

$T = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N)$ olsun. Buna göre T ve K aynı kosette yer alırlar : $\Leftrightarrow$

i.) $au \equiv cr \; mod \; N$ ve $a^4 \equiv r^4 \equiv 1 \; mod \; n$ veya

ii.) $cv \equiv du \; mod \; N$ ve $a^4 \equiv r^4 \equiv 1 \; mod \; n$.

İspat: $T = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N)$ olsun.

i.) $T^{-1}K = \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}\begin{pmatrix} r & s \\ u & v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} dr - buN & ds - bv \\ -crN + auN & -csN + av \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N)$.

Burada $(dr - buN)^4 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $auN - crN \equiv 0 \; mod \; n$ olup $au \equiv cr \; mod \; N$ olduğu açıktır. Böylece $a^2 \equiv d^2 \; mod \; n$ ve $r^2 \equiv v^2 \; mod \; n$ olduğundan

$$(dr - buN)^4 \equiv (dr)^4 \equiv (a^2)^2 r^4 \equiv a^4 r^4 \equiv 1 \; mod \; n.$$

ii.) $TK^{-1} = \begin{pmatrix} a & b \\ cN & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} v & -s \\ -uN & r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} av - buN & -as + br \\ cvN - duN & -csN + dr \end{pmatrix} \in \Lambda_n(N)$ olup burada $(av - buN)^4 \equiv 1 \; mod \; n$ ve $cvN - duN \equiv 0 \; mod \; N$ olmalıdır. Bu durumda $cv \equiv du \; mod \; N$ olduğu açıktır. Böylece $a^2 \equiv d^2 \; mod \; n$ ve $r^2 \equiv v^2 \; mod \; n$ olduğundan

$$(av - buN)^4 \equiv a^4 v^4 \equiv a^4 (v^2)^2 \equiv a^4 r^4 \equiv 1 \; mod \; n.$$

Bu durumda $\Lambda_n(N)$ grubunun eşlenik eleman oluşturma koşulları kanıtlanmıştır.

Teorem 2. 12: $\Lambda_n(N)_\infty$ sabitleyeni $\widehat{\mathbb{Q}}_n(N)$ de sonsuz devirli bir gruptur.

İspat: $\Lambda_n(N) = \Sigma$ için $\Sigma_\infty = Sb_\Sigma(\infty) = \{K \in \Sigma : \mathrm{K}(\infty) = \infty\}$ olmak üzere $K \in \Sigma_\infty$ olduğunu kabul edelim. $K = \begin{pmatrix} r & u \\ s & v \end{pmatrix} \in \Sigma$ elemanı için $\mathrm{K}(\infty) = \begin{pmatrix} r & u \\ s & v \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r \\ s \end{pmatrix} = \infty$ olup $\frac{r}{s} = 0$ ve dolayısıyla $s = 0$ ile $rv = 1$ bulunur. Burada $r, v \in \mathbb{Z}$ olduğundan $r = \mp 1$ ve $v = \mp 1$ elde edilir. Bu durumda $K(z) = \frac{rz+u}{sz+v}$ dönüşümü

$$K(z) = \frac{r}{v}z + \frac{u}{v} = r^2 z \mp u = z + \ell, (\ell = u \; veya \; \ell = -u)$$

şeklinde ifade edilir. Ayrıca $r^4 \equiv 1 \; mod \; n$ olduğundan istenilen koşullar sağlanır. Buna göre $K = \begin{pmatrix} 1 & \ell \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \in \Sigma_\infty$ olup $V = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \in \Sigma_\infty$ ile eşleniktir. Yani,

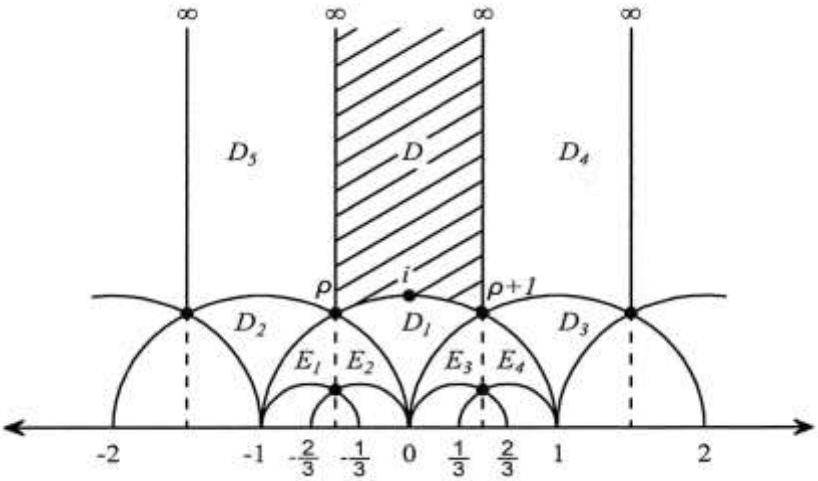
$$\Sigma_\infty = Sb_\Sigma(\infty) = \langle V \rangle = \langle z \to z + 1 \rangle$$

olduğu sonucuna varılır.

2.2. Uygulamalar

Uygulama 2.1: ($\mathbb{H}$ nin bir döşemesi)

Burada $\mathbb{H}$ ile $\mathbb{C}$ nin sonsuz çokluktaki bölge ile nasıl örtüleceğini inceleyelim. Aslında C. E. Picard (1856-1941) bu konuya giriş fonksiyonlarını ele alıp önemli bir problem üzerinde çalışmıştır ([2], [6]). Öncelikle Γ altında D yi D ye resmeden bir dönüşüme ihtiyaç vardır. Böylece Γ da $g_1: z \to -\frac{1}{z}$, $g_2: z \to -\frac{1}{z+1}$, $g_3: z \to z+1$ dönüşümleri ele alınırsa g_1 ve g_2 eliptik elemanlar olup sırasıyla i ve $\rho = e^{\frac{2\pi}{3}i}$ noktalarını sabit bırakır. Yine g_3 elemanı parabolik eleman olup ∞ noktasını sabit bırakır. Ayrıca $g_1^2 = g_2^3 = 1$ ve $g_1 g_2 = g_3$ olmaktadır. Bu dönüşümleri D bölgesine uygulayarak şekil 3 te görülen $\mathbb{H}$ üst yarı düzleminin bir döşemesi elde edilir. Burada açık olarak $E_1 = g_2 g_1(D)$, $E_2 = g_2(D)$, $E_3 = g_3 g_2 g_1(D)$, $E_4 = g_3 g_2(D), D_1 = c, D_2 = g_2^2(D), D_3 = g_3 g_1(D), D_4 = g_3(D), D_5 = g_3^{-1}(D)$. Görülüyor ki D, $g_1(D)$, $g_3^{-1}(D)$ ve $g_3(D)$ bölgelerine, $Re(z) = \frac{1}{2}$ ve $Re(z) = -\frac{1}{2}$ köşeleri birbirine dönüşüyor. Yine her bir $z \in \partial D, \Gamma$ altında değişmez kalmaktadır. Burada $\frac{\pi}{3}$ açılı köşeleri ρ ve $\rho + 1$ olarak ele alabiliriz. Böylece D nin 6 görüntüsünden her biri elde edilmiş olur.



Şekil 3: $\mathbb{H}$ nin bir döşemesi

Uygulama 2. 2: ($\Gamma(2)$ nin temel bölgesi)

$\Lambda = \Gamma(2)$ özel kongrüans alt grubunun indeksinin 6 olduğu biliniyor. Yani 6 tane koset sınıfı var demektir. Öncellikle $\Lambda, \hat{\mathbb{Q}}$ da üç tane yörüngeye sahiptir. Burada $\Lambda = \Gamma(2)$ nin belirlediği temel bölgeyi ve yörünge uzayını oluşturmaya çalışalım [5].

Sırasıyla $r_1 = 0, r_2 = 1, r_3 = \infty$ cusplarına karşılık gelen;

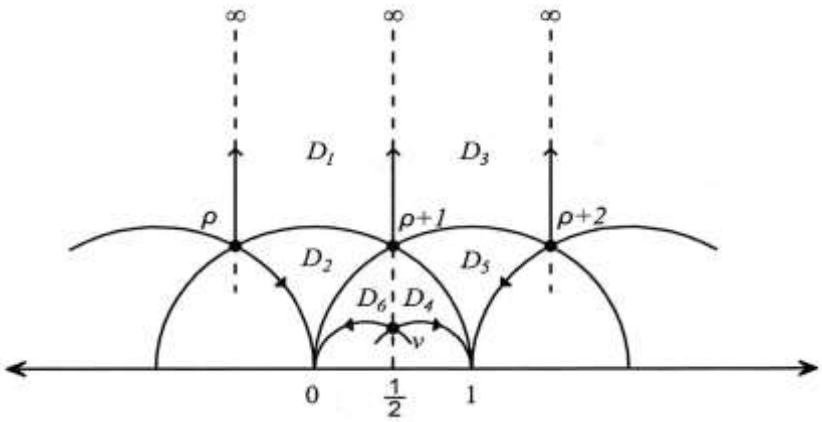
$$[0]_\Lambda = \left\{\frac{p}{q} : p, q \in \mathbb{Z}, p = çift\ ve\ q = tek\right\}, [1]_\Lambda = \left\{\frac{p}{q} : p, q \in \mathbb{Z}, p = tek\ ve\ q = tek\right\}$$

$$[\infty]_\Lambda = \left\{\frac{p}{q} : p, q \in \mathbb{Z}, p = tek\ ve\ q = çift\right\} \cup \{\infty\}$$

gösterimleri olsun. Böylece Λ nın parabolik sınıf sayısı $s = 3$ ve her bir durumda ℓ_i seviyesi (cusp uzunluğu) 2 dir. (Örneğin $z \to z + 1$ ile üretilmiş Γ_∞ da Λ_∞, 2 indeksli bir alt gruptur). Burada g_1, g_2, g_3 elemanları uygulama 2.1 de kullanılan elemanlar olarak alınsın. Γda Λ nın koset gösterimleri için $T_j (j = 1, \cdots, 6)$ elemanları sırasıyla $I, g_1, g_3, g_3 g_2, g_3^2 g_2^2$ ve$g_3 g_2 g_1$ tanımlanırsa $SL(2, \mathbb{Z})$ deki matris gösterimleri;

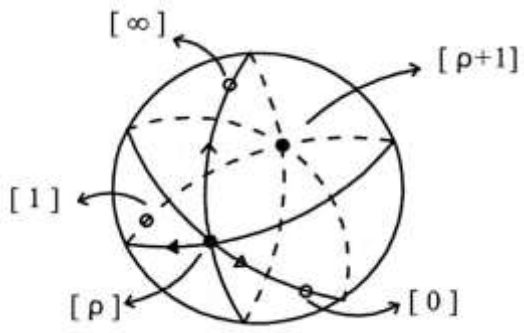
$$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, T_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, T_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, T_5 = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, T_6 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

şeklindedir. Bu T_j elemanları mod 2 de kongrüdür ve Γ için belirlenen bir D temel bölgesi için $E = \cup_{1 \le j \le 6} T_j(D)$ olan şekil 4 deki gibi bir basit temel bölge belirler. E bölgesi $r = 0,\ r = 1,$ $r = \infty$ da cusplara sahiptir ve her bir cusp $T_j(D)$ bölgelerinin $\ell_i = 2$ formundadır.



Şekil 4: $\Lambda = \Gamma(2)$ nin bir E temel bölgesi

Burada r_i için "cusp" ve ℓ_i için "uzunluk" notasyonları kullanılsın. Bulunacak kenar çiftlerini ifade etmek için yörünge uzayını $\mathbb{H}/\Lambda = E/\Lambda$formunda alalım. Buna göre $\widehat{\mathbb{Q}}$ nın $0, 1, \infty$ noktaları üzerinde Λ nın yörüngelerine karşılık gelen üç resimli bir küre elde edilir. Dikkat edilmeli ki; E nin $\rho, \rho + 1$ ve $\nu = \frac{\rho+1}{\rho+2} = \frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$ köşeleri Λ altında değişmez kalır. Böylece bu noktalar yörünge uzayında bir tekil noktaya dönüşür. Buna göre $\Lambda = \Gamma(2)$, $\mathbb{H}$ yi $\mathbb{C}\backslash\{0,1,\infty\}$ kümesine dönüştürür. Yörünge uzayı $\mathbb{H}/\Lambda$ ya $[0]_\Lambda, [1]_\Lambda, [\infty]_\Lambda$ cusp noktaları eklenerek kompakt alınırsa bu takdirde $\mathbb{H}^*/\Lambda$ yörünge uzayı şekil 5 de olduğu gibi üzerinde resimleri olan bir küredir. Bu durum; λ çapraz-oran fonksiyonunun $\mathbb{H}^* = \mathbb{H} \cup \widehat{\mathbb{Q}}$ kümesini $\mathbb{C}_\infty$ küresine dönüştürme gerçeğine karşılık gelir.



Şekil 5: $\Lambda = \Gamma(2)$ nin yörünge uzayı

Γ da sonlu indeksli herhangi bir Λ alt grubu, $\widehat{\mathbb{Q}}$üzerinde her bir yörüngesi için $\ell_1, \cdots, \ell_s$ cusp uzunluğunun sonlu bir sayısına sahiptir. Buradaki $\ell_1, \cdots, \ell_s$ nin kuvvetlerinden en küçüğüne Λ nın ℓ seviyesi adı verilir. Yani $\ell = Obeb(\ell_1, \cdots, \ell_s)$ şeklindedir. Sonuç olarak Λ-yörüngelerini herbiri $r_1, \cdots, r_s$ cuspları seçilirse bu durumda her bir $\Lambda_{r_i}; U(z) = z + 1$ olmak üzere U dönüşümünün bir kuvvetinin bazı $T_i^{-1}U^{\ell_i}T_i$ eşlenikleri ile üretilebilir. Eğer P nin parabolik elemanları için $P^k \in \Lambda$ ise bu taktirde $P = T_i^{-1}UT_i$ yazılır. Her bir i için $T_i^{-1}U^kT_i \in \Lambda$ olur ve böylece $T_i^{-1}UT_i$ dönüşümü r_i yi sabit bırakır. Aynı zamanda $T_i^{-1}U^kT_i$ de sabit bırakır ve bu da Λ_{r_i} de kalır. O halde $T_i^{-1}U^kT_i$ dönüşümü $T_i^{-1}U^{\ell_i}T_i$ nin bir kuvvetidir. Dolayısıyla her bir ℓ_i, k böler ve de ℓ , bunların en büyük ortak bölenidir. Böylece Λ-kosetleri üzerinde Γ nın hareketinde U ile indirgenen bir permütasyon grubunun mertebesi ℓ olur.

Uygulama 2.3: ΩFuchs grubu için 5 kenarlı konveks poligon olan bir temel bölge oluşturulacaktır. Ancak bu temel bölge lokal sonlu olmayacaktır.

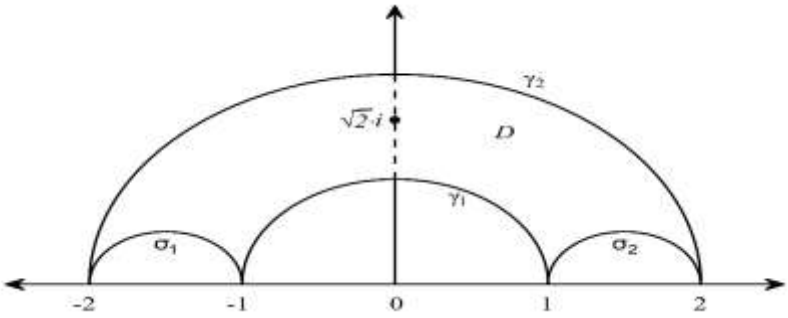
Ω grubu; $\mathbb{H} = \{z \in \mathbb{C}: Im(z) > 0\}$ üzerindeki grup hareketinde

$$f(z) = 2z, \qquad g(z) = \frac{3z+4}{2z+3}$$

dönüşümleri ile üretilmiş olsun. Yani

$$\Omega = \langle f(z), g(z) \rangle = \langle z \to 2z, z \to \frac{3z+4}{2z+3} \rangle.$$

İlk olarak Ω grubunun ayrık olduğu gösterilmeli ve daha da Ω için bir temel bölge inşa edilmelidir. Bu nedenle aşağıdaki şekil 6 yı inceleyelim.



Şekil 6: Ω için bir D temel bölgesi

Hesaplamalar gösterir ki; $f(\gamma_1) = \gamma_2$ ve $g(\sigma_1) = \sigma_2$. Benzer şekilde

$$\Lambda = \langle\, f(z)\,\rangle = \langle\, z \to 2z\,\rangle$$

grubu için V temel bölgesi γ_1 ile γ_2 arasında kalır. Aynı şeyler

$$\Lambda' = \langle\, g(z)\,\rangle = \langle\, z \to \frac{3z+4}{2z+3}\,\rangle$$

grubu için de söylenebilir. Burada D bölgesi $\gamma_1, \gamma_2, \sigma_1, \sigma_2$ ile sınırlanan bölge olmak üzere, her $h \in \Omega\backslash\{I\}$ için $h(D) \cap D = \emptyset$ olur ve bu nedenle Ω grubu ayrıktır.

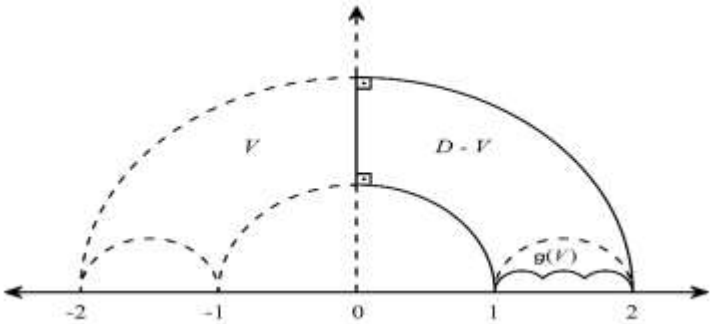
Gerçekten, D bölgesi Ω için bir (lokal sonlu) temel bölgedir. Bunu görmek için $\mathbb{H}$ de bir z noktası alalım ve Ω ayrık olduğundan $i\sqrt{2}$ ye en yakın z nin bir görüntüsünü seçelim. Yeniden etiketlendirme yapılarak z nin kendine görüntülenmesi özelliğine sahip olduğu da varsayılabilir. Şimdi;

$$\rho(z, i\sqrt{2}) \leq \rho\left(z, f(i\sqrt{2})\right) = \rho(f^{-1}(z), i\sqrt{2}) \iff |z| \leq 2.$$

Benzer şekilde; $z, i\sqrt{2}$ ye $f^{-1}(i\sqrt{2})$ den daha yakındır. $\iff |z| \geq 1$.

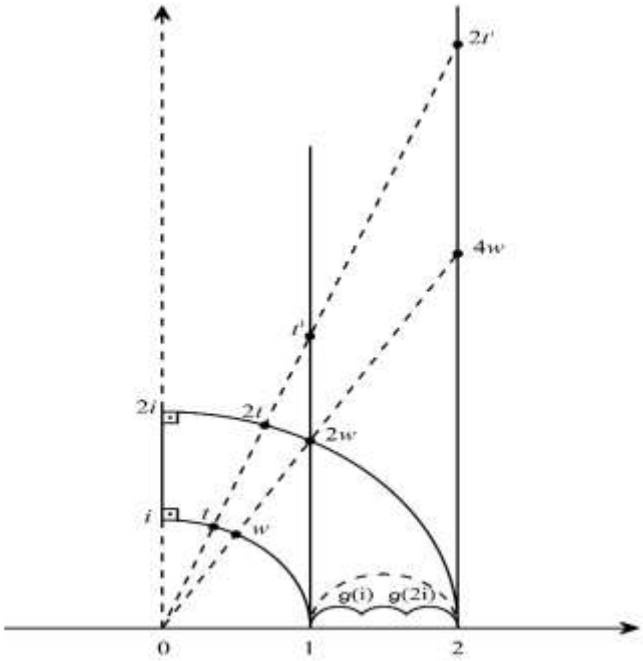
Geometrik olarak, $\rho(z, i\sqrt{2}) \leq \rho(g(z), i\sqrt{2}) = \rho\left(z, g^{-1}(i\sqrt{2})\right)$ olduğu için z noktası; ya σ_1 ve $\sigma_2$üzerinde ya da dışında kalır. Burada genelliği bozmadan $z \in \overline{D}$ ye indirgenebilir ve böylece bu D nin Ω için bir temel bölge olduğunu ispatlar.

Şimdi de D yi modellendirerek, yeni bir E temel bölgesini elde etmek için incelemeye devam edelim. Bu sürecin temel özelliği; yeniden modellenen bir temel bölge olması için bu parçaların görüntüleri yardımıyla D nin yeni yapılandırılan kısımlarının kullanımı olmasıdır. Öncelikle $V = D \cap \{z: Re(z) < 0\}$ olmak üzere $g(V)$ bölgesi şekil 7 de görüldüğü gibi Ω için hala bir temel bölge yapısını korumaktadır.



Şekil 7: Ω için bir $g(V)$ temel bölgesi

Şimdi $x = 1$ve $x = 2$ dikey geodeziklerini inşa edelim ve w, t, t' hiperbolik noktalarını şekil 8 deki gibi ele alalım. Köşeleri $w, 1, 2w$ olan $\Delta(w, 1,2w)$ H −üçgeni, köşeleri $2w, 2, 4w$ olan $f(\Delta) = \Delta^*(2w, 2,4w)$ H −üçgeni ile yeniden ilişkilendirilebilir. Burada $|z| = 1$ çemberi üzerindeki ve i ile w arasında t değeri için $[t, 2t]$ doğru parçası, $[t', 2t']$ denk doğru parçası şeklinde yeniden ele alınır. Son olarak $[i, 2i]$ doğru parçası ortadan kalkmış; oysaki $[i, 2i]$ doğru parçası $g(V)$ nin sınırındaki $[g(i), g(2i)]$ H-doğru parçasına denk olarak dönüşmüştür. Bunun gibi diğer doğru parçaları korunur ve yeni E bölgesi tam olarak her yörüngeden en az bir yakın noktasını içerir. Bu inşa, köşeleri $1, g(i), g(2i), 2, \infty$ olan H −poligon ile E bölgesi ve dolayısıyla D bölgesi oluşturulur. İnşaya göre Ω grubu için E bir temel bölgedir ve E konvekstir. Buradan görülüyor ki, $[g(i), g(2i)]$ sınır doğru parçasındaki noktalar, ∂E üzerindeki noktalara denk gelmez, dolayısıyla E nin görüntüleri sadece yeni $[g(i), g(2i)]$ doğru parçası boyunca bunun dışında birikirler. Bu ispat için çok açık olup E lokal sonlu değildir. Buradan;$(z_n) = (1 + 2^n i)$ dizisinin elemanları genelliği bozmadan $\bar{E}$ dedir ve $n \to +\infty$ iken $f^{-n}(z_n) = i + 2^{-n} \to i$.



Şekil 8: Ω grubu ile ℍ döşemesi

Sonuç olarak,

- E konveks lokal sonlu olmayan bir temel bölgedir,
- D nin orjinal bölgesi lokal sonludur,
- $\mathbb{H}/\Omega$ yörünge uzayı, $\bar{D}/\Omega$ ya homeomorfiktir,
- $\mathbb{H}/\Omega$ yörünge uzayı, kaldırılmış noktalı bir torus ifade eder,
- Bu durum $\bar{E}/\Omega$ ya da örneklendirilebilir ve böylece E den $\mathbb{H}/\Omega$ ya bir projeksiyon oluşturur.

Sonuç 2.1: Genel anlamda; Fuchs veya NEC Gruplarda tanımlı Möbius Dönüşümleri ile buradaki $\mathbb{H}$ üst yarı düzlem döşemesi modelleri inşa edilebilir. Kompleks Fonksiyonlar Teorisi' ndeki Ayrık Grup yapıları kullanılarak düzlem döşemelerine ve bununla birlikte topolojik yapılarla da Riemann yüzeylerine ulaşılabilir.

3. KAYNAKLAR

1. Schoeneberg, B. (1974). Elliptic Modular Functions, Springer Verlag, Berlin.
2. Magnus, W. (1974). Non-Euclidean Tesselation and Their Groups, Intersience, New York.
3. Başkan, T. (1980). Ayrık Gruplar, H. Ü., Fen Fakültesi Basımevi, Ders Kitapları Dizisi: 11, Ankara.
4. Beardon, A. F. (1983). The Geometry of Discrete Groups, Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
5. Jones, G. A., Singerman, D. (1987). Complex functions: an algebraic and geometric viewpoint, Cambridge University Press, Cambridge.
6. Singerman, D. (1988). Universal tessellations, Revista Matematica, 1, 111-123.
7. Akbaş, M. (1989). The Normalizer of Modular Subgroup, Ph. D. Theis, Facult of Mathematical Studies, University of Southampton, Southampton.
8. Garrett, P. (2013). Fundamental domains for $SL_2(\mathbb{Z})$ and Γ_θ, http://www-users.math.umn.edu/~garrett/m/mfms/notes_2013-14/07_fund_dmn.pdf.
9. Büyükkaragöz, A. (2019). Signatures and graph connections of some subgroups of extended modular group, Ph. D. Thesis, Ordu University, Science Institute, Ordu, Turkey.

ROUGH APPROXIMATIONS IN TOPOLOGICAL HYPERGROUPS

Gulay OGUZ

Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Harran University, Şanlıurfa-Turkey, ORCID:0000-0003-4302-8401

ABSTRACT

The main purpose of this manuscript is to examine the relationships between topological hypergroups and rough set theory. In this perspective, the lower and upper approximations in a topological hypergroup are proposed and relevant characterizations are formed. The notions of lower topological rough subhypergroup and upper topological rough subhypergroup are proposed.

Keywords: Topological hypergroup, rough approximations, lower topological rough subhypergroup, upper topological rough subhypergroup.

1. Introduction

The emergence of algebraic hyperstructures began with definition of the concept of the hypergroups in the pioneering work of Marty [1]. Hypergroups, one of the important hyperstructures, have been studied by many researchers from different perspectives. In the recent decades, the hypergroups have been studied in connection with various theories modeling uncertainty such as: fuzzy sets, rough sets and soft sets [9-11,13].

Rough set theory was initiated by Pawlak [1] as a powerful tool for the examination of granularity and uncertainty in knowledge systems. It has improved in many directions and has reached a wide application potential in various fields. In particular, mathematicians have successfully combined this theory with many other branches, including algebra and topology. Some of these have applied the notions of approximation spaces and rough operators to algebraic superstructures. Davvaz studied the lower and upper approximations in H_v-groups [3]. The definition of rough Γ-hyper ideals were presented by Anvariyeh et al [4]. Morever, they established several features of the lower and the upper approximations in Γ-semihypergroups [4]. For other related studies, see [5-8].

This study is focus on examining the connections between rough approximations and hypergroups. It was concluded by defining the notions of lower topological rough subhypergroup and upper topological rough subhypergroup.

2. Preliminaries

In this section, we review several main notions of rough sets and algebraic hyperstructures. For more details see [2, 15].

Definition 2.1 [2] Let Ꝁ be an universe set. A double $(Ꝁ, \theta)$ is said to be an approximation space, where θ is an equivalence relation on the universe Ꝁ.

For $\mathcal{W} \subseteq Ꝁ$, *the lower approximation* of $\mathcal{W}$ with respect to θ is defined as

$$\underline{\theta}(\mathcal{W}) = \{\mathfrak{v} \in Ꝁ : \theta(\mathfrak{v}) \subseteq \mathcal{W}\} = \bigcup_{\mathfrak{v} \in Ꝁ} \{\theta(\mathfrak{v}) : \theta(\mathfrak{v}) \subseteq \mathcal{W}\}$$

and *upper approximation* of $\mathcal{W}$ with respect to θ is defined as

$$\overline{\theta}(\mathcal{W}) = \{\mathfrak{v} \in Ꝁ : \theta(\mathfrak{v}) \cap \mathcal{W} \neq \emptyset\} = \bigcup_{\mathfrak{v} \in Ꝁ} \{\theta(\mathfrak{v}) : \theta(\mathfrak{v}) \cap \mathcal{W} \neq \emptyset\}$$

Note that the pair $\theta(\mathcal{W}) = \left(\underline{\theta}(\mathcal{W}), \overline{\theta}(\mathcal{W})\right)$ is said to be *the rough set* of $\mathcal{W}$, with respect to θ.

Definition 2.2 [12] Let $\mathcal{P}^*(Ж)$ be the set of all nonempty subsets of a nonempty set Ж. Then, we say that the double $(Ж, \cdot)$ is a *hypergroupoid*, where $\cdot : Ж \times Ж \longrightarrow \mathcal{P}^*(Ж)$ is a mapping.

Moreover, a hypergroupoid $(Ж, \cdot)$ is said to be a *hypergroup* if it holds the following axioms.

i. $\xi \cdot (\delta \cdot \lambda) = (\xi \cdot \delta) \cdot \lambda$ *for all* $\xi, \delta, \lambda \in Ж$.

ii. $\xi \cdot Ж = Ж \cdot \xi$ *for all* $\xi \in Ж$.

Definition 2.3 [12] The pair $(Ꝑ, \cdot)$ is said to be a *subhypergroup* of the hypergroup $(Ж, \cdot)$ if $Ꝑ \cdot n = n \cdot Ꝑ = Ꝑ$ for all $n \in Ꝑ$.

A subhypergroup $(Ꝑ, \cdot)$ of a hypergroup $(Ж, \cdot)$ is said to be

- *invertible* on the left (on the right) if for all $\xi, \delta \in Ж$, from $\xi \in Ꝑ \cdot \delta$ $(\xi \in \delta \cdot Ꝑ)$, it follows that $\delta \in Ꝑ \cdot \xi$ $(\delta \in \xi \cdot Ꝑ$, respectively). Then, it is said that $Ꝑ$ is invertible if it is invertible on both left and right.
- *closed* if for all $n, r \in Ꝑ$ and $\xi, \delta \in Ж$ such that $n \in r \cdot \xi$ and $n \in \delta \cdot r$, it follows that $\xi, \delta \in Ꝑ$.
- *normal* if $\xi \cdot Ꝑ = Ꝑ \cdot \xi$ for all $\xi \in Ж$.

Let us recall the definition of a topological hypergroup.

Definition 2.4 [14] Let $(Ж,\cdot)$ be a hypergroup and $(Ж, \mathcal{Q})$ be a topological space. Then the triplet $(Ж,\cdot, \mathcal{Q})$ is said to be a *topological hypergroup* if

i. The hyperoperation $\cdot : Ж \times Ж \longrightarrow \mathcal{P}^*(Ж)$ is continuous.

ii. The mapping $/ : Ж \times Ж \longrightarrow \mathcal{P}^*(Ж)$ defined by $(\xi, \delta) \longrightarrow \xi/\delta$ is continuous, where $\xi/\delta = \{\lambda \in Ж : \xi \in \lambda \cdot \delta\}$.

3. Rough Approximations in a Topological Hypergroup

In this section, we propose and study the lower and upper approximation in a topological hypergroup. Also, we investigate several features of them.

Definition 3.1 Let $Ж$ be a topological hypergroup. Let $\mathfrak{H}$ be an invertible subhypergroup of $Ж$ and $\mathcal{Q} \subseteq Ж$. Then the sets given by

$$\overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) = \{\omega \in Ж : \omega\mathfrak{H} \cap \mathcal{Q} \neq \emptyset\}$$

and

$$\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) = \{\omega \in Ж : \omega\mathfrak{H} \subseteq \mathcal{Q}\}$$

is called the *lower* and *upper approximation* of the set $\mathcal{Q}$ with respect to the invertible subhypergroup $\mathfrak{H}$, respectively. Also, the couple $(\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}), \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}))$ is said to be the *rough set* of $\mathcal{Q}$, with respect to $\mathfrak{H}$.

It can be easily verified that the lower and upper approximations have the following main features:

Proposition 3.2 Let $\mathfrak{H}$ an invertible subhypergroup of a topological hypergroup $Ж$ and $\mathcal{Q}, \mathcal{S} \subseteq Ж$. Then

1. $\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \subseteq \mathcal{Q} \subseteq \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q})$,

2. $\underline{\mathfrak{H}}(\emptyset) = \overline{\mathfrak{H}}(\emptyset) = \emptyset$, $\underline{\mathfrak{H}}(Ж) = \overline{\mathfrak{H}}(Ж) = Ж$,

3. $\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q} \cap \mathcal{S}) = \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \cap \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S})$,

4. $\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q} \cup \mathcal{S}) \subseteq \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \cup \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S})$,

5. $\overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q} \cup \mathcal{S}) = \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \cup \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S})$,

6. $\overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \cap \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S}) = \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q} \cap \mathcal{S})$,

7. $\mathcal{Q} \subseteq \mathcal{S} \Longrightarrow \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \subseteq \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S}), \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q}) \subseteq \overline{\mathfrak{H}}(\mathcal{S})$,

8. $\underline{\mathfrak{H}}(\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q})) = \overline{\mathfrak{H}}(\underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q})) = \underline{\mathfrak{H}}(\mathcal{Q})$,

9. $\overline{Ф}(\overline{Ф}(\mathcal{S})) = \underline{Ф}(\overline{Ф}(\mathcal{S})) = \overline{Ф}(\mathcal{S})$.

Proposition 3.4 Let Ф be an invertible subhypergroup of the topological hypergroup Ж and Б be a closed subhypergroup of Ж. In this case,

i. if Б $\subseteq$ Ф, we have $\overline{Ф}$(Б) = Ф,

ii. if Ф $\subseteq$ Б, we have $\overline{Ф}$(Б) = Б.

Proof. i. Assume $x \in \overline{Ф}$(Б). Then, xФ $\cap$ Б $\subseteq x$Ф $\cap$ Ф such that xФ = Ф, so $x \in$ Ф. Hence, $\overline{Ф}$(Б) $\subseteq$ Ф. On the other hand, take $y \in$ Ф. Since $y \in y$Ф, there exists $e \in$ Ф so that $y \in ye$. Because Б is closed, we have $e \in$ Б. Thus, Ф $\cap$ Б $\neq \emptyset$. This implies $y \in \overline{Ф}$(Б) and hence Ф $\subseteq \overline{Ф}$(Б). Therefore, the equality is obtained.

It is easy to see that the following result holds.

Corollary 3.5 Let Ф be an invertible subhypergroup of the topological hypergroup Ж and Ль be a closed subhypergroup of Ж. Then, $\underline{Ф}$(Ль) $\neq \emptyset$ if and only if Ф $\subseteq$ Ль. Then, $\underline{Ф}$(Ль) = Ль.

Proposition 3.6 .Let Ф be a normal invertible subhypergroup of the topological hypergroup Ж and $\mathcal{Q}, \mathcal{S} \subseteq$ Ж. Then

i. $\overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S}) = \overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S})$,

ii. $\underline{Ф}(\mathcal{Q})\underline{Ф}(\mathcal{S}) \subseteq \underline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S})$.

Proof. i. Take $x \in \overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S})$. Then there are $x_1 \in \overline{Ф}(\mathcal{Q})$ and $x_2 \in \overline{Ф}(\mathcal{S})$ such that $x = x_1x_2$. Thus, there are $u_1 \in x_1Ф \cap \mathcal{Q}$ and $u_2 \in x_2Ф \cap \mathcal{S}$. Since Ф is invertible, we have $u_1Ф = x_1Ф$ and $u_2Ф = x_2Ф$. Also, because $x \in x_1x_2 \subseteq u_1Фu_2Ф = u_1u_2Ф$, we obtain that there exists $u \in u_1u_2$ so that $x \in uФ$, which implies that $xФ = uФ$. Hence, $u \in u_1u_2 \subseteq \mathcal{Q}\mathcal{S}$ and $u \in xФ$, which means that $x \in \overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S})$. Therefore, $\overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S}) \subseteq (\overline{Ф})(\mathcal{Q}\mathcal{S})$.

Conversely, assume x $\in \overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S})$. Then, there are $u_1 \in \mathcal{Q}$, $u_2 \in \mathcal{S}$ and $u \in u_1u_2$ such that $x \in$ uФ $\subseteq u_1Фu_2Ф$. Thus, there are $x_1 \in u_1Ф$, $x_2 \in u_2Ф$ which implies x $\in x_1x_2$. This shows that $u_1 \in \mathcal{Q} \cap x_1Ф$ and $u_2 \in \mathcal{S} \cap x_2Ф$ so that $x_1 \in \overline{Ф}(\mathcal{Q})$ and $x_2 \in \overline{Ф}(\mathcal{S})$. Hence, $x \in \overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S})$. Therefore, we conclude that $\overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S}) \subseteq \overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S})$.

Consequently, since $\overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S}) \subseteq (\overline{Ф})(\mathcal{Q}\mathcal{S})$ and $\overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S}) \subseteq \overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S})$ are obtained, it follow that $\overline{Ф}(\mathcal{Q})\overline{Ф}(\mathcal{S}) = \overline{Ф}(\mathcal{Q}\mathcal{S})$.

ii. Similar to the proof of the above.

Corollary 3.7 Let Ф and Ль be two normal invertible subhypergroups of the topological hypergroup Ж and $\mathcal{Q}$ be a nonempty subset of Ж. Then,

i. $\overline{Ф}(\mathcal{Q}) \cap \overline{Ль}(\mathcal{Q}) = (\overline{Ф \cap Ль})(\mathcal{Q})$,

ii. $\underline{Ф}(\mathcal{Q}) \cup \underline{Ль}(\mathcal{Q}) = (\underline{Ф \cup Ль})(\mathcal{Q})$.

Now, we describe the concepts of lower topological rough subhypergroup and upper topological rough subhypergroup.

Definition 3.8 Let Ѣ be an invertible subhypergroup of the topological hypergroup Ж and the pair $Ѣ(\mathcal{Q}) = (\underline{Ѣ}(\mathcal{Q}), \overline{Ѣ}(\mathcal{Q}))$ be the rough set of $\mathcal{Q}$, with respect to Ѣ. Then,

i. $Ѣ(\mathcal{Q})$ is said to be a lower topological rough subhypergroup, if $\underline{Ѣ}(\mathcal{Q})$ is a topological subhypergroup of Ж.

ii. $Ѣ(\mathcal{Q})$ is said to be an upper topological rough subhypergroup, if $\overline{Ѣ}(\mathcal{Q})$ is a topological subhypergroup of Ж.

iii. $Ѣ(\mathcal{Q})$ is said to be a topological rough subhypergroup, if $\overline{Ѣ}(\mathcal{Q})$ and $\overline{Ѣ}(\mathcal{Q})$ are the topological subhypergroups of Ж.

Example 3.9 Let Ѣ be an invertible subhypergroup of the topological hypergroup Ж and Б be a closed subhypergroup of Ж. If $Ѣ \subset Б$, then $Ѣ(Б) = (\underline{Ѣ}(Б), \overline{Ѣ}(Б))$ is a topological rough subhypergroup.

Proposition 3.10 Let Ѣ and Љ be two normal invertible subhypergroups of the topological hypergroup Ж and Б be e a closed subhypergroup of Ж. Then

i. $\overline{Ѣ}(Б)\overline{Љ}(Б) = (\overline{ѢЉ})(Б)$,

ii. $\underline{Ѣ}(Б)\underline{Љ}(Б) = (\underline{ѢЉ})(Б)$.

Proof. The proof is similar to **Proposition 3.6**.

References

[1] F. Marty, Sur une generalization de la notion de group, *in: 8th Congress Math. Scandenaves*, Stockholm, 1934, pp. 45–49.

[2] Z. Pawlak, Rough sets, *Int. J. Comput. Inform. Sci*. 11 (1982) 341–356.

[3] B. Davvaz, Lower and upper approximations in H_v-groups. *Ratio Mathematica*, *13*(1) (1999) 71-86.

[4] S. M. Anvariyeh, S. Mirvakili and B. Davvaz, Pawlak's approximations in Γ-semihypergroups, *Comput. Math. with Appl*. 60 (2010) 45- 53.

[5] B. Davvaz, Approximations in H_v -modules, *Taiwanese J. Math*. 6 (4) (2002) 499–505.

[6] V. Leoreanu-Fotea, The lower and upper approximations in a hypergroup, *Inform. Sci*. 178 (2008) 3605–3615.

[7] V. Leoreanu-Fotea, B. Davvaz, Roughness in n-ary hypergroups, *Inform. Sci*. 178 (2008) 4114–4124.

[8] R. Ameri, Topological (transposition) hypergroups. *Ital. J. Pure Appl. Math*. *13* (2003) 171-176.

[9] P. Corsini, A new connection between hypergroups and fuzzy sets, *Southeast Asian Bull. Math.* 27(2) (2003), 221-229.

[10] G. Selvachandran, A. R. Salleh, Soft hypergroups and soft hypergroup homomorphism. In *AIP Conference Proceedings*. American Institute of Physics. 1522(1) (2013) 821-827.

[11] V. Leoreanu-Fotea, Approximations in hypergroups and fuzzy hypergroups. Comput. Math. with Appl, *61*(9) (2011) 2734-2741.

[12] M.Singha, K. Das, and B. Davvaz, On topological complete hypergroups. *Filomat*, *31*(16) (2017) 5045-5056.

[13] G. Oguz, A New View on Topological Polygroups. *Turkish Journal of Science*, 5(2) (2020) 110–117.

[14] D. Heidari, B. Davvaz and S.M.S. Modarres, Topological hypergroups in the sense of Marty, *Communications in Algebra*, 42(11) (2014) 4712–4721.

[15] B. Davvaz, V. Leoreanu-Fotea, Hyperring theory and applications, *International Academic Press*, Palm Harbor, USA, 2007.

YÜKSEK GÜÇLÜ TÜRBİNLERİ İÇEREN RÜZGAR SANTRALİNİN WINDPRO PROGRAMI İLE TEKNO-EKONOMİK FİZİBİLİTESİ

Anıl KÖROĞLU [1], Aslan İNAN [2]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi,

https://orcid.org/0000-0002-4428-707X

[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi,

https://orcid.org/0000-0002-8771-2013

ÖZET

Günümüzde en popüler yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisi, çevre dostu olması, yüksek güçlerde üretebilmesi ve sürekli gelişen teknolojisi ile enerji sektöründeki konumunu artırmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizin yüksek rüzgar potansiyelli Güney Marmara bölgesinde yüksek ortalamalı rüzgar şiddetine sahip bir bölgesinde günümüz teknolojisine sahip yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin kurulumunun planlandığı bir rüzgar santralının tekno–ekonomik fizibilitasyon çalışması yapılmıştır. Çalışmada ölçüm direğinden alınan gerçek zamanlı, 28 aylık süreli veriler kullanılmıştır. Teknik olarak rüzgar santralına ilişkin hakim rüzgar yönü, ortalama rüzgâr hızı, Weibull Parametreleri, kayıplar, kapasite faktörü vb parametreler hesaplanarak optimum yüksek hızlı türbin seçimi yapılmıştır. Ekonomik fizibilitede ise rüzgar şiddeti ortalamasına göre seçilen yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin kullanımıyla ilgili sahaya dair olasılıksal yıllık enerji üretim değeri hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr Enerjisi, WindPRO, Weibull Dağılımı, Tekno–Ekonomik Analiz, Enerji Üretimi

1. GİRİŞ

Günümüzde en popüler yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisi, çevre dostu olması, yüksek güçlerde üretebilmesi ve sürekli gelişen teknolojisi ile enerji sektöründeki konumunu artırmaktadır. Özellikle yüksek güçlü türbin içeren rüzgar santrallarının kurulacağı bölgede, ön fizibilite ve değerlendirmeler büyük önem arz etmektedir. Saha fizibilitesinin temel amacı, rüzgar şiddeti hakim rüzgar yönü ve rüzgar frekansı gibi rüzgar karakteristiğine ait temel parametreleri belirlemek, rüzgarın akışını olumsuz etkileyen çevresel engellerin enerji üretimini nasıl etkilediğini hesaplayabilmek ve doğru türbin yerleşimi ile türbinlerin birbirlerine olan olumsuz etkilerini minimize edebilmektir. Diğer taraftan meteorolojik ölçüm

direklerinden alınan verilerin derlenerek, planlanan yatırımın ekonomik perspektifte ne derecede uygun olduğunu görebilmek de fizibilitenin en önemli faydalarından birisidir.

Doğru saha seçiminin yanında yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin seçimi de bir diğer önemli konudur. Bu tip rüzgar türbinlerinin seçiminde atmosferik olarak; rüzgar şiddeti, hava yoğunluğu, ortam sıcaklığı, türbülans seviyesi vb. kriterler dikkate alınmaktadır. Jeolojik perspektifde ise zeminin türbin dikimine elverişliliği, yüzey kullanımı ve topoğrafik uygunluk gibi kriterler önem arz etmektedir.

Değişik güçte rüzgar türbinleri kullanılarak rüzgar kaynaklarının değerlendirilmesi ve analizleri dünyanın birçok farklı ülkesinde gerçekleştirilmiştir: Amerika [1], Suudi Arabistan [2], Etiyopya [3], Kenya [4], Cibuti Cumhuriyeti [5]. Ülkemizde de bir çok şehir için rüzgar potansiyeli ve değerlendirilmesi çalışmaları mevcuttur. Örnek olarak Sakarya ili [6] ve Bitlis ili [7] verilebilir.

Teknolojik gelişmelerin paralelinde rüzgar türbin güçleri de yükselmiş ve bu konuda uygulama ve analizler şeklinde yayın çalışmaları da devam etmektedir. Örnek olarak deniz aşırı rüzgar türbinler için yüksek güçlü jenaratörlerin analizini [8] yapan ve büyük–ölçekli rüzgar türbini kanat tasarımı ve aerodinamik analizini [9] yapan yayınlar verilebilir.

Bu çalışmada çok büyük güçlü rüzgar türbinleri odağında türbinlerin ana bileşenleri kısaca tanımlanmış, Güney Marmara bölgesinde yüksek rüzgar hızına sahip örnek saha seçimi yapılarak bu sahaya ait rüzgar veri analizi gerçekleştirilmiş ve son olarak da seçilen sahanın gerçek verilerle tekno-ekonomik analizi yapılmıştır.

2. YÜKSEK GÜÇLÜ RÜZGAR TÜRBİNLERİ

Ülkemizde toplamda 197 rüzgar santali bulunmakta olup, kurulu olan rüzgar türbini sayısı 3351, kurulu rüzgar enerjisi gücü ise 8,28 GW tır [10]. İlk rüzgar türbininin kurulumu 0,5 MW aktif güç kapasitesi ile 1998 yılında yapılmış olup, çok büyük güçlü rüzgar türbini sınıfında ilk türbin 2006 yılında 1,5 MW aktif güç kapasitesi ile kurulmuştur. Günümüzde yine aynı güç sınıfında en yüksek güçlü rüzgar türbini 4,5 MW aktif güce sahiptir.

Rüzgar türbinleri; eksen yönü, devir sayısı, güç kapasiteleri, kanat sayıları, rüzgar alış yönü, dişli özellikleri ve kurulum yerleri gibi birçok karakteristik ve amaçsal özelliklere bağlı kendi aralarında sınıflandırılabilmektedir. Rüzgar türbinleri için güç kapasiteleri dikkate alındığında küçük, orta, büyük ve çok büyük güçlü olmak üzere temel olarak dört başlık altında sınıflandırılmıştır [11]. Günümüzde ise 1000 kW üzerinde yeni tip rüzgar türbinleri üretimi giderek yaygınlaşmıştır; bu nedenle bu sınıflandırmanın yeniden revize edilmesi gerekir. Çok büyük güçlü rüzgar türbinleri günümüzde üretimi planlanmış bir değer olarak 12 MW mertebesine kadar çıkmış olup, gelecekte de türbin teknolojisinin gelişimine bağlı olarak bu değerin artacağı tahmin edilmektedir [12].

Çok büyük güçlü rüzgar türbinleri, komponentleri bazında; kule, makine dairesi(nacelle), göbek, rotor kanatları, anemometre, generatör, dişli kutusu, sapma(yaw) sistemi, kanat açısı(pitch) sistemi ve fren sistemi olarak 10 kısımda incelenebilmektedir.

2.1 Kule

Rüzgar türbinin; makine dairesi (nasel), göbek ve rotor kanatlarını taşıyan bölümüdür. Çelik, beton ve hibrit (çelik-beton) olarak farklı tiplerde üretilmektedir.

2.2 Nasel (Makine Dairesi)

Rüzgar türbininin dişli kutusu, jeneratör ve konverter; lokasyonu ise, kule içi veya kule dışı olarak değişiklik göstermekle beraber transformatör ve diğer yardımcı sistem elemanlarını barındıran bölümüdür.

2.3 Hub

Rüzgar türbininin, rotor kanatlarının bağlı olduğu makine dairesi ile bütünleşik olan bölümüdür. Göbek sayesinde düşük hız mili, dişli kutusuna sahip rüzgar türbinlerinde makine dairesi içindeki dişli kutusuna bağlanmaktadır.

2.4 Rotor Kanatları

Rüzgar türbininin, rüzgardan aldığı kinetik enerjiyi yakalayarak mekanik enerjiye dönüşümü ile göbek kısmının dönmesini sağlayan ve bu kısım sayesinde mekanik enerjiyi makine dairesi içindeki düşük hız miline aktaran bölümüdür. Karbon fiber-cam elyaf bileşimli kompozit malzemeler ile imal edilen kanatların günümüzde planlanmış olan 107 m uzunluk ile üretim aşamasına girmesi planlanmaktadır.

2.5 Anemometre

Rüzgar türbininin, rüzgar hızını ölçüm ve yönünü belirleyen ve aldığı verileri SCADA sistemi üzerinden gerekli işlemcilere ileten bölümüdür. Türbininin çalışması için gereken minimum rüzgar hızı (cut-in wind speed (genellikle 3 m/s)) ve çalışabileceği maksimum rüzgar hızı (cut-out wind speed (genellikle 25 m/s)) değerini belirlemek ve türbine gerekli aksiyonu verebilmek için türbini oluşuturan komponentler arasında çok önemli bir yere sahiptir.

2.6 Jeneratör

Rüzgar türbininin, eğer sahipse dişli kutusunun aktarmış olduğu mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren bölümüdür. Sıklıkla; asenkron generatör, çift beslemeli asenkron generatör ve senkron generatör olarak üç farklı tip ile kullanılmaktadır.

2.7 Dişli Kutusu

Rüzgar türbininin, göbeğin bağlı olduğu düşük hız miline bağlı olan ve içerisindeki dişli yapı sayesinde rotordan elde edilen devir sayısını yükseltip generatördeki rotorun dönme hızını artıran bölümüdür. Bazı rüzgar türbinlerinde (doğrudan tahrikli) dişli kutusu bulunmamakta olup generatör rotoru türbin rotoru ile aynı hıza sahip olarak dönmektedir.

2.8 Sapma (Yaw) Sistemi

Rüzgar türbininin, rüzgardan maksimum verim elde edebilmek için türbin rotorunu yatay eksende döndüren kısmıdır. Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin neredeyse tamamında zorlamalı sapma sistemi kullanılmaktadır.

2.9 Kanat Açısı Sistemi

Rüzgar türbininin, rüzgar enerjisinden maksimum oranda faydalanabilmek için kanatların rüzgarı alış yönüne doğru açısını değiştiren bölümüdür. Rüzgar hızının türbin için tehlike arz edecek seviyelerde yükseldiği durumlarda kanat açısını sıfıra indirgeyerek türbini korumaya da alabilmektedir.

2.10 Fren Sistemi

Rüzgar türbininin, rüzgar hızının istenilen seviyeden yukarıda olduğu zamanlarda türbinin emniyetli olarak çalışmasını sağlamak için türbin rotorunu frenleyen bölümüdür. Elektriksel ve mekaniksel frenleme sistemi olarak ikiye ayrılmaktadır.

Çok büyük güçlü rüzgar türbinleri ile güçlü rüzgar türbinlerinin bazı karakteristik değerlere göre farkları Tablo–1'de gösterilmiştir [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Tablo 1 Bazı Türbin Üreticilerinin Türbin Değerleri Tablosu

Türbin Üreticisi	Güç (MW)	Cut-in (m/sn) Cut-out (m/sn)	Rotor Çapı (m)	Jeneratör	Hub Yüksekliği (m)	Gürültü Seviyesi (dBA)
Nordex N117/3600	3.6	3 25	116.8	Çift Beslemeli Asenkron Jeneratör	76- 84 - 91- 106 -120 - 141	103.5
Nordex N163/5X	5 +	3 26	163	Çift Beslemeli Asenkron Jeneratör	164 m ye kadar	106.4
Siemens-Gamesa SG 3.4 -132	3.465	-	132	Çift Beslemeli Asenkron Jeneratör	84 – 97 - 101.5 - 108 - 114 - 134 - 154 – 165	-
Siemens-Gamesa SG 5.8 – 170	6.2 6.6	-	170	Çift Beslemeli Asenkron Jeneratör	100 - 115 - 135 - 165 ve	-
Enercon E-126 EP3	3 - 3.5 – 4	-	127	-	86 – 116 - 135	-
Enercon E-160 EP5 E2	5.5	-	160	-	120 – 140 - 166	-
Vestas V117-3.45	3.45	3 25	117	-	80 - 91.5 - 116.5	
Vestas V162–6.0	6	3 25	162	-	119 - 125 - 149 -166	104.3

3. RÜZGAR VERİ ANALİZİ

Bu yayında ülkemizin yüksek rüzgar potansiyelli Güney Marmara bölgesinde günümüz teknolojisine sahip çok çok yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin kurulumunun planlandığı bir rüzgar santralının teknik karakteristik analizi ile beraber tekno–ekonomik fizibilite çalışması WindPRO yazılımı ile yapılmıştır [21].

Çalışmada yerden 50 m yükseklikteki ölçüm direğinden alınan gerçek zamanlı, 28 aylık süreli veriler kullanılmış olup, aynı sahaya ait EMD'den alınan [22] uzun dönem rüzgar verileri ile gerçek veriler desteklenerek 20 yıllık ölçüm verisi elde edilmiştir. Uzun dönem verilerle ölçüm aralığını genişletmenin temel amacı, sahanın rüzgar profilini yalnızca bir dönem aralığında değil, geniş bir aralıkta değerlendirerek analizleri bu perspektifte yapabilmektir.

Weibull Dağılım Eğrisi, istatistiksel analizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi analizinde rüzgar hızı olasılık yoğunluk fonksiyonunu temsil etmek için kullanılır. Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibidir [23]:

$$f(v) = \frac{k}{a}\left(\frac{v}{a}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{a}\right)^{k}} \qquad [1]$$

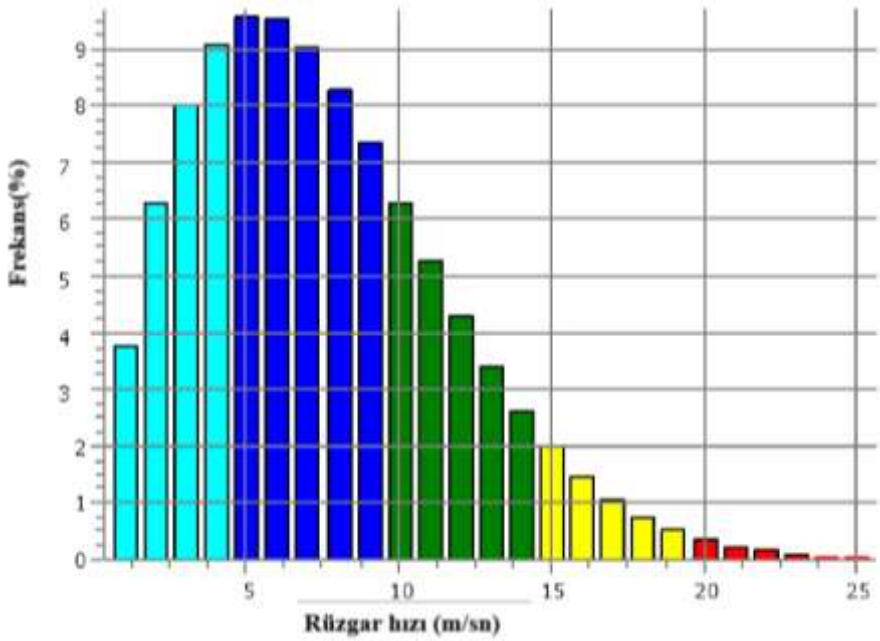
Burada; a, Weibull ölçek parametresi [m/s]; k, Weibull şekil parametresi; v, rüzgar hızı [m/s] olarak tanımlanır.

Ölçüm sonuçları değerlendirildiği zaman sahanın sahip olduğu veriler (ortalama rüzgar hızı, hava yoğunluğu, Weibull a parametresi ve Weibull k parametresi, Tablo–2'de gösterilmiştir. Weibull ölçek parametresi a, ortalama rüzgar hızı için bir "ölçüdür". Ortalama rüzgar hızı, kış ve sonbaharda yaz ve ilkbahara göre daha yüksektir. Weibull şekil parametresi k, rüzgar hızı dağılımının şekli için bir "ölçüdür": k ne kadar yüksekse rüzgar hızlarında yayılma o kadar küçük olur. Kara ve deniz konumları için Weibull şekil profili arasında temel bir fark vardır. Karada, yüzeye yakın güçlü bir günlük döngü (rüzgar hızlarında büyük yayılma ve küçük k değeri) vardır [24].

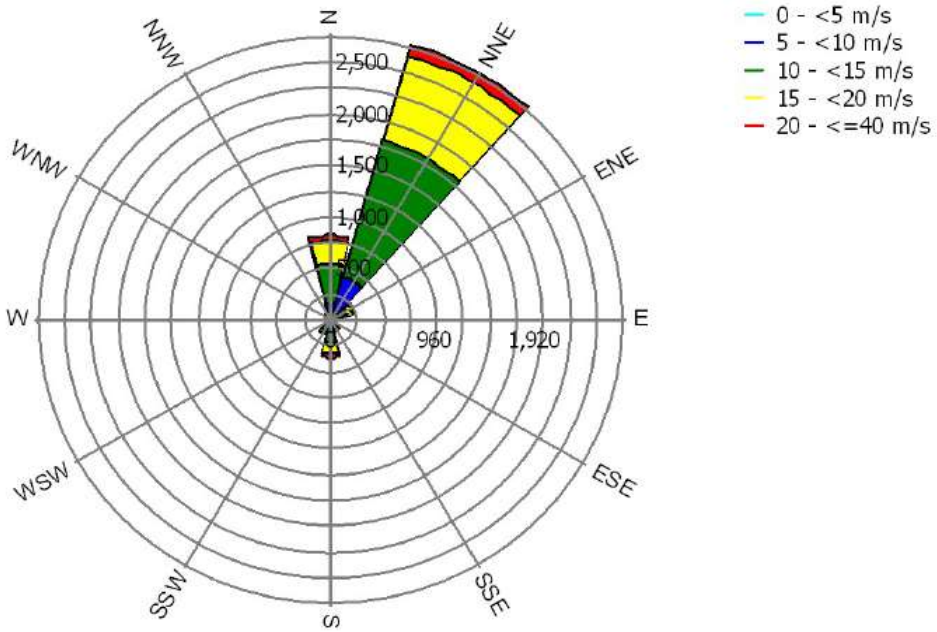
Tablo 2. Sahanın Rüzgar Profili

Ortalama rüzgar hızı (m/s)	7.47
Hava yoğunluğu (kg/m^3)	1.197 – 1.200
Weibull a parametresi (m/sn)	8.41
Weibull k parametresi	1.807

Sahanın sahip olduğu rüzgar profilinin Weibull dağılımı ve bu dağılıma bağlı olarak oluşan rüzgar yönüne göre enerji dağılım grafiği (enerji gülü) sırasıyla Şekil–1 ve Şekil–2'de gösterilmiştir.



Şekil–1 Weibull Dağılımı



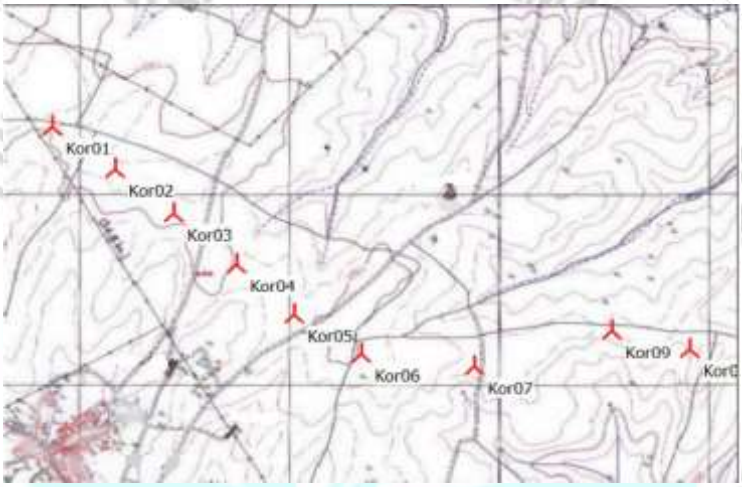
Şekil–2 Rüzgar Yönüne Bağlı Enerji Dağılımı (kWh/m^2/yıl)

4. GERÇEK SAHA UYGULAMASI

Bilindiği üzere kurulumu planlanan santrale ait uygun rüzgar türbin tipinin seçimi gerek rüzgardan maksimum verim elde edebilme gerekse işletme süresi boyunca nakit akışının optimizasyonunu verimli bir şekilde sağlayabilmek adına önem arz eden bir kriterdir. Rüzgar türbinlerinin saha entegrasyonu uygunluğu için IEC61400-1 standardı türbin üreticilerinin dikkate aldığı standart olarak yürürlükte yer almaktadır. Rüzgar türbinlerinin tasarımları

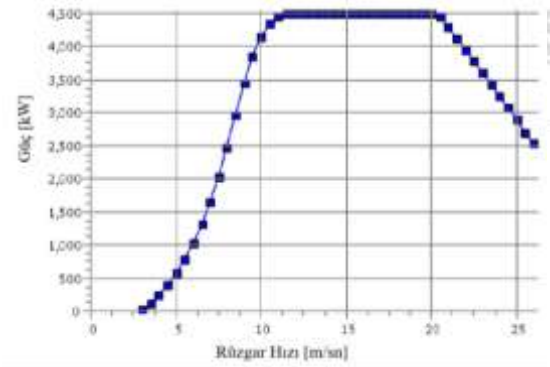
yapılırken sahanın sahip olduğu rüzgar hızı ve türbülans seviyesi başlıca kriterler olarak dikkate alınmaktadır. Rüzgar hızına göre IEC I-II-III olmak üzere üç farklı sınıf, türbülans yoğunluğuna göre ise IEC A-B-C olmak üzere üç farklı sınıf mevcuttur. İlgili standartta her ne kadar rüzgar hızı ve türbülans seviyesine göre tanımlamalar yapılsa da birçok rüzgar türbini üreticisi IEC S adıyla bu değerleri kendi dizaynlarına uygun olarak belirlemektedir [25]. Bu sayede saha özelinde türbin dizaynları yapılabilmekte olup, türbinin saha entegrasyonu efektif bir şekilde sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada, 41 MW'lık güç kapasitesine sahip incelenen sahanın atmosferik ve orografik verileri dikkate alınarak 9 adet yerden 105 m hub yüksekliğine sahip 4,5 MW jeneratör çıkış gücüne sahip IEC S sınıfında değerlendirilen rüzgar türbinlerin seçimi yapılmıştır. Türbinlerin sahadaki koordinatları hakim rüzgar yönü dikkate alınarak ve birbirlerine olan negatif dönme etkisi minimum olacak şekilde belirlenmiş ve dizilim Şekil 3'teki gibi gerçekleştirilmiştir.

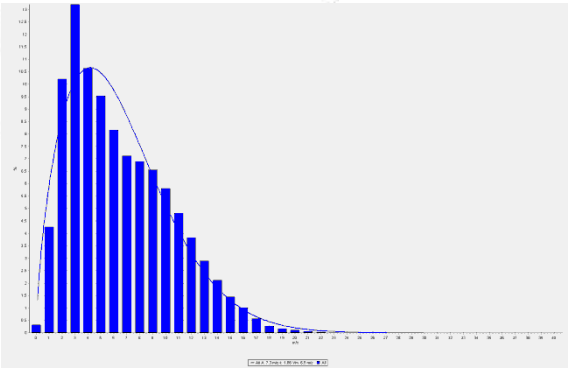


Şekil –3 Türbinlerin Saha Dizilimi

Rüzgar türbinlerinin ilgili saha koşulları çerçevesinde güç eğrisi Şekil–4'te, rüzgar hızının frekans ile değişimi Şekil–5'te gösterilmiştir.



Şekil–4 Rüzgar Türbinlerinin Güç Eğrisi



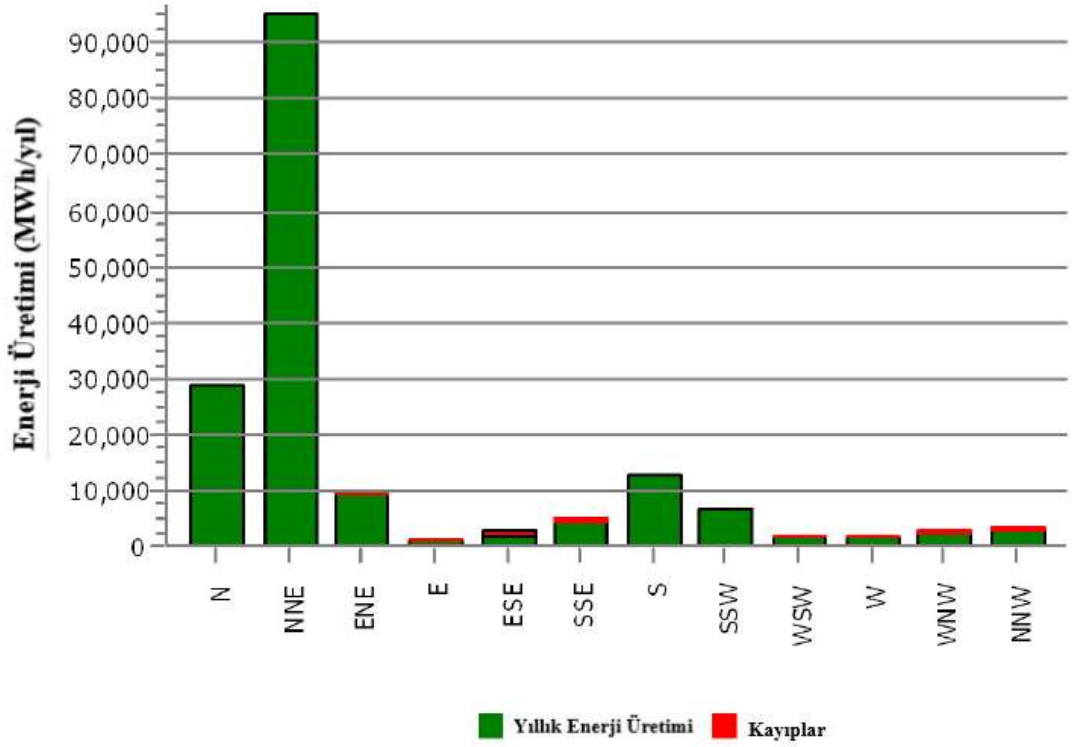
Şekil–5 Hız-Frekans Değişimi

Seçimi ve dizilimi yapılan türbinler WindPRO programı üzerinde sahanın sahip olduğu atmosferik veriler de dikkate alınacak şekilde simülasyon yapıldığında alınan sonuçlar Tablo–3'te verilmiştir.

Tablo–3 Simülasyon Sonuçları

Brüt Yıllık Enerji Üretimi (MWh/yıl)	170487,4
Net Yıllık Enerji Üretimi (MWh/yıl)	167268,2
Kayıp (%)	1,9
Kapasite Faktörü (%)	47,1
Türbin Başına Ortalama Enerji Üretimi (MWh/yıl)	18585,4
Tam Yükte Yıllık Çalışma Süresi (Saat)	4130
Hub Yüksekliğinde Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	7,5

Rüzgarın geliş yönüne göre enerji üretim profili Şekil-6'da gösterilmiştir.



Şekil–6 Rüzgar Yönüne Göre Yıllık Enerji Üretim Grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yüksek rüzgar potansiyeline sahip bir bölgede günümüz teknolojisinin geldiği noktada yüksek güçlü türbinlerin kullanılması durumunda elde edilecek sonuçlar ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin kullanılmasıyla en belirgin olarak brüt yıllık enerji üretimi ile kapasite faktörünün çok büyük bir değere ulaştığı gözlemlenmiştir. Yüksek güçlü rüzgar türbinlerinin ilk kurulum maliyetlerinin daha yüksek olacağı düşünülse de yatırımcıya yıllık bazda ciddi bir finansal nakit akışı sağlanacağı için, ödemenin geri dönüş süresinin uygun bir değerde kalacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Acker, T.L., Williams, S.K., Duque, E.P.N., Brummels, G., Buechler, J. Wind resource assessment in the State of Arizona: inventory, capacity factor, and cost. Renew Energy 2007;32:1453e66. https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.06.002.

[2] Rehman, S., El-Amin, I.M., Ahmad, F., Shaahid, S.M., Al-Shehri, A.M., Bakhashwain, J.M.
Wind power resource assessment for Rafha, Saudi Arabia. Renew Sustain Energy Rev. 2007;11:937e50. https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.07.003.

[3] Getachew, B., Björn, P. Wind energy potential assessment at four typical locations in Ethiopia. Appl Energy 2009;86:388e96. https://doi.org/10.1016/j. apenergy.2008.05.012.

[4] Kamau, J.N., Kinyua, R., Gathua, J.K. 6 years of wind data for Marsabit, Kenya average over 14 m/s at 100 m hub height; an analysis of the wind energy potential. Renew Energy 2010;35:1298e302. https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.10.008.

[5] Elimax, H. Etude strate'gique de de'ploiement de l'energie e'olienne en Afrique. Rapport final, Canada. 2004. http://www.webmanagercenter.com/telecharge/ etude04112004.pdf. [Accessed 21 April 2017].

[6] Oral, F. Bitlis İlinin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin İstatistiksel Analizi. DÜMF Mühendislik Dergisi 11:2 (2020): pp. 671-678.

[7] Oral, F., Behçet, R., Gönel, E., WindPRO programı ile rüzgâr analizi ve enerji üretim miktarının belirlenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, (2019), 362-371.

[8] Zhanga, Z., Chenb, A., Matveevb, A., Nilssena, R., Nysveena, A. High-power Generators for Offshore Wind Turbines, DeepWind'2013, 24-25 January, Trondheim, Norway.

[9] Wang, T.G., Wang, L., Zhong, W., Xu B.F., Chen, L. Large-scale wind turbine blade design
and aerodynamic analysis, Chinese Science Bulletin, February 2012 Vol.57 No.5: 466–472.
DOI: 10.1007/s11434-011-4856-6.

[10] https://www.tureb.com.tr/

[11] https://www.enerjiportali.com/ruzgar-turbini-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir

[12] https://geturkiyeblog.com/buyuk-bir-basari-ge-dunyanin-en-buyuk-ruzgar-turbinini-uretecek

[13] https://www.nordex-online.com/en/product/n117-3600/

[14] https://www.nordex-online.com/en/product/n163-5-x/

[15] https://www.siemensgamesa.com/en-int/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-3-4-132.

[16] https://www.siemensgamesa.com/en-int/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-5-8-170.

[17] https://www.enercon.de/en/products/ep-3/e-126-ep3/

[18] https://www.enercon.de/en/products/ep-5/e-160-ep5/

[19] https://www.vestas.com/en/products/4-mw-platform/v117-3_45_mw#

[20] https://www.vestas.com/en/products/enventus_platform/v162-6_0_mw#!v162-6.0-mw

[21] EMD International A/S, WindPRO Software, ver. 2.5, 2006.

[22] https://www.emd.dk

[23] Seguro, J.V., Lambert, T.W. Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy analysis, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 85, 75-84, 2000.

[24] https://www.dutchoffshorewindatlas.nl/atlas/image-library/image-library/weibull-parameters.

[25] https://webstore.iec.ch/publication/26423.

PROPOSAL OF A NOVEL PIEZOELECTRIC ACTUATOR FOR MEMS BASED DIAPHRAGM MICROPUMPS

Mehmet Emin SAYAN[1], Hamid ASADI DERESHGI[2], Huseyin DAL[3]

[1]Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Sakarya 54050, Turkey, ORCID: 0000-0003-0904-3288,

[2]Istanbul Arel University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Biomedical Engineering, Istanbul 34537, Turkey, ORCID: 0000-0002-8500-6625,

[3]Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Sakarya 54050, Turkey, ORCID: 0000-0003-2868-9463,

ABSTRACT

Micro Electro-Mechanical Systems (MEMS) is a rapidly developing technology and has great potential to reshape living standards in the future, such as micro-electronic technology. One of the important elements on MEMS is the piezoelectric micropump, which is used in engineering and healthcare fields. The purpose of this study was to investigate the effect of electro-mechanical factors affecting the operation of piezoelectric actuator in order to increase the performance of piezoelectric micropumps. Analytical and finite element methods (FEM) are very important methods for the control and optimization of the behavior of the piezoelectric actuator. In this study, the static displacement behavior of the circular unimorph piezoelectric actuator consisting of passive, adhesive and Piezoelectric Zirconate Titanate (PZT) layers under different voltages and pressures was investigated. Differential equations of transverse and lateral displacements in closed form were obtained by classical laminated thin plate theory and verified by finite element method. According to analytical results, the displacement behavior of the piezoelectric actuator was directly and inversely proportional to voltage and fluid pressure, respectively. However, the dimensional properties also had a significant effect on performance. The elasticity modulus of the adhesive and passive layers should be chosen as small as possible for high performance. Furthermore, the ratio of PZT layer radius to passive layer radius should be 0.8 for optimum results. In addition, the adhesive layer thickness must be thinner than the PZT layer thickness. Moreover, PZT layer thickness should be considered thinner than passive layer thickness. Thus, with the analytical method used in this study, optimum piezoelectric actuator dimensions can be determined for maximum micropump efficiency.

Keywords: MEMS, Micropump, Piezoelectric actuator, Kirchhoff plate theory

1. INTRODUCTION

The piezoelectric material was connected to a thin and flexible diaphragm, which when exposed to AC voltage, due to the conversion of electrical energy into mechanical strain it bended [1-3]. The resulting mechanical pressure bended the diaphragm and leads to a change in pressure inside the pump chamber. This pressure change, in turn, leads to the inflow and outflow of liquids needed to be pumped. The piezoelectric actuated micropump operation, mainly depended on the controled storke amount by the mechancal strain. Material polarization limit and the applied voltage were determined the mechanical strain, thus controlling the flow rate of the micropump [4] . High performance piezoelectric material such as PZT-5A and PZT-5H [5,6] had strain coefficients of -171 C/N, strain constants of -274 C/N d31 and 374 C/N, and strain constants of 574 C/N d33. Most of reported piezoelectric micropumps implemented the piezoelectric actuators in the form of a circular disk with a diameter range (8-30 mm) and a thickness (0.06-0.215 mm) [5-20]. Other form of piezoelectric actuator had rectangular cross section (20 × 40 mm) [19] and square shaped piezoelectric plate (5.5 ×5.5 mm, 4 ×4 mm, 8 ×8 mm) [20,21], some multi-layered piezoelectric actuators [22] were also reported for micropump actuation. Most of reported piezoelectric actuators for micro-pump operation were readily available as a disk or plate (Murata Technologies, Ariose Electronics Taiwan, Sunny Tech Electronics Co. Ltd, APC Int Ltd, USA, etc.) and some of the actuators were made with in-house powder hot pressing [23] , screen printing [24] and dry powder deposition processes [20].

Based on literature studies, piezoelectric can perform well compared to other mentioned actuators. As the piezoelectrics are quick to operate compared to other actuators. They produce a reasonably intermediate pressure against low energy consumption. Accordingly, the piezoelectric is a good actuator for micro-pumps designed for biomedical applications [25-30]. Therefore, the piezoelectric actuator has been used in the presented designs.

In this study, static displacement behavior of circular unimorph piezoelectric actuator was analyzed by analytical and finite element methods. The classical laminated plate theory (CLPT) based on the Kirchhoff's thin plate theory was utilized to achieve the analytical model of the piezoelectric actuator. Moreover, three-dimensional displacement analyzes were performed with Ansys Products 2020 R1. It was observed that the results obtained from analytical model and finite element analysis were sufficiently compatible with each other. It is worth mentioning that the results presented in this paper will be significantly beneficial for the PZT-5A actuator to provide optimum displacement performance in the mechanical (diaphragm type) micropump.

2. MATERIALS AND METHODS

The piezoelectric actuator presented in this study consisted of substrate (aluminum), adhesive (Hysol E-30CL) and PZT-5A layers (see Figure 1). The substrate layer was in contact with the fluid (water) in the chamber. The displacement of the actuator was expressed by the cylindrical coordinate system and its components were "R", "θ" and "z". The radius of the

PZT and Hysol E-30CL layers was expressed as "$''R_i''$" and the radius of the substrate layer was expressed as $''R_o''$. The thicknesses of the layers were shown from the reference plane, which were t_0, t_1, t_2 and t_3 respectively. Thus, the thickness of each layer was $t_i = t_i - t_{i-1}$. The displacement model of the piezoelectric actuator was performed according to Kirchhoff thin plate theory. Therefore, the shear deformation between the actuator layers was neglected. In addition, since the stresses in the transverse direction were very small compared to the stresses in the lateral direction, accordingly, they were neglected in accordance with the Hooke law. The electric field is perpendicular to the actuator surface and it is homogeneous in the thickness direction. Moreover, the layers are considered to be perfectly interconnected.

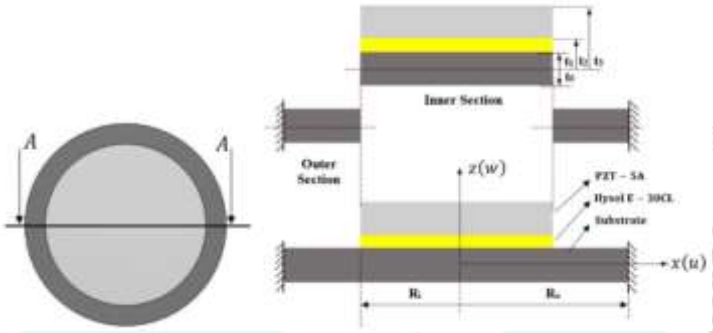


Figure 1. The structure of the multi-layer piezoelectric actuator.

2.1. Analytical Modeling

The piezoelectric actuator modeling was performed according to the Classical Laminated Plate Theory (CLPT) based on Kirchhoff thin plate theory.

$$\left\{\varepsilon_r^{(k)}\right\} = \left\{\varepsilon_r^{(0)}\right\} + z\{K_r\} - \{\varepsilon_r^T\} - \{\varepsilon_r^S\} \tag{1}$$

$$\left\{\varepsilon_\theta^{(k)}\right\} = \left\{\varepsilon_\theta^{(0)}\right\} + z\{K_\theta\} - \{\varepsilon_\theta^T\} - \{\varepsilon_\theta^S\} \tag{2}$$

where, $\{\varepsilon\}^0$, $\{K\}$, $\{\varepsilon\}^T$ and $\{\varepsilon\}^S$ are strain at the reference plane, curvature of the reference plane, thermal strain and chemical contraction, respectively.

$$\left\{\sigma_r^{(k)}\right\} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} [\bar{Q}]_{\theta_k} \left\{\varepsilon_r^{(k)}\right\} dz \tag{3}$$

$$\left\{\sigma_\theta^{(k)}\right\} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} [\bar{Q}]_{\theta_k} \left\{\varepsilon_\theta^{(k)}\right\} dz \tag{4}$$

$$\{N_r\} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} \left\{\sigma_r^{(k)}\right\} dz \tag{5}$$

$$\{ N_\theta \} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} \left\{ \sigma_\theta^{(k)} \right\} dz \tag{6}$$

$$\{ M_r \} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} \left\{ \sigma_r^{(k)} \right\} z\, dz \tag{7}$$

$$\{ M_\theta \} = \sum_{k=1}^{n} \int_{z_{k-1}}^{z_k} \left\{ \sigma_\theta^{(k)} \right\} z\, dz \tag{8}$$

where, "σ", "N" and "M" are radial and tangential stresses, net forces and moments in thickness direction, respectively.

The forces and moments that affect the piezoelectric actuator are given in Figure 2. Equilibrium equations of normal (F) and shear (V) forces acting on the actuator are given below.

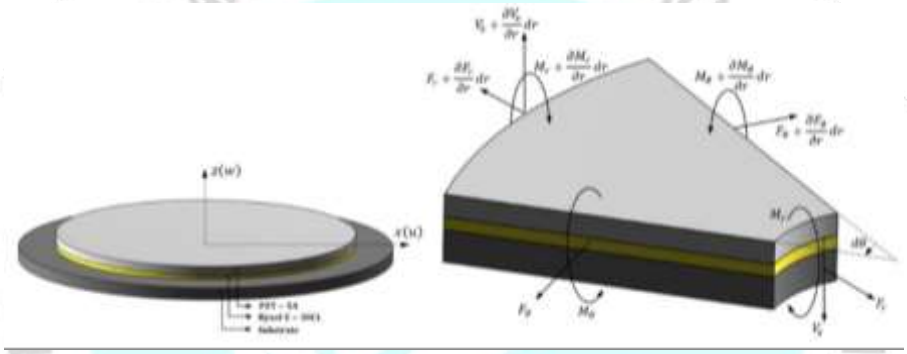


Figure 2. Forces and moments affecting the piezoelectric actuator.

$$\frac{dF_r}{dr} = \frac{F_\theta - F_r}{r} \tag{9}$$

$$\frac{dV_z}{dr} = -\frac{V_z}{r} - P \tag{10}$$

It was used to obtain the transverse and lateral displacement equations of the piezoelectric actuator using the force (N_r) and moment (M_r) equations together with the normal force and shear force (V_z) equations acting on the actuator.

$$w_o(r) = C_1 r^2 + C_2 lnr + C_3 r^2 lnr + C_4 + \frac{\varphi_{11}^o P\, r^4}{[\Omega_{11}^o \varphi_{11}^o - (\xi_{11}^o)^2]64} \qquad for\ R_i \le r_o \le R_o \tag{11}$$

$$w_i(r) = C_5 r^2 + C_6 lnr + C_7 r^2 lnr + C_8 + \frac{\varphi_{11}^i P\, r^4}{[\Omega_{11}^i \varphi_{11}^i - (\xi_{11}^i)^2]64} \qquad for\ 0 \le r_o \le R_i \tag{12}$$

$$u_o(r) = C_3[2r\ lnr - r]\frac{\xi_{11}^o}{\varphi_{11}^o} + C_5 r + C_6 \frac{1}{r} + \frac{\xi_{11}^o P\, r^3}{[\Omega_{11}^o \varphi_{11}^o - (\xi_{11}^o)^2]16} \qquad for\ R_i \le r_o \le R_o \tag{13}$$

$$u_i(r) = C_9[2r\ lnr - r]\frac{\xi_{11}^i}{\varphi_{11}^i} + C_{11} r + C_{12} \frac{1}{r} + \frac{\xi_{11}^i P\, r^3}{[\Omega_{11}^i \varphi_{11}^i - (\xi_{11}^i)^2]16} \qquad for\ 0 \le r_o \le R_i \tag{14}$$

Here, $w_i(r)$ and $w_o(r)$ are transverse displacements in the inner and outer sections, respectively. Additionally, $u_i(r)$ and $u_o(r)$ are lateral displacements in the inner and outer sections. Moreover, φ, Ω and ξ are stiffness dependent constants. $C_1, C_2, \ldots$ are integral constants and they are obtained by using boundary conditions. The boundary conditions for the outer section are shown in Equations 15-16.

$$w_o(R_o) = 0 \tag{15}$$

$$\frac{\partial w_o(R_o)}{\partial r} = 0 \tag{16}$$

The continuity and equilibrium conditions for the inner section are given in Equations 17-20.

$$w_o(R_i) = w_i(R_i) \tag{17}$$

$$\frac{\partial w_o(R_i)}{\partial r} = \frac{\partial w_i(R_i)}{\partial r} \tag{18}$$

$$N_r^o(R_i) = N_r^i(R_i) \tag{19}$$

$$M_r^o(R_i) = M_r^i(R_i) \tag{20}$$

The displacement at the center point of the piezoelectric actuator is limited. Therefore, the C_6 and C_7 constants are equal to zero. Moreover, C_3 was found to be zero when the boundary conditions were applied. Thus, the transverse displacement for the inner and outer sections of the actuator was calculated by Equation 21 and Equation 22, respectively.

$$w_o(r) = C_1 r^2 + C_2 lnr + C_4 + \frac{\varphi_{11}^o P r^4}{[\Omega_{11}^o \varphi_{11}^o - (\xi_{11}^o)^2]64} \qquad for\ R_i \le r_o \le R_o \tag{21}$$

$$w_i(r) = C_5 r^2 + C_8 + \frac{\varphi_{11}^i P r^4}{[\Omega_{11}^i \varphi_{11}^i - (\xi_{11}^i)^2]64} \qquad for\ 0 \le r_o \le R_i \tag{22}$$

2.2. Finite Element Modeling

The FEM is a particular numerical method for solving partial differential equations in two or three space variables (i.e., some boundary value problems). In the literature, the finite element method (FEM) has been widely used to investigate the behavior of the mechanical micropumps diaphragm. Therefore, in this study, an FEA method using ANSYS Products 2020 R1 software has been adopted to determine the vibrational behavior. In the simulation 34.973 elements were performed. The physical parameters of the piezoelectric actuator were shown in Table 1.

Table 1. Geometric and material properties of piezoelectric actuator.

Layers	Radius(mm)	Thickness(µm)	Poisson Ratio	Young's Modulus (GPa)	Density(kg/m^3)
PZT	6	100	0.3	110.87	7750
Epoxy	6	10	0.3	5.17	1000
Aluminium	8	200	0.3	70.3	7750

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

It was imperative to verify the transverse displacement equation in closed form by mathematical modeling of the multilayer piezoelectric actuator. Because, Kirchhoff thin plate theory was applied and some assumptions were accepted for piezoelectric actuator layer structures.

The deformation results obtained from the finite element analysis and the mathematical model of the piezoelectric actuator were compared (see Figure 3.a). In FEM and analytical analysis, the maximum displacement of the center point of the piezoelectric actuator was obtained as 3.8583 µm and 4.0594 µm, respectively. It was seen that there was a 4.95% error between the results obtained from these two methods and it was an acceptable rate in analytical studies. Thus, the accuracy of the mathematical model has been demonstrated. Therefore, the piezoelectric actuator displacement was investigated using the mathematical model under different voltage and fluid pressure. The curve was given as an upward deflection when 0 V and different fluid pressures were applied to the piezoelectric actuator (see Figure 3b). In addition, the displacement changed proportionally when 0 Pa and different voltages were applied to the piezoelectric actuator (see Figure 3c). Furthermore, Figure 3d shows the behavior of the piezoelectric actuator at 5 kPa and different voltages. It might be concluded that the piezoelectric actuator design in this study were compatible for micropumps used in biomedical applications.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

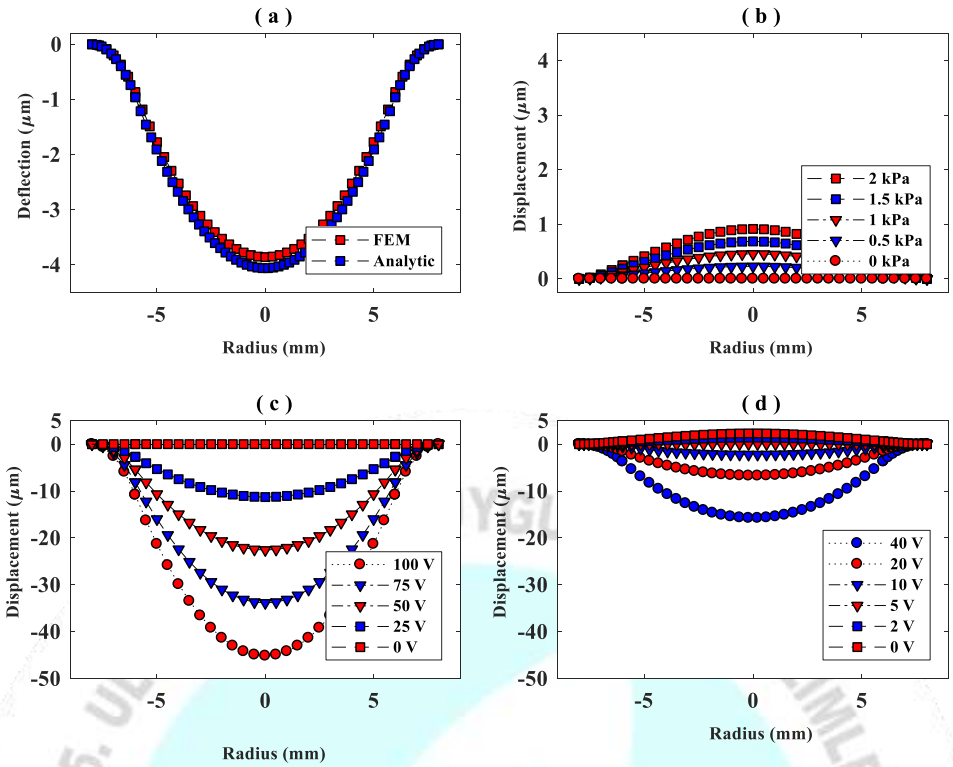


Figure 3. The displacements of the midline of the piezoelectric actuator at (a) 10 V for 10 kPa, (b) 0 V for 0 Pa to 2 kPa by 0.5 kPa increments, (c) 0 Pa for 0 V to 100 V by 25 V increments, and (d) 5 kPa for less than 40 V.

4. CONCLUSION

In this study, the static displacement behavior of the circular unimorph piezoelectric actuator consisting of passive, adhesive and PZT layers under different voltages and pressures was investigated. Differential equations of transverse and lateral displacements in closed form were obtained by classical laminated thin plate theory and verified by finite element method. According to analytical results, the displacement behavior of the piezoelectric actuator was directly and inversely proportional to voltage and fluid pressure, respectively. However, the dimensional properties also had a significant effect on performance. The elasticity modulus of the adhesive and passive layers should be chosen as small as possible for high performance. Furthermore, the ratio of PZT layer radius to passive layer radius should be 0.8 for optimum results. In addition, the adhesive layer thickness must be thinner than the PZT layer thickness. Moreover, PZT layer thickness should be considered thinner than passive layer thickness.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Sakarya University and Sakarya University of Applied Sciences for the financial support of this study under Grant Nos. SRPU 2017-50-02-026, SRPU 2019-50-02-078, and SRPU 2020-7-24-40.

REFERENCES

[1] E. Aksel and J. L. Jones, "Advances in Lead-Free Piezoelectric Materials for Sensors and Actuators," Sensors, vol. 10, no. 3, pp. 1935–1954, 2010.

[2] P. Muralt, R. G. Polcawich, and S. Trolier-McKinstry, "Piezoelectric Thin Films for Sensors, Actuators, and Energy Harvesting," MRS Bulletin, vol. 34, no. 9, pp. 658–664, 2009.

[3] J. Minase, T.-F. Lu, B. Cazzolato, and S. Grainger, "A review, supported by experimental results, of voltage, charge and capacitor insertion method for driving piezoelectric actuators," Precision Engineering, vol. 34, no. 4, pp. 692–700, 2010.

[4] D. J. Laser and J. G. Santiago, "A review of micropumps," Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 14, no. 6, 2004.

[5] Y. Luo, M. Lu, and T. Cui, "A polymer-based bidirectional micropump driven by a PZT bimorph," Microsystem Technologies, vol. 17, no. 3, pp. 403–409, 2011.

[6] A. Choi, S. L. Vatanabe, C. R. de Lima, and E. C. Silva, "Computational and experimental characterization of a low-cost piezoelectric valveless diaphragm pump," Journal of Intelligent Material Systems and Structures, vol. 23, no. 1, pp. 53–63, 2011.

[7] I.-H. Hwang, S.-K. Lee, S.-M. Shin, Y.-G. Lee, and J.-H. Lee, "Flow characterization of valveless micropump using driving equivalent moment: theory and experiments," Microfluidics and Nanofluidics, vol. 5, no. 6, pp. 795–807, 2008.

[8] W. Wang, Y. Zhang, L. Tian, X. Chen, and X. Liu, "Piezoelectric diffuser/nozzle micropump with double pump chambers," Frontiers of Mechanical Engineering in China, vol. 3, no. 4, pp. 449–453, 2008.

[9] H. H. Kim, D. H. Park, B. H. Ryu, and K. J. Lim, "Design and Modeling of Piezoelectric Pump for Microfluid Devices," Ferroelectrics, vol. 378, no. 1, pp. 92–100, 2009.

[10] V. T. Dau, T. X. Dinh, and S. Sugiyama, "A MEMS-based silicon micropump with intersecting channels and integrated hotwires," Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 19, no. 12, p. 125016, 2009.

[11] P. Verma, D. Chatterjee, and T. Nagarajan, "Design and development of a modular valveless micropump on a printed circuit board for integrated electronic cooling," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, vol. 223, no. 4, pp. 953–963, 2009.

[12] S. S. Wang, X. Y. Huang, and C. Yang, "Valveless micropump with acoustically featured pumping chamber," Microfluidics and Nanofluidics, vol. 8, no. 4, pp. 549–555, 2009.

[13] J. Y. Hwang, K.-Y. Shin, S.-H. Lee, K. Kang, H. Kang, J.-H. Lee, D.-H. Peck, D.-H. Jung, and J.-H. Jang, "Periodic fuel supply to a micro-DMFC using a piezoelectric linear actuator," Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 20, no. 8, p. 085023, 2010.

[14] L. Guo, W. Yan, Y. Xu, and Y. Chen, "Valveless piezoelectric micropump of parallel double chambers," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 13, no. 5, pp. 771–776, 2012.

[15] Y. F. Guan, M. G. Shen, and L. L. Han, "Simulations and Experiment Analysis of a Piezoelectric Micropump," Applied Mechanics and Materials, vol. 229-231, pp. 1688–1692, 2012.

[16] Y. Wei, R. Torah, K. Yang, S. Beeby, and J. Tudor, "A novel fabrication process to realize a valveless micropump on a flexible substrate," Smart Materials and Structures, vol. 23, no. 2, p. 025034, 2014.

[17] B. Pečar, D. Križaj, D. Vrtačnik, D. Resnik, T. Dolžan, and M. Možek, "Piezoelectric peristaltic micropump with a single actuator," Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 24, no. 10, p. 105010, 2014.

[18] H.-K. Ma, W.-F. Luo, and J.-Y. Lin, "Development of a piezoelectric micropump with novel separable design for medical applications," Sensors and Actuators A: Physical, vol. 236, pp. 57–66, 2015.

[19] S. Singh, N. Kumar, D. George, and A. K. Sen, "Analytical modeling, simulations and experimental studies of a PZT actuated planar valveless PDMS micropump," Sensors and Actuators A: Physical, vol. 225, pp. 81–94, 2015.

[20] C.-H. Cheng, A.-S. Yang, C.-J. Lin, and W.-J. Huang, "Characteristic studies of a novel piezoelectric impedance micropump," Microsystem Technologies, vol. 23, no. 6, pp. 1709–1717, 2015.

[21] S. Aggarwal, B. E. Paul, A. DasGupta, and D. Chatterjee, "Experimental characterization of piezoelectrically actuated micromachined silicon valveless micropump," Microfluidics and Nanofluidics, vol. 21, no. 1, 2016.

[22] J.-H. Park, M.-Y. Seo, Y.-B. Ham, S.-N. Yun, and D.-I. Kim, "A study on high-output piezoelectric micropumps for application in DMFC," Journal of Electroceramics, vol. 30, no. 1-2, pp. 102–107, 2012.

[23] W. Zhang and R. E. Eitel, "An integrated multilayer ceramic piezoelectric micropump for microfluidic systems," Journal of Intelligent Material Systems and Structures, vol. 24, no. 13, pp. 1637–1646, 2013.

[24] L.-Y. Tseng, A.-S. Yang, C.-Y. Lee, and C.-H. Cheng, "Investigation of a piezoelectric valveless micropump with an integrated stainless-steel diffuser/nozzle bulge-piece design," Smart Materials and Structures, vol. 22, no. 8, p. 085023, 2013.

[25] H. Asadi Dereshgi and M. Z. Yildiz, "Investigation of electro-mechanical factors effecting piezoelectric actuator for valveless micropump characteristics," Journal of Engineering Science and Technology, vol. 13, no. 9, pp. 2843–2856, 2018.

[26] H. Asadi Dereshgi and M. Z. Yildiz, "Numerical Study of Novel MEMS-Based Valveless Piezoelectric Micropumps in the Range of Low Voltages and Frequencies," 2019

Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT), 2019.

[27] M. Z. Yildiz and H. Asadi Dereshgi, "Design of PZT micropumps for biomedical applications: Glaucoma treatment," Journal of Engineering Research, vol. 7, pp. 226–241, 2019.

[28] H. Asadi Dereshgi, M. Z. Yildiz, and N. Parlak, "Performance Comparison of Novel Single and Bi-Diaphragm PZT Based Valveless Micropumps," Journal of Applied Fluid Mechanics, vol. 13, no. 2, pp. 401–412, 2020.

[29] H. Asadi Dereshgi, H. Dal, and M. E. Sayan, "Analytical analysis of a circular unimorph piezoelectric actuator in the range of low voltages and pressures," Microsystem Technologies, vol. 26, no. 8, pp. 2453–2464, 2020.

[30] H. Asadi Dereshgi, H. Dal, and M. Z. Yildiz, "Piezoelectric micropumps: state of the art review," Microsystem Technologies, 2021.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

SJÖGREN TANISI ALMIŞ VE TEDAVİ AMACIYLA HİDROKSİKLOKİN BAŞLANMIŞ HASTADA OLAN ALERJİK REAKSİYON OLGU SUNUMU

Doç.Dr. Adem KÜÇÜK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi 0000-0001-8028-1671

ÖZET

Hidroksiklorokin, belirli sıtma türlerinin önlenmesi ve tedavisi için kullanılan bir ilaçtır. Özellikle klorokine cevap veren sıtma için kullanılır. Diğer kullanım alanları arasında romatolojik ve dermatolojik hastalıklar bulunur.

Diğer ilaçlar gibi hidroksiklorokinde çeşitli yan etkilere sahiptir. Oküler, hematolojik, dermatolojik bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Göz ile ilgili yan etkisi en ciddi olanıdır. Duruma göre 6 ay ile 5 yıl arasında değişen aralıklarda göz muayenesi yapılmaktadır. Zira retinada birikebilmektedir. Retinopati ciddi bir komplikasyondur. Myopati, ritm bozukluğu diğer önemli yan etkilerdir. Deri pigmentasyonu da gelişebilir. Ayrıca makülopapüler, püstüler lezyonlar da gelişebilmektedir.COVID-19 enfeksiyonları için deneysel bir tedavi olarak kullanılmaktadır(1, 2). Olgumuzda Sjögren tanısı almış ve tedavi amacıyla hidroksiklokin başlanmış hastada olan alerjik reaksiyonu sunmayı amaçladık.

Anahtar Kelimeler: Sjögren, Hidroksiklorokin, İlaç erüpsiyonu

1. GİRİŞ

Hidroksiklorokin, belirli sıtma türlerinin önlenmesi ve tedavisi için kullanılan bir ilaçtır. Özellikle klorokine cevap veren sıtma için kullanılır. Diğer kullanım alanları arasında romatolojik ve dermatolojik hastalıklar bulunur.

Diğer ilaçlar gibi hidroksiklorokinde çeşitli yan etkilere sahiptir. Oküler, hematolojik, dermatolojik bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Göz ile ilgili yan etkisi en ciddi olanıdır. Duruma göre 6 ay ile 5 yıl arasında değişen aralıklarda göz muayenesi yapılmaktadır. Zira retinada birikebilmektedir. Retinopati ciddi bir komplikasyondur. Myopati, ritm bozukluğu diğer önemli yan etkilerdir. Deri pigmentasyonu da gelişebilir. Ayrıca makülopapüler, püstüler lezyonlar da gelişebilmektedir.COVID-19 enfeksiyonları için deneysel bir tedavi olarak

kullanılmaktadır(1, 2). Olgumuzda Sjögren tanısı almış ve tedavi amacıyla hidroksiklokin başlanmış hastada olan alerjik reaksiyonu sunmayı amaçladık.

2. OLGU

64 yaşında kadın hasta yaklaşık 2 ay önce ara ara olan kuru öksürük, kaşıntı, ağız ve göz kuruluğuyakınmaları ile romatoloji polikliniğine başvurdu. Hastanın yapılan muayenesinde tansiyon arteryel: 110/70 mmHg, ateş : 37, nabız: 75/dk idi.

Göz kuruluğu nedeniyle yapılan schirmer sağ ve sol gözde sırasıyla 3/4 mm değerindeydi. Cilt ve dil kuruluğu dışında sistemik muayenesi normaldi. Yapılan tükrük bezi biyopsisi grade 4 olup sjögren ile uyumluydu.Hastaya tanı konularak hidroksiklorokin 200mg 1x1 tablet başlandı. Hasta medikal tedaviye başladıktan sonra 1-2 hafta içinde giderek artan kızarık ve kaşıntılı lezyonlar nedeniyle tekrar polikliniğimize başvurdu.

Fizik muayenesinde baş, gövde ve ekstremitelerde olan ciltten kabarık, eritemlilezyonlar(resim 1ve 2) dışında patolojik bulgusu yoktu. Bakılan laboratuvar değerlerinde biyokimya, hemogram değerleri normal sınırlardaydı(Tablo 1). Hidroksiklorokin dışında başka ilaç kullanımı olmayan hastanın rutin hayatında kullandığı sabun, şampuan, deterjan gibi malzemelerde de son zamanlarda değişiklik yoktu. Hasta dermatolojiye konsülte edildi. Dermatoloji tarafından cilt biyopsisi yapıldı ve ilaç erüpsiyonu düşünüldü.

Hastanın kullandığı Hidroksiklorokin kesilip antihistaminik ve metilprednisolon 80mg 1x1 intravenöz tedavisine geçildi. Hastanın lezyonları verilen tedavi ile gerileme gösterdi. Hasta antihistaminik ve düşük doz metilprednisolon ile taburcu edildi.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

Resim-1. Sırtta eritemli lezyonlar.

Resim-2. Karın cildinde eritemli ve ciltten kabarık lezyonlar

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sjögren hastalığı kronik inflamatuar bir hastalıktır. En sık romatoid artrit hastalığına eşlik etmektedir. Özellikle kadın hastalarda sıktır. Etiyolojik sebebi bilinmemektedir. En sık suçlanan viral ajanlar arasında hepatit C virüsü olduğunu belirtebiliriz.

Ağız ve göz kuruluğu ile seyretmektedir. Ağız kuruluğu özellikle katı gıdalara karşı olmaktadır. Göz kuruluğunda hastanın gözlerinde yanma ve batma varlığı sorgulanmaktadır. Göz kuruluğunu değerlendirmek için schirmer testi ve yeni boyalarla değerlendirme yapılmaktadır.

Sjögren hastalığında solunum yolu da etkilenebilmektedir. Hava yolu hastalığı yada parankim hastalığı görülebilir. Kuru öksürük, nefes darlığına kadar pek çok semptoma neden olabilmektedir. Dolayısıyla hastalar zaman zaman solunum yolunun spirometri, akciğer grafisi gibi tetkiklerle taranmalıdır.

Sjögren hastalığında cilt belirtileri ve bulguları görülebilmektedir. Pernio, hipokomplemantemik ürtikeryal vaskülit, raynoud fenomeni gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Sjögren hastalığında hematolojik tutulum olabilmektedir. Özelikle trombositopeni görülebilmektedir. Lenfoma gelişebilmektedir.

Sjögren tedavisinde de anti-romatizmal ilaçlar kullanılabilmektedir(Tablo-3).

Hidroksiklorokin, Covid-19 süreciyle daha fazla tanınmış olup romatolojik alanında çok kullanılan bir immünmodülatördür. Yan etkilerine bakacak olursak en korktuğumuz yan etkisi uzun süreli kullanımda geri dönüşümsüz retinopati yapmasıdır. Bu yüzden aralıklı olarak görme alanı bakılmaktadır. Ek olarak hemoliz, dermatolojik olarak alopesi, cilt döküntüleri, karaciğer fonksiyon bozukluğu, miyopati, kulak çınlaması, ekg'de QT uzaması gibi yan etkileri mevcuttur. Covid-19 pandemisiyle covid-19 hastalarında da bazı merkezlerde kullanılan bu ajanın yan etkilerinin takip edilmesi gelişebilecek yan etkiler açısından son derece önemlidir.

Tablo-1. Hastanın Laboratuvar bulguları.

Parametre	***25/12/2020***
WBC*	7,64x10³/uL
NEU*	4,28x10³/uL
HGB*	12,6/uL
PLT*	172x10³/uL
ÜRE*	19,3 mg/dL
CREA*	0,92 mg/dL
AST*	35 U/L
ALT*	29 U/L
CRP*	8 mg/L
ESR*	35 mm/saat

*WBC:lökosit, NEU: nötrofil, HGB: hemoglobin, PLT: trombosit, Crea: kreatinin, AST: Aspartat Aminotransferaz, ALT: Alanin aminotransferaz, CRP: C-reaktif protein, ESR: Eritrosit sedimentasyon hızı.

Tablo-2. Hidroksiklorokin Tedavisi Sırasında Yapılması Gereken Laboratuvar Testleri

Parametre	**İzlem**
Gebelik testi	Gebelikte ve emzirme döneminde kullanılabilir(Hekim kontrolünde)
Karaciğer enzimleri	2 hafta içinde kontrol edilip sonrasında 1-3 ayda bir
Böbrek fonksiyonları	1-3 ayda bir
Tam kan sayımı	2 hafta içinde kontrol edilip sonrasında 1-3 ayda bir

Tablo-3. Başlıca ilaçlar

BAŞLICA FARMAKOLOJİK AJANLAR
HİDROKSİKLOROKİN
METOTREKSAT
STEROİD
MİKOFENOLAT MOFETİL
SİKLOFOSFAMİD
SULFASALAZİN
LEFLUNOMİD
NSAII
RİRUKSİMAB

***NSAII: NONSTEROİDAL ANTİ-ENFLAMATUAR İLAÇLAR**

KAYNAKÇA

1) Smit M, Marinosci A, Agoritsas T, Ford N, Calmy A. Prophylaxis for COVID-19: a systematic review.
Clin Microbiol Infect. 2021 Jan 18:S1198-743X(21)00040-9. doi: 10.1016/j.cmi.2021.01.013.
2) Ou T, Mou H, Zhang L, Ojha A, Choe H, Farzan M.Hydroxychloroquine-mediated inhibition of SARS-CoV-2 entry is attenuated by TMPRSS2. PLoS Pathog. 2021 Jan 19;17(1):e1009212. doi: 10.1371/journal.ppat.1009212.

KOMADAKİ HASTADA AMANTADİN SÜLFAT KULLANIMI : OLGU SUNUMU

Ahmet Atlas[1]

[1] Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD.

ORCID ID: 0000-0001-5999-0510

ÖZET

Amantadin, N-methyl-D-aspartate antagonist özelliği ile dopaminerjik etki gösteren bir ajandır. Dopaminerjik ajanlar; psikiyatrik hastalıkların tamamlayıcı, Parkinson Hastalığı ve bilinç bozuklukları tedavisinde ve influenza profilaksisinde başarıyla kullanılmaktadır. Bu olgu sunumunda nedeni tam olarak belirlenemeyen komadaki bir hastaya başlanan amantadin infüzyonun etkisini sunmak istedik. 29 yaşında erkek hasta viral ensefalit ön tanısı ile yoğun bakım ünitemize sevk edildi. Özgeçmişinde bir özellik yoktu. Vital bulguları N:117/dk KB: 128/68 mmHg, ateş: 38.4 O2 sat:%95 ve fizik muayene bulgusu; Şuuru konfüze, sözel uyarı ile göz açıyor ancak emirlere uymuyor idi. Yoğun bakım ünitesinde tonik–klonik nöbet geçirmesi üzerine hastaya sedasyon ve antiepileptik tedavi başlandı ve entübe edildi. Asiklovir, seftriakson ve vankomisin antibiyotikleri başlandı. Yapılan lomber ponksiyonda; Glukoz: 79 LDH: 19 PROTEİN: 60.8, kültürde üreme görülmedi. Çekilen EEG de: orta dercede ensefelopatik tutulum tespit edildi. Kliniğinin düzelmemesi nedeniyle 3 gün sonra tekrar LP yapıldı. Glukoz: 68 LDH: 23, Proten: 44 olarak bulundu. Yoğun bakıma yatışının 10. Gününde bilincinde düzelme olmaması üzerine Amantadin sülfat 1x200 mg 4 saat lik infüzyon başlandı. Tedavinin 4. günü GKS: 9 olan hastanın spontan göz açması görüldü. 5. günü GKS:10 olan hastanın şuuru açıldı. Tedavinin 7. Günü şuuru açılan emirlere uyan hasta ekstübe edildi. Amantadin tedavisi 10 gün verildi. Antibiyotik tedavisi tamamlandıktan sonra genel durumu iyi vital bulgular stabil ve GKS:15 olarak taburcu edildi.

Anahtar Kelimeler: Amantadin, yoğun bakım, bilinç bozukluğu

GİRİŞ

Amantadin sülfat, parkinson hastalığı tedavisinde de kullanılan antiviral bir ajandır. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte dopaminerjik reseptor sayısını arttırıp, sinaptik aralıktan dopamin geri alımını engelleyerek ve veziküllerden dopamin sekresyonunu arttırarak etki gösterdiği düşünülmektedir. Amantadin sülfat, N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptör antagonistik etkinliğine ya da dopaminerjik etkileri nedeniyle ortaya çıkan noroprotektif özelliklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir (2). Dopaminerjik ajanlar; influenza profilaksisi, psikiyatrik hastalıkların tamamlayıcı tedavisi, Parkinson Hastalığı tedavisi ve bilinç bozuklukları tedavisinde başarıyla kullanılmaktadır (3). Bu sunumda, komadaki bir hastada amantadin sülfat infüzyonu sonrasında bilinç bozukluğunda iyileşme olan hastanın sunulması amaçlanmıştır.

OLGU SUNUMU:

29 yaşında erkek hasta karın ağrısı ve ishal nedeniyle acil servise başvuruyor. Yapılan tetkikler sonucunda kolit tanısı konuluyor ve tedavisi düzenleniyor. 5 gün sonra acil servise ateş nedeniyle başvuran hasta, tonik klonik nöbet geçiriyor. Fenitoin yükleme dozu yapılıyor. Bilinç bulanıklığı, hemiparezi, genel durum bozukluğu ve ateş görülen hastaya kranial MR çekiliyor. Acil serviste çekilen Kranial MR; bilateral yaygın ödem eşliğinde her iki temporal lobta solda belirgin olmak üzere kontrast tutulumu saptanıyor. Viral Ensefalit ön tanısıyla yoğun bakım ünitemize sevk edildi. Özgeçmişinde bir özellik yoktu. Vital bulguları N:117/dk KB: 128/68 mmHg, ateş: 38.4 O2 sPO2:%95 ve fizik muayene bulgusu; Şuuru konfüze, sözel uyarı ile göz açıyor ancak emirlere uymuyor, GKS:9 idi. Yoğun bakım ünitesinde takip edilirken tekrar tonik –klonik nöbet geçirmesi üzerine midazolam yapıldı. Antiepileptik tedavi başlandı. Nöbetinin devam etmesi üzerine hasta entübe edildi. Asiklovir ve seftriakson antibiyotikleri başlandı. Ateşinin devam etmesi üzerine tedavisine Vankomisin eklendi. Bk:16.890 /mm3 ,ast/alt: 63/70 PLT:55.000 . göz dibi muayenesi normal olunca hastaya LP yapıldı. Glukoz: 79 LDH: 19 PROTEİN: 60.8, kültürde üreme görülmedi. Çekilen EEG de: orta dercede ensefelopatik tutulum tespit edildi. Nöroloji uzmanı tarafından depakin başlanmıştı. Sedasyon (propofol ve midazolam)altında olmasına rağmen nöbet geçirmesi üzerine depakin dozu artırıldı, keppra eklendi. MR anjio ve venografi çekildi, normal olarak bulundu. Ateşinin devam etmesi üzerine seftriakson kesildi, meronem başlandı. BOS kültüründe üreme tespit edilmemesi ve kliniğinin düzelmemesi nedeniyle 3 gün sonra tekrar LP yapıldı. Glukoz: 68 LDH: 23, Proten: 44 olarak bulundu. Kontrol çekilen kranial MR: sol

frontal ve parietal menikslerde sağa oranla asimetrik kontraslanma ve kalınlaşma tespit edildi. Kontrol EEG de yine orta derecede ensefalopatik tutulum izlendi. Yoğun bakıma yatışının 10. Gününde bilincinde düzelme olmaması üzerine Amantadin sülfat((PK-Merz (Merz Pharmeuticals®, Franfurt,Almanya) 1x200 mg 4 saat lik infüzyon başlandı. Tedavinin 4. günü GKS: 9 olan hastanın spontan göz açması görüldü. 5. günü GKS:10 olan hastanın şuuru açıldı. Tedavinin 7. Günü şuuru açılan emirlere uyan hasta ekstübe edildi. 10 gün amantadin tedavisi devam edildi. Antibiyotik tedavisi 21 güne tamamlandı. Antibiyotik tedavisi tamamlandıktan sonra genel durumu iyi vital bulgular stabil ve GKS:15 olarak taburcu edildi.

TARTIŞMA

Santral sinir sistemindeki nörotransmitter sistemlerinden olan glutamaterjik sistem uyanıklığı baskılar. Glutamat antagonisti olan amantadin, glutamaterjik yolu kullanarak hedef nöronda NMDA-ilişkili kalsiyum kanal bağımlı postsinaptik membran uyarımının azalmasına yardımcı olarak uyanıklığı arttırır (4). Bu özelliklerinden dolayı amantadin, Parkinson Hastalığının şiddetli ve yaşamı tehdit eden vakalarında ve belirtilerin akut alevlenmesi sırasında acil ve yoğun bakım tedavisi olarak ve uyanıklığı ve duyusal algıyı arttırmak amacıyla (değişik kaynaklı koma hastalarında ek tedavi ajanı olarak; travmatik beyin hasarı/ ameliyat anestezi sonrası uyanma ve benzeri durumda) kullanılır.

Amantadin travmatik beyin yaralanmalarından (TBY) sonra gelişen uzun süreli bilinç bozukluklarında fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırdığı için en çok kullanılan ilaçtır (5). Amantadinin TBY'de kullanımı ile ilgili bir çok çalışma vardır (6-9). Giacino ve ark.'ının (5) 184 vakalık TBY serisinde amantadinin posttravmatik bilinç bulanıklığı bozukluklarında fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırdığı belirtilmektedir. Sawyer ve ark(10), yaptıkları meta analiz çalışması ile 200-400 mg/gün amantadin tedavisinin TBY hastalarında uyanıklık ve bilinç düzeyinde iyileşmeyi hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Akut inme hastalarında kullanımını destekleyen çalışmalar da mevcuttur. Krivanus ve ark(11), akut inme hastalarında 10 gün boyunca 200 mg/gün amantadin sülfat tedavisinin klasik tedaviye ek olarak kullanılmasının nörolojik defisit oluşumunu azalttığını göstermişlerdir. Wu ve ark. (12) vaka raporlarında ventriküler fibrilasyon nedeniyle arrest olan ve 20-25 dk. sonra spontan dolaşımı gelen hastanın yatışının 11-22. günleri arasında amantadin sülfat infüzyonu aldığını ve 22. günde hastanın yardımla ayağa kalkabildiğini yayınlamışlardır. Değişik kaynaklı bilinç bozukluklarında zolpidem, baklofen ve amantadin gibi santral sinir sistemi stimülanı ilaçların dramatik iyileşmeler sağladığı gösterilmiştir (13). Bizim hastamızda ise tetkiklerle

desteklenemeyen şüpheli meningoensefalit tanısı mevcuttu ve hasta 10 gün boyunca koma tablosundaydı. Bu süre zarfında geniş spektrumlu antibiyotik tedavisi de almaktaydı. Hastanın bilinç düzeyinde iyileşme olmadığı için amantadin sülfat infüzyonu başlandı. Tedavinin etkinliği, 4. günden itibaren nörolojik bulguların düzelmesi ve tedavinin 7. gününde tam nörolojik iyileşme ile klinik olarak gözlemlendi.

Sonuç

Amantadin, değişik kaynaklı koma hastalarında iyileşmeyi hızlandırdığı ve arttırdığı için standart tedaviye eklenebilir. Tedaviye başlarken hastada ileri derecede kalp yetmezliği, kalpte iletim bozuklukları ve böbrek yetmezliği olmamasına dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

1. Horvath K, Aschermann Z, Komoly S, Kovacs A, Kovacs N. Treatment of tardive syndromes. Psychiatr Hung 2014;29:214-4.

2. Uitti RJ, Rajput AH, Ahlskog JE, Offord KP, Schroeder DR, Ho MM, et al. Amantadine treatment is an independent predictor of improved survival in Parkinson's disease. Neurology 1996;46:1551-6.

3.Wu ST, Garmel MG. Improved neurological function after amantadine treatment in two patients with brain injury. J Emerg Med 2005; 28: 289-92.

4. Saniova B, Drobny M, Kneslova L, Minarik M. The outcome of patients with severe head injuries treated with amantadine sulphate. J Neurol Trans 2004; 111: 511-4.

5. Giacino JT, Whyte J, Bagiella E, Kalmar K, Childs N, Khademi A, et al. Placebo-controlled trial of amantadine for severe traumatic brain injury. N Engl J Med 2012; 366: 819-26.

6. Tenovuo O. Pharmacological enhancement of cognitive and behavioral deficits after traumatic brain injury. Curr Opin Neurol 2006; 19: 528-33.

7. Neurobehavioral Guidelines Working Group, Warden DL, Gordon B, McAllister TW, Silver JM, Barth JT, et al. Guidelines for the pharmacologic treatment of neurobehavioral sequelae of traumatic brain injury. J Neurotrauma 2006; 23: 1468-501.

8. Napolitano E, Elovic EP, Qureshi AI. Pharmacological stimulant treatment of neurocognitive and functional deficits after traumatic and non-traumatic brain injury. Med Sci Monit 2005; 11: 212-20.

9. Kraus MF, Smith GS, Butters M, Donnell AJ, Dixon E, Yilong C, et al. Effects of the dopaminergic agent and NMDA receptor antagonist amantadine on cognitive function, cerebral glucose metabolism and D2 receptor availability in chronic traumatic brain injury: a study using positron emission tomography (PET). Brain Injury 2005; 19: 471-9.

10. Sawyer E, Mauro LS, Ohlinger MJ. Amantadine enchancement of arousal and cognition after traumatic brain injury. Ann Pharmacother 2008; 42: 247-52.

11. Krivonos OV, Amasova NA, Smolentseva IG. Use of the glutamate NMDA receptor anatagonist PK-Merz in acute stroke. Neurosci and Behav. Physio 2009; 40: 72-4.

12. Wu ST, Garmel GM. Improved neurological function after amantadine treatment in two patients with brain injury. J Emerg Med 2005; 28: 289-92.

13. Pistoia F, Mura E, Govoni S, Fini M, Sara M. Awakenings and awareness recovery in disorders of consciousness:is there a role for drugs? CNS Drugs 2010; 24: 625-38.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

VETERİNER HEKİMLİĞİNDE ATIK YÖNETİMİ VE MEVZUATI

Doktora Öğr. Hasan Ziya İÇÖZ [1], Prof. Dr. Aşkın YAŞAR [2]

[1] Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-5661-0372

[2] Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-8641-6207

ÖZET

Dünya nüfusunun hızla artışı ve sanayi devriminin etkisiyle birlikte artan çevre sorunları, hava kirliliği, küresel ısınma, afetler, salgın hastalıklar ve zoonoz hastalıklar gibi dünya üzerinde canlı yaşamını tehdit eden birçok problemi de beraberinde getirdi. Üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan atıklar, çevre sorunlarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Atıklar içerisinde tıbbi atıklar, çevredeki diğer canlıları da enfekte edebilecek materyaller içerebileceğinden oldukça önemli bir konumdadır.

Bu çalışmada veteriner hekimliği alanına ilişkin atık yönetimi mevzuatının ve tıbbi atıkların oluşturduğu sorunlar ile bu sorunları ortadan kaldırabilmek için uygulanan atık yönetiminin değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmada resmî gazete, bazı kamu kurumlarının oluşturduğu istatistik bültenleri ile yayımları tarandı ve konuyla ilgili literatür çerçevesinde değerlendirildi.

Türkiye'nin çevre koruma ve atık konusunda cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren çalışmalarda bulunduğu ve zaman içerinde mevzuatta geniş ve kapsamlı olarak yer verdiği belirlendi. Tıbbi atık yönetimi konusunda kayıt tutma ve istatistiki veri oluşturmanın önemli olduğu, bu konuda gerekli çalışmaların yapıldığı saptandı. Muayenehane, poliklinik ve hayvan hastanesi gibi veteriner sağlık kuruluşları, veteriner fakülteleri, deney ve araştırma merkezleri ile veteriner kontrol / araştırma enstitülerinde atık sınıflandırmaları arasında yer alan evsel, enfekte, patolojik, kesici-delici, farmasötik, gentatoksik ve kimyasal atık gibi atık türlerinin tamamı oluşurken; hayvan çiftlikleri, mezbahalar, hayvansal ürün işleme tesisleri, hayvan barınakları, veteriner tıbbi ürün üreten kuruluşlar ve hayvanat bahçelerinde atık türlerinden bir kaçının oluştuğu görüldü. Ancak, veteriner hekimliği alanında tıbbi atık ile ilgili kayıt tutma ve istatistiki veri oluşturma konusunda yeterli çalışma yapılmadığı belirlendi.

Sonuç olarak, çevre ve atık problemlerinin çözümünde konuyla ilgili kurum ve kuruluşların birlikte çalışması gerektiği; veteriner hekimliğin farklı hizmet alanlarında kayda değer düzeyde tıbbi atık üretildiği göz önünde bulundurulduğunda çevre ve halk sağlığı açısından tıbbi atık ile ilgili kayıt tutma ve istatistiki veri oluşturulması konusunda da detaylı çalışmalar yapılması gerektiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Atık, atık mevzuatı, atık yönetimi.

WASTE MANAGEMENT AND LEGISLATION IN VETERINARY MEDICINE

ABSTRACT

The rapid increase in the world population and the increasing environmental problems with the effect of the industrial revolution have brought many problems that threaten the life of the world such as air pollution, global warming, disasters, epidemics, and zoonotic diseases. Wastes generated as a result of production and consumption activities constitute a large part of environmental problems. Medical wastes are in a very important position among wastes, as they may contain materials that can infect other living things in the environment.

In this study, it was aimed to evaluate the problems caused by the waste management legislation and medical wastes in the field of veterinary medicine and the waste management applied to eliminate these problems.

In the study, the official gazette, statistical bulletins, and publications created by some public institutions were examined and evaluated within the framework of the relevant literature.

It was determined that Turkey has been in operation since the early years of the republic on environmental protection and waste and over time Turkey has included extensive and comprehensive legislation in this matter. It was determined that keeping records and creating statistical data on medical waste management is important and necessary studies have been carried out in this regard. While all types of waste such as domestic, infected, pathological, cutting-piercing, pharmaceutical, gentatoxic and chemical wastes, which are among the waste classifications in veterinary health institutions such as clinics, polyclinics and animal hospitals, veterinary faculties, experiment and research centers, and veterinary control/research institutes, are formed; It has been observed that several types of waste have been generated in animal farms, slaughterhouses, animal product processing facilities, animal shelters, establishments producing veterinary medicinal products, and zoos. However, in the field of veterinary medicine, it was determined that there was not enough work done on record keeping and creating statistical data on medical waste.

As a result, it can be said that the relevant institutions and organizations should work together in solving environmental and waste problems; Considering that a significant level of medical waste is produced in different service areas of veterinary medicine, it can be said that detailed studies should be carried out on record keeping and creating statistical data on medical waste in terms of environment and public health.

Keywords: Waste, waste legislation, waste management.

GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılın ilk çeyreğini bitirmeye yaklaştığımız günlerde, küreselleşen ve gelişen dünyada çevre sorunları çok daha önemli bir noktaya geldi. Sanayi devrimi ile insanların doğayı hızla tahrip ve talan etmesi; hava kirliliği, küresel ısınma, afetler, salgın hastalıklar ve

zoonoz hastalıklar gibi dünya üzerinde canlı yaşamını tehdit eden birçok sorunu beraberinde getirdi.

İnsanların gündelik aktiviteleri ve önlenemez tüketim tutkusu sonucunda ortaya çıkan atıklar, çevre sorunlarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Atıklar üretimden ortadan kaldırma işlemi yapılana kadar çevre ve insan ile doğrudan etkileşim içindedir. Yapısı ve içeriği ile çevre sağlığına ve doğaya çok önemli olumsuz etkileri vardır (Çobanoğlu ve Aydoğdu, 2015).

Tıbbi atıklar, çevredeki diğer canlıları da enfekte edebilecek bulaşıcı materyaller içerebileceği için atıklar içerisinde önemli bir yer tutar. Tıbbi atıkların bu sayılan özelliklerinden dolayı çevreye ve insan sağlığına zarar verecek şekilde dış ortama bırakılması engellenmelidir (Çobanoğlu ve Aydoğdu, 2015).

Atık konusunun hem ulusal hem de uluslararası politikalarla yönlendirilmesi gerekir. Zaman içinde insanoğlu bunun farkına varmış ve birliktelik içinde olduğu tüm topluluklarda bu konuyu ele almıştır. Nitekim gerek Birleşmiş Milletler, gerekse Avrupa Birliği içerisinde ele alınan atık konusu, bu toplulukların üyelerine bazı yükümlülükler getirmiştir (Kalyoncu, 2005).

Tüm bunlar göz önüne alındığında atık sorununun sadece çevresel ve insani bir sorun olmadığı, aynı zamanda yönetim çevreleri, politika uygulayıcıları ve yürütücüleri açısından da çok fazla önem verilmesi gereken bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016).

Veteriner hekimliği alanında genel olarak atık ve özel olarak tıbbi atık problemleri incelenmesi gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çerçevede; çalışmada Türkiye'de veteriner hekimliği alanına ilişkin atık yönetimi mevzuatının ve tıbbi atıkların oluşturduğu sorunlar ile bu sorunları ortadan kaldırabilmek için uygulanan atık yönetiminin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmada resmî gazete, bazı kamu kurumlarının oluşturduğu istatistik bültenleri ile yayımları tarandı ve konuyla ilgili literatür çerçevesinde değerlendirildi.

ATIK

İnsanların günlük yaşamlarındaki faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yararsız, kullanım dışı kalan ve çevreden uzaklaştırılması gereken her türlü madde atık olarak tanımlanır (Anon, 2020b).

TDK (2020) ise atığı, *"Ev, hastane, fabrika gibi yerlerde üretimden tüketime kadar olan tüm aşamalarda ortaya çıkan kullanıcının işine yaramayan ve çevre için risk oluşturan her türlü madde"* olarak tanımlar.

Atık kavramı ilk kez mevzuatta Çevre Kanunu'nda (Resmi Gazete (RG), 1983) kendine yer bulmuş ve "*Herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan veya bırakılan zararlı maddeler."* ,Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde (RG, 2015) ise "*Üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu herhangi madde veya materyal."* şeklinde tanımlanmıştır.

Atıkların Sınıflandırılması

Atıklar oluşum nedenlerine ve kaynağına göre sınıflandırılması aşağıda sırasıyla verildi.

Oluşum nedenlerine göre atıklar (Özerol, 2005):

Birinci Sınıf: İstenmeyen, istemeden oluşan, oluşması engellenemeyen ve bir amacı olmayan nesneler. Örnek olarak: Yararsız yan ürünler, emisyonlar, temizleyici atıkları, işlem ve yöntem atıkları vb.

İkinci Sınıf: Amacını tamamlayan ve kullanıldıktan sonra yararsız hale gelen nesneler. Örnek olarak: Ambalaj malzemeleri, tek kullanımlık kameralar, kullanıldıktan sonra atılan çocuk bezleri gibi tek kullanımlık ürünler vb.

Üçüncü Sınıf: Yapılarındaki bir kusurdan dolayı, artık amacına uygun çalışmayan nesneler. Örnek olarak: Modası geçmiş ürünler, eski mobilyalar, ıskartaya çıkmış cihazlar, şarj edilemeyen aküler, bina yıkım atıkları vb.

Dördüncü Sınıf: Üretim amacına göre işlev yapan, ancak sahibinin ıskartaya çıkardığı veya istemediği nesneler. Örnek olarak: Çalıntı, fazla kullanılan, talepten fazla üretilen, sahibi tarafından istenmeyen ürünler vb.

Kaynağına göre atıklar (Anon, 2020a):

Evsel Atıklar

İnşaat(Hafriyat) Atıkları

Tehlikeli Atıklar

Tıbbi Atıklar

Ambalaj Atıkları

Atık Pil ve Akümülatörler

Atık Yağlar

Ömrünü Tamamlamış Lastikler

Ömrünü Tamamlamış Araçlar

Elektronik Atıklar

Tıbbi atıkların sınıflandırılması

Atık Yönetimi Yönetmeliğine (RG, 2017) göre tıbbi atıklar, *"Sağlık Kuruluşlarından Kaynaklanan Atıklar"* başlığı altında üç bölüme ayrılmıştır. Bunlar:

1. Enfeksiyöz Atıklar: Enfeksiyöz ajanların yayılmasını önlemek için toplanması ve imhası gereken atıklardır. Örnek olarak, laboratuvar atıkları, hücre kültürleri, enfekte vücut

sıvıları, serolojik atıklar, kan ve kan ürünleri, kullanılmış serviyet ve kıyafetler, enfekte hava filtreleri, enfekte deney hayvanı parçaları ve kullanılan kontamine aletler.

2. Patolojik Atıklar: Anatomik atık dokular, organ ve uzuvlar ile operasyon sırasında ortaya çıkan vücut sıvılarıdır. Örnek olarak, operasyon salonu, morg, otopsi salonu gibi yerlerden kaynaklanan organik atıklar ve kobay leşleri.
3. Kesici ve Delici Atıklar: Kesme, delme, batma ve sıyrık yaralarına yol açabilecek olan atıklardır. Örnek olarak, kanül, bistüri uçları, lam ve lamel ve cam aletler.

Tıbbi atıkların toplanması ve bertarafı

Tıbbi atıklar toplanırken, planlı hareket edilmeli, gerekli eğitimi almış olan personel atığı toplamalı, atıkları taşımak için uygun araç tahsis edilmeli ve uygun bertaraf yöntemi seçilmelidir. Atıklar, türlerine ve ortaya çıktığı kaynaklara göre kategorilere ayrılmalı ve her kategori için belirlenen farklı renklerde plastik torba ya da kaplar içinde toplanmalıdır (Özerol, 2005). Özerol'un (2005) belirttiği tıbbi atık türlerine göre toplama prensipleri Tablo 1'de özet olarak sunuldu.

Tablo 1. Tıbbi atık türlerine göre toplama prensipleri

Atık Türü	Atık Örnekleri	Toplanması Gereken Materyal
Düzenli atıklar	Boş ilaç şişeleri, giysiler, çocuk bezleri, eldivenler, drenaj sondaları, hasta eşyaları, bez ve peçeteler	Siyah poşetlerde toplanır.
Enfeksiyöz atıklar	Patolojik ve anatomik atıklar, kan tüpleri, sondalar, kan tüpleri, kanlı giysiler, kan ve diğer vücut sıvıları ile kontamine cam ve plastik şişeler, kan ve diğer vücut sıvılarını almada kullanılan setler	Sarı veya kırmızı renkli, dayanıklı, su sızdırmaz, üzerinde dikkat tıbbi atık simgesi olan plastik torba, poşet veya kaplarda toplanır.
Kesici-delici aletler	İğne, enjektör, bistüri, ustura, boş şırıngalar, tüpler, içinde ilaç kalıntısı olan bu tür nesneler, trokarlar, ameliyatta kullanılan kesici aletler, endoskopide kullanılan araçlar	Üzerinde kesici alet simgesi olan, delinmeye dayanıklı toplama kabında toplanır. Gerekirse, ayak pedallı büyük kaplar kullanılmalıdır.
Farmasötik atıklar	Tarihi geçmiş tabletler, kapsüller, sıvı-toz-krem veya losyonlar, göz damlaları, uyuşturucu kalıntıları veya atıkları, kontrole tabi ilaçlar; vücuda yapıştırılan ilaçlı nesneler	Kahverengi, mavi veya beyaz kutularda plastik torba veya kaplarda toplanır.
Radyoaktif atıklar	Eser miktarda atık içeren, boş tüpler, şişeler, şırıngalar, eldivenler, maskeler, ilaç şişeleri, yastıklar, gecelik giysiler, temizlik bezleri	Üzerinde radyoaktif madde sembolü etiketlenmiş, sarı kaplar veya kurşunlu kutularda toplanır

Tıbbi atıklar, çevre ve halk sağlığı için büyük bir tehlike arz etmektedir. Bu tehlikeler atıkların toplanıp bertaraf edilme aşamalarında yeni atıklar oluşturabildiği için daha büyük önem kazanmaktadır (Çobanoğlu ve Aydoğdu, 2015).

Tıbbi atıklar genellikle, sterilize edilerek depolama (Isıl yöntem, kimyasal yöntem, ışınlama yöntemi, biyolojik yöntem) ve yakma işlemleri ile bertaraf edilir (RG, 2015).

Atık Yönetimi ve Atık Yönetimi Hiyerarşisi

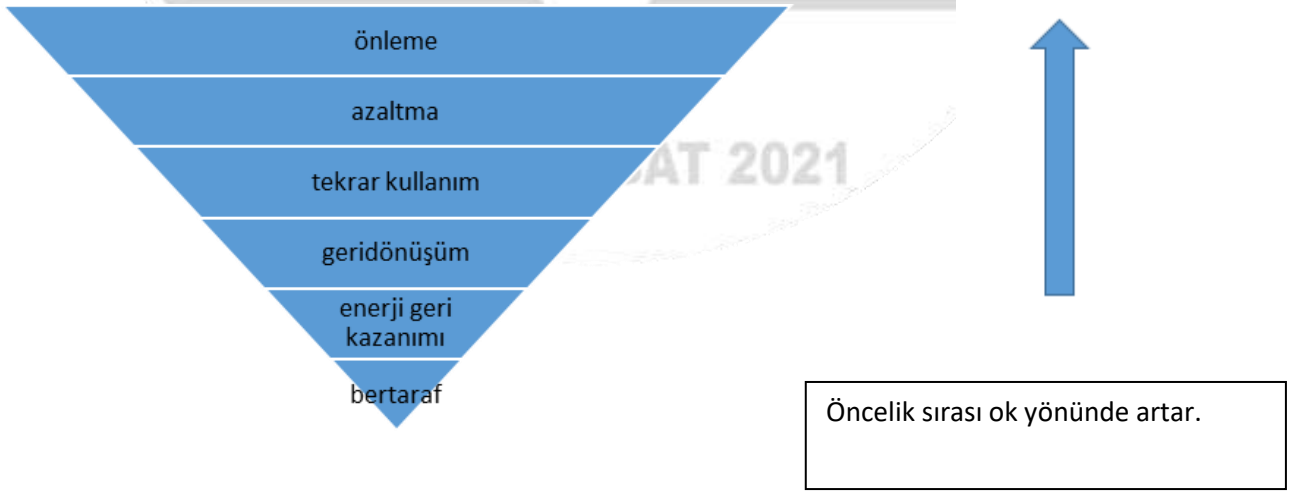
Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne (RG, 2015) göre, atık yönetimi; *"Atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini kapsar*." şeklinde tanımlanır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), 2016 yılında hazırlanan Atık Yönetimi Eylem Planı ile ülkenin atık yönetimini şu şekilde belirledi (ÇŞB, 2016): *"Evsel, tıbbi, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların minimizasyonu, kaynağında ayrı toplanması, ara depolanması, gerekli olduğu durumda atıklar için aktarma merkezleri oluşturulması, atıkların taşınması, geri kazanılması, bertarafı, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi ile kapatma, kapatma sonrası bakım, izleme, kontrol süreçlerini içeren bir yönetim biçimidir."*

Atık yönetiminin en temel prensibi, halk sağlığına ve çevreye zarar vermeden, en faydalı ve en ekonomik yol kullanılarak atıkların toplanması, ayrıştırılması, geri dönüşüme kazandırılması ve güvenli bertaraf edilmesidir (Özerol, 2005).

Atık yönetiminin temel taşını *'Atık Yönetimi Hiyerarşisi'* oluşturur. Bu prensip (Şekil 1) atık yönetimi stratejisinin çevresel etkilere göre sıralanmasıdır (Anon, 2020c).

Şekil 1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi



Halk Sağlığı Açısından Tıbbi Atık Yönetimi

Bireysel temizliğin yeterli olmadığı ve atık yönetimi uygulamalarının yetersiz olduğu ikinci ve üçüncü dünya ülkelerinde bu sıkıntıların etkileri insan ve çevre sağlığı üzerinde açıkça görülmektedir (Gündüzalp ve Güven, 2016).

Atıklar fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileriyle çevre ve insan sağlığına oldukça yüksek zarar verir. Bu zarar düşünüldüğünde; neden atık yönetiminin sistematik bir şekilde uygulanması gerektiği görülebilir. Atık yönetimi sistematiği; atık yönetiminin temel unsurlarının nasıl bir bütünlük içinde ele alınması gerektiğini gösterir. Bu sistematik, atıkların sadece uzaklaştırılmasını değil hem çevre ve insan sağlığını koruyarak hem de katma değer katılarak ekonomik olarak kalkınmanın sağlanmasında önemli rol oynar (Gündüzalp ve Güven, 2016).

Çevre ve halk sağlığı açısından bakıldığında; sağlık kuruluşlarında ortaya çıkan atıklar, yalnızca bu çevrelerde sorun oluşturmaz aynı zamanda bütün çevreyi tehdit eder. Tıbbi atıklar genellikle belediye ekipleri tarafından toplanıp ortadan kaldırılmaktadır. Sağlık riskleri ancak insanlar bilinçlendirilip atık üretimi konusunda dikkatli olmaları sonucu ve bireysel olarak da atık yönetimine katkı sağlamaları sonucu ortadan kaldırılabilir. Ekonomik yönden değerlendirildiği zaman; atık oluşması üretimin de bir göstergesi olarak da görülebilir. Ancak doğadaki sınırlı kaynaklar tüketilmemeli, gelecek nesillerin de kullanabilmesi için korunmalıdır (Özerol, 2005).

Tıbbi Atık İstatistikleri

Atık Yönetimi Yönetmeliğinin getirdiği yaptırımlarla birlikte, yıllık tehlikeli atık beyanları atık üreticileri tarafından, ÇŞB Entegre Çevre Bilgi Sistemi içinde bulunan Atık Yönetim Uygulaması/Atık Beyan Sistemi'ne girilerek gerçekleştirilmektedir. Bu beyanlar doğrultusunda Tehlikeli Atık İstatistikleri Bülteni hazırlanır (ÇŞB, 2020).

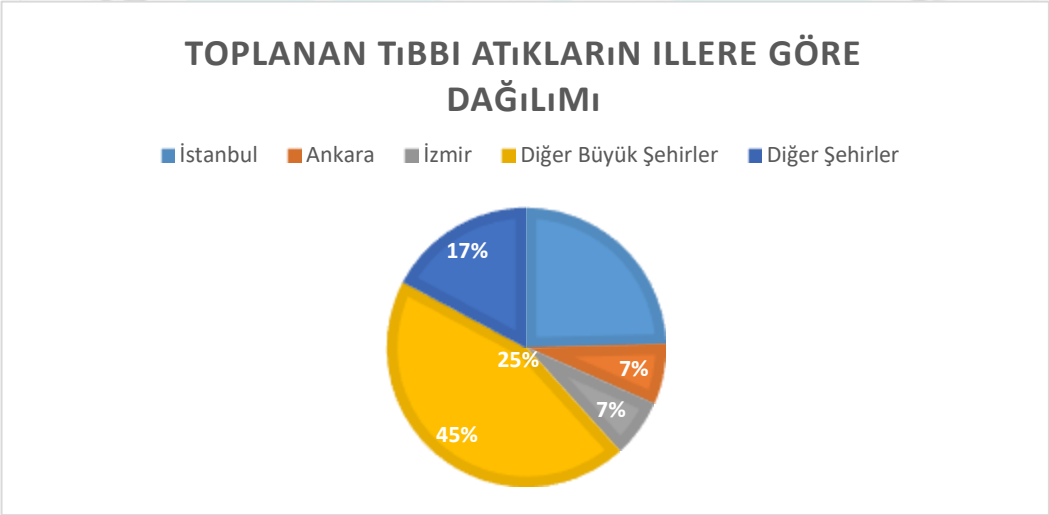
Avrupa Birliği ülkelerinde 2016 yılında yapılan istatistiki çalışmalara göre toplam 247 milyon ton atık üretilmiştir. Bu ülkelerden Almanya 52 milyon tonla zirvede yer alırken, Fransa 34 milyon ton, İngiltere 32 milyon ton, İtalya ise 30 milyon ton atık üretmiştir. Aynı yıl Türkiye'de üretilen atık miktarı 34 milyon tondur. 2006 yılındaki istatistiklerle karşılaştırıldığında Avrupa Birliği Ülkeleri on yıllık süre zarfında atık üretiminde %5'lik bir azalma gösterdiğini ancak aynı aralıkta Türkiye'de atık üretiminin %12 arttığı görülmüştür (Sayman, 2018).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nun 2020 Kasım ayında yayımladığı 2019 yılına ait tıbbi atık verilerinde (Şekil 2), bir önceki yıla göre %1,6 oranında bir artışla yıllık toplam 90.920 ton tıbbi atık üretimi olduğu bildirildi. (TÜİK, 2020).

Şekil 2. Türkiye'de Yıllara Göre Tıbbi Atık Üretimi (TÜİK, 2020)

Türkiye'de ortaya çıkan tıbbi atıkların büyük çoğunluğu otuz büyükşehirde çıkmakta; Birinci sırada İstanbul yer alırken, onu Ankara ve İzmir (Şekil 3) takip etmektedir (TÜİK, 2020).

Şekil 3. Toplanan Tıbbi Atıkların İllere Göre Dağılımı (TÜİK, 2020)



İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)'nin verilerine göre (İBB, 2020). İstanbul'da yer alan 750 sağlık kuruluşunda günlük toplam 77 ton tıbbi atık üretilmektedir. Bu tıbbi atıkların 60 tonu tıbbi atık sterilizasyon tesisinde steril edilip depolanmakta, 17 tonu ise tıbbi atık yakma tesisinde imha edilmektedir.

Türkiye genelinde oluşan tıbbi atıkların %91'i yakılarak bertaraf edilirken, %9'u sterilize edilerek depolanmaktadır (TÜİK, 2020).

Sayıştay'ın *"Türkiye'de Atık Yönetimi"* adlı raporunda (Sayıştay, 2007), evsel atıklar ve imalat sanayi atıkları ile ilgili olarak TÜİK tarafından yayımlanan verilerin olduğunu ancak, diğer atıklar konusunda herhangi bir veri bankasının henüz mevcut olmadığını bildirilmektedir.

TÜRKİYE'DE ATIK YÖNETİMİ VE MEVZUATI

Türkiye'de atık yönetimi ile ilgili mevzuat düzenlemeleri Cumhuriyetin ilk yıllarına kadar dayanmaktadır. 1930 tarihli 1580 sayılı *Belediye Kanunu* ve 1953 sayılı *Umumi Hıfzısıhha Kanunu* ile konuyla ilgili düzenlemeler yürürlüğe girdi. Bu kanunlarda atıkların toplanması, depolanması ve halk sağlığını koruma adına, alınması gereken önlemlerle ilgili maddeler yer aldı (Sayıştay, 2007).

Türkiye'de çevre koruma ve atık yönetimi ile ilgili temel mevzuat 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı *Çevre Kanunu*'dur. Kanun'da çevrenin korunması için ilke ve kurallar belirlendi ve bunlardan kimin/kimlerin sorumlu tutulacağı belirtildi. Kirleten öder prensibiyle mevzuata aykırı davranışlara uygulanacak cezalar bildirildi (RG, 1983).

Çevre Kanunu'na (RG, 1983) göre atık yönetiminden sorumlu kuruluşlar olarak; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Türk Standartları Enstitüsü, Belediyeler ve Dış Ticaret Müsteşarlığı gösterilmektedir.

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG, 1991) ile atık yönetiminin genel çerçevesi oluşturuldu. Yönetmelikte, atık üretiminin azaltılması, geri dönüştürülebilir olanların ayrılması, bir kısmının ekonomiye katma değer olarak geri dönüştürülmesi ve geri dönüşemeyecek olanların da uygun şekilde bertaraf edilmesi ile ilgili maddeler yürürlüğe girdi.

Türkiye'de Üçüncü Kalkınma Planı (1973-977) ile başlayan çevrecilik hareketleri, diğer kalkınma programlarında ve ulusal programlarda kendine yer edinerek kademe kademe gelişim gösterdi. Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında birçok alanda olduğu gibi çevrecilik hareketleri konusunda da birçok protokol imzalandı ve gerekli yatırımlar yapılarak sürekli ileri gidileceği vurgulandı. Çevre koruma ile ilgili Avrupa Birliği'ne verilen sözler şimdiye kadar zamanında yerine getirildi. Bu hedefte düzenlenmek istenen mevzuat zamanında çıkarıldı. Çevre konusunda daha fazla bilgi ve istatistiğe ulaşılabilmesi ve bu doğrultuda gerekli çalışmaların yapılabilmesi için bir veri bankası oluşturma planı devreye girdi. Bunun için de *"Avrupa Çevre Ajansı"* ve *"Avrupa Bilgi ve Gözlemevi Ağı"* gibi kuruluşlara katılım anlaşması imzalandı. Tüm bu gelişmelerin ve uygulanan direktiflerin ışığında ülkemizin Avrupa Birliği katılım sürecinde en başarılı olduğu konu çevrecilik ve atık yönetimi faaliyetleri olduğu da bildirilmektedir (Kalyoncu, 2005).

Atık Mevzuatının Veteriner Hekimlikteki Yeri

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG, 2017)'ne göre, kuruluşlar tıbbi atık üretme derecelerine göre yüksek miktarda üretenler, orta miktarda üretenler ve az miktarda üretenler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Hayvan hastaneleri ve hayvanlar üzerinde deney ve araştırma yapılan merkezler orta miktarda tıbbi atık üreten sınıfına girerken, veteriner muayenehaneleri ve hayvanat bahçeleri az miktarda tıbbi atık üreten tesisler sınıfındadır.

Yukarıda adı geçen yönetmeliğe (RG, 2017) göre tıbbi atıkların toplanması, taşınması, bertarafına yönelik hizmet yetkisi belediyelerdedir. Belediyeler ayrıca bu hizmetleri vermesi

için diğer kuruluşları görevlendirme yetkisine sahiptir. Veteriner sağlık hizmetleri veren kuruluşlar yine aynı yönetmeliğe göre tıbbi atık üreten tesisler sınıfına girmektedir. Bu nedenle bu kuruluşlar belediyelerle ya da belediyelerin yetkilendireceği kuruluşlarla tıbbi atık sözleşmesi imzalamak ve tıbbi atıklarını çevreye dağıtmadan düzenli bir şekilde teslim etmek zorundadır. Veteriner sağlık hizmeti veren kuruluşlar atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı için gereken harcamaların hizmet veren kuruluşlara ödemesi gerekir. Bu ücret tarafların görüşleri alınarak İl Mahalli Çevre Kurulu tarafında tespit edilir ve bakanlığa bildirilir.

Veteriner Hekimler, bakanlık tarafından belirlenen şartları sağlayıp, sınavlardan başarılı olması durumunda çevre görevlisi unvanı alır. Çevre görevlisi veteriner hekim, denetime tâbi tesislerin faaliyetlerinin mevzuata uygunluğunu denetleme, alınan tedbirlerin etkili olarak uygulanıp uygulanmadığını değerlendirme ve tesis içi yıllık denetim programları düzenleme işlemlerini yerine getirebilir (RG, 2013).

Süt işleme tesisleri, hayvan kesim tesisleri, hayvansal ürün işleme tesisleri, hayvan yetiştiriciliği yapılan çiftlikler faaliyette bulunabilmek için, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği (RG, 2014)'ne göre, öncelikle geçici faaliyet belgesi almak, daha sonra da en geç bir yıl içerisinde çevre izin veya çevre izin lisans belgesi almak durumundadır. Ayrıca bu işletmeler *Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmeliği* (RG, 2019)'ne göre, bir çevre görevlisini ya da çevre mühendisini sürekli istihdam etmek veya çevre yönetim birimlerini kurmak ya da çevre danışmanlık şirketlerinden çevre yönetimi hizmeti almak zorundadır. Veteriner hekim çalışan kurum ve kuruluşlarda oluşan atık türleri Tablo 2'de sunuldu.

Tablo 2. Veteriner Hekim Çalışan Bazı Kurum ve Kuruluşlarda Oluşan Atık Türleri

Atık Türü / İstihdam alanları	Evsel Atık	Enfekte Atık	Patolojik Atık	Kesici-Delici Atık	Farmasötik Atık	Gentatoksik Atık	Kimyasal Atık
Veteriner Sağlık Kuruluşları	+	+	+	+	+	+	+
Hayvan Çiftlikleri	+	+	+	+	+	-	+
Mezbahalar	+	+	+	+	-	-	+
Hayvansal Ürün İşleme Tesisleri	+	-	+	+	-	-	+
Hayvan Barınakları	+	+	+	+	+	-	+

Veteriner Tıbbi Ürün Üreten Kuruluşlar	+	+	-	+	+	+	+
Hayvanat Bahçeleri	+	+	+	+	+	-	+
Deney ve Araştırma Merkezleri	+	+	+	+	+	+	+
Kamu Kurum ve Kuruluşları	+	+	-	+	-	-	+
Fakülteler ve Veteriner Kontrol ve/veya Araştırma Enstitüleri	+	+	+	+	+	+	+

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya geliştikçe, sanayileşme ve nüfus arttıkça doğal kaynakların tahribatının aynı hızla artması, oluşan çevre kirliliği ve doğal kaynakların geri dönülemez tahribatı ile insanoğlunun birtakım eylemlerinin yanlış olduğunun farkına varması ve düzeltmeye yönelik çabaları, atık sorununun sadece çevresel ve insani bir sorun değil, aynı zamanda yöneticiler, politika uygulayıcıları ve yürütücüleri açısından da önem verilmesi gereken bir konu olduğunu ortaya koymaktadır.

Atık yönetimi konusunda iyi niyetli çalışmalar sergilense de sanayileşme ve nüfus artışının getirdiği baskılar günbegün artmaktadır. Bu baskıları yönetebilmek için daha iyi atık politikaları geliştirilmeli, gerek kamuya gerekse özel sektöre yatırımlar artırılmalı, sürekli araştırma ve geliştirme faaliyetleri içinde bulunulmalı ve hem personeli hem de halkı aydınlatmak ve eğitmek için etik duyarlılıkla sürekli bir çaba içerisinde olunmalıdır. Daha temiz ve sağlıklı bir çevre için; tıbbi atık oluşumu azaltılmalı, evsel atıklarla karışması önlenip düzenli toplanmalı, ilgili personele gerekli eğitim verilmeli, oluşan ve bertaraf edilen atıklar kayıt altına alınmalıdır.

Çevre ve halk sağlığını koruma adına uygun ve uygulanabilir politikalar geliştirilmek gerekli olup. Türkiye, atık mevzuatı açısından geniş ve kapsamlı yasal düzenlemelere sahiptir. Ancak teorideki başarıların pratiğe aktarılması konusunun 'denetim, personel, kurumlar arası bağlantı ve kaynak yetersizlikleri çevre ve atık yönetimi konusunda yapılan bütün çalışmaların yetersiz kalmasına neden olacağı için' araştırılmaya muhtaç bir konu arz ettiği belirtilebilir.

Ne türden ne kadar atığa sahip olunduğu, bu atıkların ne şekilde bertaraf edildiği, bu işlemler için ne kadar personel ve tesis gerektiği gibi bilgiler bilinirse, sürdürülebilir atık yönetiminde en önemli durumlardan biri olan kayıt tutma ve veri istatistiklerinin önemi daha da anlaşılacak ve geleceğe ışık tutacaktır.

Muayenehane, poliklinik ve hayvan hastanesi gibi veteriner sağlık kuruluşları, veteriner fakülteleri, deney ve araştırma merkezleri, veteriner kontrol / araştırma enstitüleri, hayvan çiftlikleri, mezbahalar, hayvansal ürün işleme tesisleri, hayvan barınakları, veteriner tıbbi ürün üreten kuruluşlar ve hayvanat bahçeleri gibi veteriner hekim çalışan kurum ve kuruluşlarda evsel, enfekte, patolojik, kesici-delici, farmasötik, gentatoksik ve kimyasal atık gibi atık türlerinin tamamı ya da birkaçının oluştuğu görülürken veteriner hekimliği sahası ile ilgili resmi ve kapsamlı bir tıbbi atık istatistik çalışmasına rastlanılmadı.

Sonuç olarak, çevre ve atık problemlerinin çözümünde konuyla ilgili kurum ve kuruluşların birlikte çalışması gerektiği; veteriner hekimliğin farklı hizmet alanlarında kayda değer düzeyde tıbbi atık üretildiği göz önünde bulundurulduğunda çevre ve halk sağlığı açısından tıbbi atık ile ilgili kayıt tutma ve istatistiki veri oluşturulması konusunda da detaylı çalışmalar yapılması gerektiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Anon. (2020a) Atıklar nasıl sınıflandırılır? Erişim Tarihi: 07/10/2020, Erişim Adresi: http://atiksahasi.com/At%C4%B1klar%C4%B1nS%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1.

Anon. (2020b) Atık nedir? Erişim Tarihi: 07/10/2020, Erişim Adresi: http://atiksahasi.com/At%C4%B1k

Anon. (2020c) Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisi Nedir? Erişim Tarihi: 07/10/2020, Erişim Adresi: https://sifiratik.co/2018/10/17/entegre-atik-yonetimi-hiyerarsisi-nedir/

Çobanoğlu N, Aydoğdu İB (2007) Tıbbi Atıkların Oluşturduğu Sorunların Çevre, Sağlık Ve Etik Açıdan İncelenmesi. Erişim tarihi: 06/10/2020, Erişim Adresi: https://www.ayk.gov.tr/wp-content/uploads/2015/01/%C3%87OBANO%C4%9ELU-Nesrin-AYDO%C4%9EDU-%C4%B0lke-Bezen-TIBB%C3%8E-ATIKLARIN-OLU%C5%9ETURDU%C4%9EU-SORUNLARIN-%C3%87EVRE-SA%C4%9ELIK-VE-ET%C4%B0K-A%C3%87IDAN-%C4%B0NCELENMES%C4%B0.pdf.

ÇŞB (2016) Ulusal Atık Yönetimi Eylem Planı. Erişim Tarihi: 06/10/2020, Erişim Adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf.

ÇŞB (2020) 2018 yılı Tehlikeli Atık İstatistikleri Bülteni. Erişim Tarihi: 10/12/2020, Erişim Adresi: https://ced.csb.gov.tr/tehlikeli-atik-istatistikleri-bulteni-i-82615

Gündüzalp AA, Güven S (2016) Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği. Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar Derg., s:1-19.

İBB (2020) Tıbbi Atıkların Toplanması ve Bertarafı. Erişim Tarihi: 15/10/2020, Erişim Adresi: https://atikyonetimi.ibb.istanbul/hizmetlerimiz/tibbi-atiklarin-toplanmasi-ve-bertarafi/.

Kalyoncu HS (2005) Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Türkiye'nin Karşılaştırmalı Atık Yönetimi Stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Özerol İH (2005) Tıbbi Atık Stratejileri Nelerdir? EN/ISO Normları Nelerdir? Avrupa'da Birlik? ABD'nin Yaklaşımı? Ülkemizde Durum? Erişim Tarihi: 14/10/2020 Erişim Adresi: https://das.org.tr/kitaplar/kitap2005/42-05.pdf.

RG (1983) 2872 sayılı Çevre Kanunu, 11/08/1983 tarih ve 18132 sayılı RG.

RG (1991) Katı Atıkların Yönetimi Yönetmeliği, 14/03/1991 tarih ve 20814 sayılı RG.

RG (2013) Çevre Görevlisi, Çevre Yönetim Birimi ve Çevre Danışmanlık Firmaları Hakkında Yönetmeli, 21/11/2013 tarih ve 28828 sayılı RG.

RG (2014) Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği, 10/09/2014 tarih ve 29115 sayılı RG.

RG (2015) Atık Yönetimi Yönetmeliği, 02/03/2015 tarih ve 29314 sayılı RG.

RG (2017) Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 27/01/2017 tarih ve 29959 sayılı RG.

RG (2019) Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik, 30/07/2019 tarih ve 30847 sayılı RG.

Sayıştay (2007) Türkiye'de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi Performans Denetimi Raporu. Erişim Tarihi: 05/10/2020, Erişim Adresi: https://docplayer.biz.tr/29224-T-c-sayistay-baskanligi-turkiye-de-atik-yonetimi-ulusal-duzenlemeler-ve-uygulama-sonuclarinin-degerlendirilmesi-performans-denetimi-raporu.html.

Sayman RÜ (2018) Sayılarla Türkiye ve Avrupa'da Atık Yönetimi. Erişim Tarihi 10/12/2020, Erişim Adresi: https://sifiratik.gov.tr/content/files/uploads/9/EK-9,%20Say%C4%B1n,%20R%C4%B1fat%20%C3%9Cnal%20SAYMAN,%20B%C3%B6lgesel%20%C3%87evre%20Merkezi%20(REC)%20Direkt%C3%B6r%C3%BC.pptx.

TDK (2020) Güncel Türkçe Sözlük. Erişim Tarihi: 14/09/2020, Erişim Adresi: https://sozluk.gov.tr/.

TÜİK (2020) 2019 Yılı Tıbbi Atık İstatistikleri. Erişim Tarihi: 18/12/2020, Erişim Adresi: https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33900

ARTVİN YÖRESİNDE ÇENGEL BOYNUZLU DAĞ KEÇİSİ (*Rupicapra rupicapra*) AV KOTASININ BELİRLENMESİ

Yasin UÇARLI[1]

[1] Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, ARTVİN/ TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-4812-5350

ÖZET

Çengel boynuzlu Dağ Keçisi (*Rupicapra rupicapra*)'nin Türkiye'deki yayılışında Doğu Karadeniz bölgesi önemli bir yer tutmaktadır. Artvin ili hedef türe uygun nitelikteki alpin çayırlıkları ve alpin kayalıkları ile yöredeki popülasyonların devamlılığında önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada Artvin yöresindeki Altıparmak, Ortaköy ve Meydancık bölgelerinde Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi popülasyonlarının 2015-2017 yılları arasındaki popülasyon yapıları ve av turizmi kotaları incelenmiştir. Envanter çalışmalarında noktada sayım yöntemi kullanılmıştır. Sayımlar her yıl çiftleşme mevsimi olan Kasım ayında hemen hemen aynı gözlem noktalarında olacak şekilde 2015 ve 2017 yılları arasında yapılmıştır. Yapılan envanterlerde, Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin popülasyon büyüklüğü 2017 yılında Altıparmak 312, Ortaköy 135 ve Meydancık 518 olmak üzere toplam 965 birey olarak sayılmıştır. Bu sahalarda türün kullanabileceği uygun nitelikte habitatların büyüklüğü yaklaşık 43.000 ha olarak tahmin edilmektedir. Bu bağlamda ekolojik popülasyon yoğunluğu uygun nitelikteki habitatlar baz alındığında 2.24 birey/100 ha olarak ortaya çıkmıştır. Popülasyon büyüme oranı 2016 yılında 1.18, 2017 yılında ise 1.55 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar popülasyonda artışın devam ettiğini ve sahaların henüz taşıma kapasitesinin altında olduğunu göstermektedir. Bu alanlarda av turizmi kotası ise 2015 yılında 6, 2016 yılında 10, 2017 yılında ise 8 adet olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda popülasyon büyüklüğünün yaklaşık %1'i av turizmi kotası olarak belirlenmektedir. Bu oran belirlenirken özellikle yetişkin erkek bireylerin popülasyon içindeki oranı önemli yer tutmaktadır. Popülasyonları tehdit eden ana etkenler ise habitatlarda meydana gelen bozulmalar ve yörede yaygın olan kaçak avcılıktır. Yörede yapılan av turizmi uygulamalarının yöre insanındaki avcılık bilinç düzeyi ile doğa koruma çalışmalarının etkinliğinin artmasına yardımcı olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Av Turizmi, Popülasyon Büyüklüğü, Envanter.

DETERMINATION OF HUNTING QUATOS OF CHAMOIS (*Rupicapra rupicapra*) IN ARTVIN

ABSTRACT

Eastern Black Sea region has crucial matter in the distribution of Chamois (*Rupicapra rupicapra*) in Turkey. The province of Artvin with alpine meadows and alpine rocks plays an important role in the sustainability of the Chamois populations in the region. The population sizes and hunting tourism quotas of Chamois populations during the 2015 and 2017 in Altıparmak, Ortaköy and Meydancık regions in Artvin province were examined. Point count method was used in inventory studies. The counts were conducted during the 2015 and 2017 at the same observation points in November, which is the mating season. The population size of Chamois was counted as Altıparmak 312, Ortaköy 135 and Meydancık 518 individuals in 2017. The size of suitable habitat areas for species was nearly estimated as 43.000 ha. The ecological population density has basically emerged as 2.24 individuals / 100 ha based on suitable habitats. The population growth rate was calculated as 1.18 in 2016 and 1.55 in 2017. These rates show that the increase in the population continues and the game areas were still under the carrying capacity. The hunting tourism quota was determined as 6 in 2015, 10 in 2016 and 8 in 2017 in these areas. Approximately 1% of the population size was determined as hunting tourism quota. While determining this ratio, especially the ratio of adult males in the population size plays an important role. The main factors threatening Chamois populations is habitat degradation and poaching, which is widespread in the region. It has been observed that the hunting tourism practices help increase the level of hunting awareness in the local people and the effectiveness of conservation activities in the region.

Keywords: Hunting Tourism, Population Size, Inventory.

1. Giriş

Doğa koruma çalışmalarının temelinde yerel halkın ilgi ve desteğinin koruma çalışmalarına katkı sağlaması önemli bir yer tutmaktadır. Bunun için farklı koruma çalışmalarında av turizmi, dağcılık yürüyüşü, foto safari gibi doğa turizminin farklı kısımlarının kullanıldığı çalışmalara rastlanılmaktadır (Örneğin, Baker, 1997). Özellikle düşük gelir düzeyinin bulunduğu coğrafyalarda yerel halkın gelirlerinin önemli bir kısmı doğal kaynakların kullanımından elde edilmektedir. Bu durum doğal kaynakların aşırı kullanımına neden olmakta ve beraberinde habitatlarda meydana gelen bozulmalarla birlikte özellikle hassas türlerin yok olmasına neden olabilmektedir.

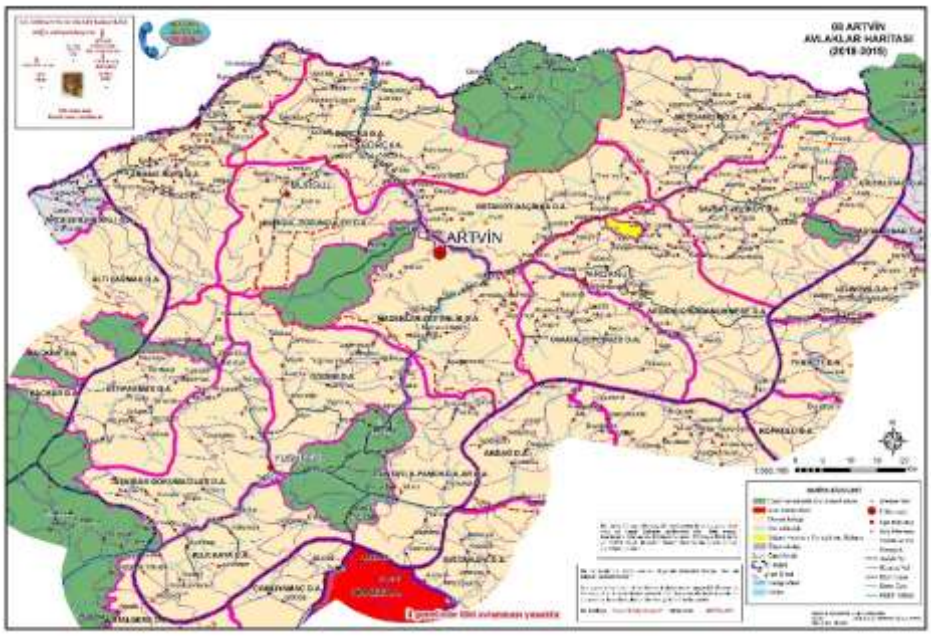
Doğa koruma çalışmalarının bazılarında planlı ve sürdürülebilir biçimde yapılan av turizmi ve diğer doğa turizmi uygulamaları ile elde edilen gelirle birlikte yerel halkın refah düzeyinin yükseltilmesi ve doğal kaynaklara olan baskının azaltılması amaçlanmaktadır. Bu uygulamaların yapılabilmesinde ise doğa koruma teşkilatları ile yerel halkın iş birliği içinde olması en önemli parametre olarak kabul edilmektedir. Çünkü hiçbir doğal kaynağın yerel halka rağmen korunması uzun vadede söz konusu değildir. Bu doğrultuda planlı ve programlı yapılan ve gelirlerinin önemli bir kısmının köy tüzel kişilikleri aracılığıyla yerel halka aktarılması koruma çalışmalarına desteği artırabilmektedir. Türkiye'deki av faaliyetlerine yapılan harcamaların toplam turizm gelirlerine oranı yaklaşık %7 gibi çok önemli bir rakama karşılık gelmektedir (Özer, 2020). Bu durum da göz önüne alındığında av turizmi uygulamalarının yerel halk için önemli bir gelir kalemi olması gayet açıktır. Türkiye'nin av turizmi açısından önemini ortaya koyan farklı çalışmalar da bulunmaktadır (Şafak, 2003; Başkaya vd.,2017; Özer, 2020; Sarı ve Arpacık 2020).

Bu çalışmanın temel amacı, Artvin yöresindeki devlet avlaklarında Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin (*Rupicapra rupicapra*) envanterlerle birlikte ortaya konulan popülasyon yapıları baz alınarak av turizmi kotasının belirlenmesi ve yapılan bu uygulamaların doğa koruma çalışmalarına katkısının irdelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Tüm envanter ve izleme çalışmalarında çiftleşme dönemi türlerin görülmesini kolaylaştırması dolayısıyla özellikle doğrudan sayım yöntemlerine dayalı envanterlerde önemli yer tutmaktadır. Bu bağlamda yörede görüşün iyi olduğu hakim noktalar envanter öncesinde belirlenmiştir. Türün çiftleşme mevsimi olan Kasım Ayında Meydancık, Altıparmak ve Ortaköy-Saçinka avlaklarında belirlenen noktalarda türün daha fazla aktif olduğu sabah gün

doğumu vakitlerinde eş zamanlı olarak noktada sayım yöntemi ile envanterler yapılmıştır (Şekil 1). Bu noktalarda taranan alanlar baz alınarak alanın tamamındaki popülasyon büyüklüğü ve popülasyon yoğunluğu tahmin edilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Alanlarının Konumu

Yapılan sayımların sonucunda yasal olarak av turizmine konu olabilecek 7 yaş ve üzeri erkek bireylerin popülasyon içindeki durumlarına göre bir sonraki av sezonu için av turizmi kotaları belirlenmeye çalışılmıştır. Burada popülasyonların devamlığı için erkek bireylerin durumu ve diğer koruma problemleri baz alınarak popülasyon büyüklüğünün yaklaşık %1'lik kısmı av turizmi kotası olarak önerilmiştir. Burada popülasyon içinde kalan erkek bireylerin sürüde çiftleşmeyi sağlaması ve popülasyonların devamlılığında herhangi bir olumsuzluk yaşanmaması temel amaç olarak gözetilmiştir.

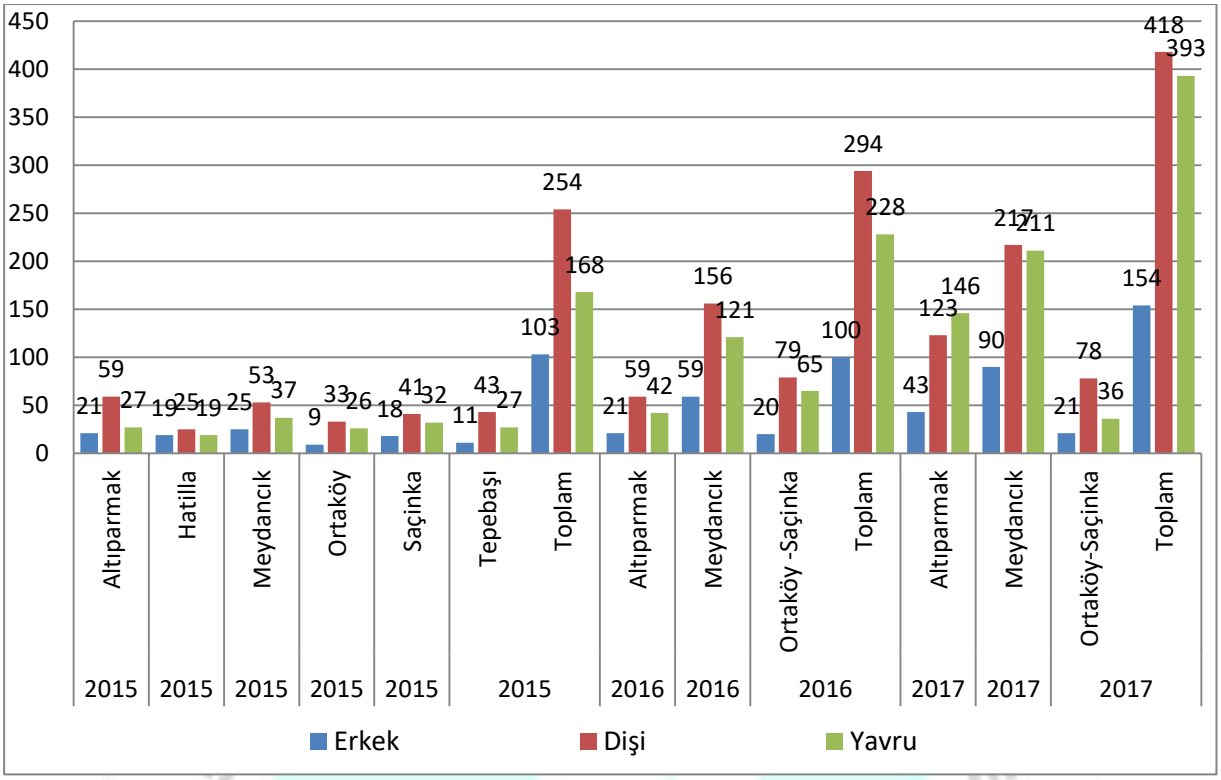
3. Bulgular ve Tartışma

Çengel boynuzlu dağ keçisinin yöredeki temel habitat yapıları alpin çayırlıklar ve alpin kayalıklar olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu yapıların önemli bir kısmında alt yükseltilerde bulunan orman örtüsü ile desteklendiği görülmektedir. Yörede, Çengel boynuzlu dağ keçisi popülasyonlarının yaz ve kış mevsiminde dikey yönde bir habitat kullanımlarının da olduğu yapılan gözlemlerle tespit edilmiştir. Ayrıca Artvin yöresinin türün Türkiye'deki yayılışında önemli bir yer tuttuğu daha önceki çalışmalarda belirtilmektedir (Başkaya, 2000).

Şekil 2. Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi Genel Habitat Yapısından Bir Görünüm

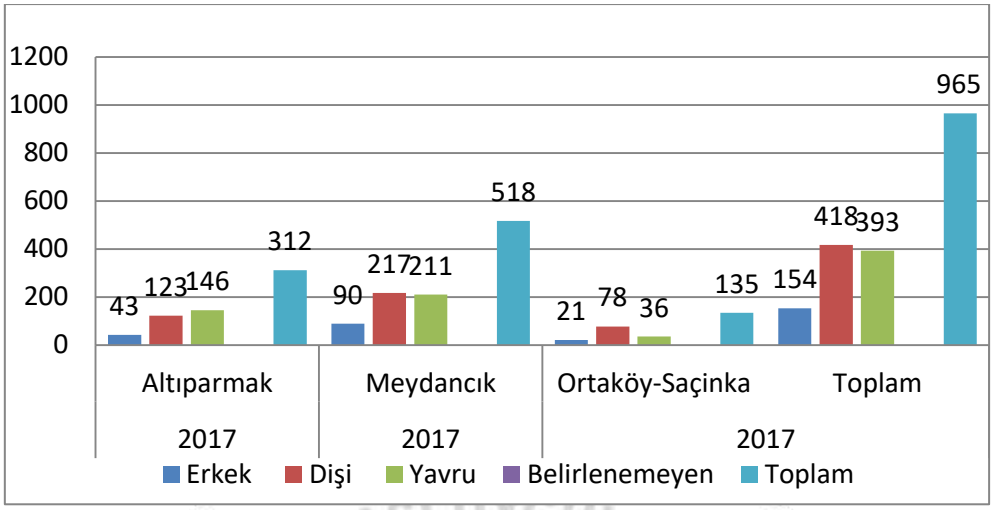
Araştırma alanlarında yapılan sayımlarda Meydancık devlet avlağında 2015 yılında 115, 2016 yılında 336 ve 2017 yılında ise 518 birey tespit edilmiştir. Altıparmak devlet avlağında 2015 yılında 107, 2016 yılında 122 ve 2017 yılında 312 birey, Ortaköy-Saçinka devlet avlağında ise 2015 yılında 159, 2016 yılında 164 ve 2017 yılında ise 135 birey tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu bölgelerde yapılan envanterlerde popülasyon büyüme oranı 2016 yılında 1.18, 2017 yılında ise 1.55 olarak hesaplanmıştır.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

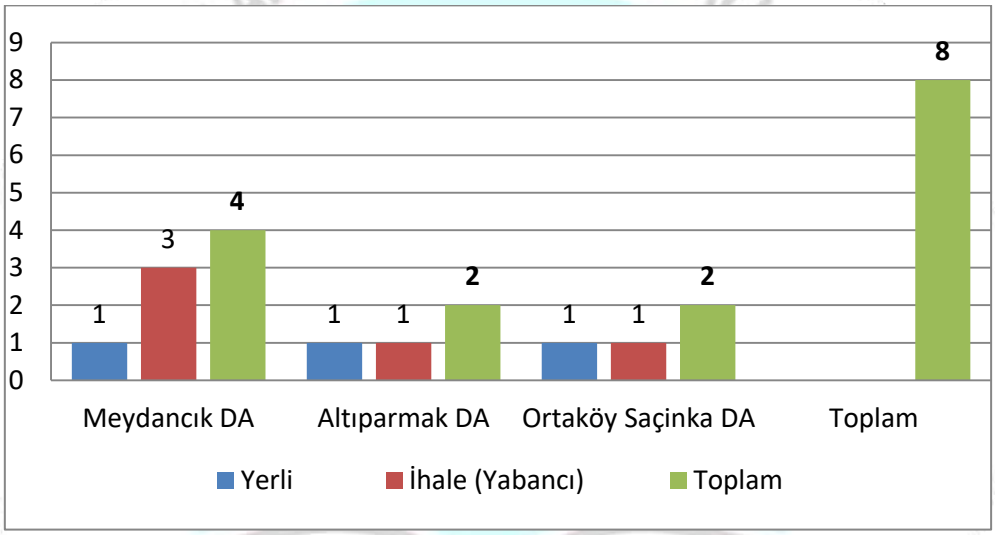


Şekil 3. Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin Artvin Yöresindeki Popülasyon Durumu (2015-2017)

Popülasyondaki erkekler 2015 yılında 103, 2016 yılında 100 ve 2017 yılında ise 154 birey olarak sayılmıştır (Şekil 4). Burada 2017-2018 av sezonunda av kotası olarak alınan 8 yetişkin erkek bireyin (7 yaş ve üstü) toplam popülasyon içindeki oranı yaklaşık %1 ve erkek bireyler içindeki oranı ise yaklaşık %5 olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Bu durumda sürü ile çiftleşebilecek başka erkekler alanda bulundukları için popülasyonların devamlılığı açısından herhangi bir olumsuzluk beklenmemektedir. Ayrıca av turizminin yapıldığı dönemler genel olarak Ekim-Şubat dönemi olduğu göz önüne alındığında bazı bireylerin yörede çiftleşme davranışı gösterdikleri Kasım-Aralık ayından sonra popülasyondan av turizmi kapsamında çıkartıldığı söylenebilir. Bu alanlar içinde Meydancık bölgesi hem popülasyon yapısı hem habitat yapıları hem de yerel halkın koruma çalışmalarına katkısı bakımından diğer alanlara göre daha ön planda olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4. Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin Artvin Yöresinde Popülasyon Durumu (2017)



Şekil 5. Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin Artvin Yöresinde Av Kotasının Avlaklara Dağılımı (2017)

Yapılan envanterlerde, Çengel Boynuzlu Dağ Keçisinin popülasyon büyüklüğü 2017 yılında toplam 965 birey olarak sayılmıştır. Bu sahalarda türün kullanabileceği uygun nitelikte habitatların büyüklüğü yaklaşık 43.000 ha olarak tahmin edilmektedir. Bu bağlamda ekolojik popülasyon yoğunluğu uygun nitelikteki habitatlar baz alındığında 2.24 birey/100 ha olarak tahmin edilmiştir.

4. Sonuç

Av turizmi uygulaması kapsamında Çengel boynuzlu dağ keçisi popülasyonları yapısı açısından bakıldığında erkek, dişi ve yavruların popülasyon içindeki dağılımlarının çok sağlıklı olmadığı gözlenmiştir. Çünkü dişi bireylerin sayısı yüksek olmasına rağmen yavru sayılarının sayısı çok düşük kalmıştır. Ayrıca dişilerin bazen bir genelde ikiz yavru yaptığı da bilinmektedir (Oğurlu, 2001). Artvin yöresinde toplam Çengel boynuzlu dağ keçisinin

popülasyonu 2017 yılında Altıparmak 312, Ortaköy 135 ve Meydancık 518 olmak üzere toplam 965 birey olarak sayılmıştır. Bu popülasyon içinde 2017 yılı baz alındığında erkek bireylerin sayısı 154 ve toplam popülasyon içindeki payı %16, dişi bireylerin sayısı 418 ve toplam popülasyon içindeki payı %43 ve yavruların sayısı ise 393 ve popülasyon içindeki payı ise %41 olarak sayılmıştır. Bu durumda doğadaki cinsiyet oranının yaklaşık %50 olduğu göz önüne alındığında erkek bireylerin popülasyon içinde az olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni özellikle erkek bireyler üzerinde daha baskın olan kaçak avcılık olduğu tahmin edilmektedir.

Artvin yöresindeki devlet avlaklarında Çengel boynuzlu dağ keçisi popülasyon büyüme oranı 2016 yılında 1.18, 2017 yılında ise 1.55 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar popülasyonların halen artış eğiliminde olduğunu ve popülasyonların henüz taşıma kapasitesi seviyesine ulaşmadığını göstermektedir. Araştırma alanlarında Çengel boynuzlu dağ keçisinin kullanabileceği uygun nitelikte habitatların büyüklüğü yaklaşık 43.000 ha olarak tahmin edilmektedir. Bu durumda ekolojik popülasyon yoğunluğu 2.24 birey/100 ha olarak tahmin edilmektedir.

Av turizmi kotası olarak 2017-2018 av sezonu için belirlenen 8 bireylik kotanın toplam popülasyon içindeki payının yaklaşık %1 olduğu ve bu oranın çok düşük olduğu açıktır. Ancak av kotasının erkek bireyler içindeki payı ise %5 olarak hesaplanmıştır. Bu oran ise genel olarak popülasyonların devamlılığı açısından uygundur. Diğer taraftan 2000-2018 yılları arasında av turizmi kapsamında Türkiye'de 257 adet Çengel boynuzlu dağ keçisi avlattırıldığı düşünüldüğünde (Sarı ve Arpacık, 2020), Artvin ilinin av turizmi açısından önemi daha net biçimde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yörede kaçak avcılık baskısı da göz önüne alındığında daha yüksek av kotası oranlarının popülasyonlar için risk oluşturabileceği tahmin edilmektedir. Burada doğa koruma açısından yapılan av turizmi uygulamalarının asıl amacı yöre insanına katkı sağlamak ve doğa bilincini oluşturmaktır. Sonuç olarak bu uygulamalarının yöre insanındaki avcılık bilinç düzeyinin ve doğa koruma çalışmalarının etkinliğinin artmasına yardımcı olduğu gözlenmiştir.

5. Kaynaklar

Baker, J. E. (1997). Trophy hunting as a sustainable use of wildlife resources in Southern and Eastern Africa. Journal of Sustainable Tourism, 5, 306-321.

Başkaya, Ş. 2000. Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi (*Rupicapra rupicapra* L.)'nin Doğu Karadeniz Dağlarındaki Yayılışı, Grup Büyüklükleri ve Habitat Kullanımı, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 122 s., Trabzon.

Başkaya, Ş., Arpacık, A., Sarı, A., ve Gündoğdu, E. (2017). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaban hayatı turizm potansiyeli. Uluslararası Turizm Sempozyumu (International Tourism Symposium), Trabzon.

Oğurlu, İ., 2001. Yaban Hayatı Ekolojisi, SDÜ Orman Fakültesi, Yayın No:19, Isparta.

Özer, O. 2020. Türkiye'nin Av Turizmi Potansiyeli Konusunda Bir Değerlendirme, Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel (JOGHAT), 3 (1), 71-86.

Sarı, A ve Arpacık, A., 2020. Türkiye'nin Yaban Hayatı Odaklı Turizm Potansiyeli. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6 (2), 355-364.

Şafak, İ., 2003. Türkiye'deki Av Turizmi Uygulamalarının Özel Avlak İşletmelerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, 133-148.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

YABAN KEÇİSİ (*Capra aegagrus*) YAKALAMA ÇALIŞMALARINDA KAFES SİSTEMİNİN KULLANIMI

Yasin UÇARLI[1]

[1] Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, ARTVİN/ TÜRKİYE

ucarliyasin@hotmail.com. ORCID ID: 0000-0002-4812-5350

ÖZET

Yaban hayatı çalışmalarında sinyalle izleme çalışmaları özellikle habitat kullanımlarının belirlenmesinde önemli yer tutmaktadır. Sinyalle izleme çalışmaları genellikle hedef türün yakalanması, verici takılması ve sinyallerin düzenli aralıklarla alınması esasına dayanmaktadır. Yabani hayvanların yakalanmasında kullanılan yöntemlere ise tür, ekipman durumu ve arazi koşulları gibi birçok etken göz önünde bulundurularak karar verilmektedir. Barajların, Yaban Keçisi (*Capra aegagrus*) habitat kullanımlarına etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2010-2016 yıllarında Verçenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında (63.130 ha, İspir/Erzurum) yapılan yakalama çalışmalarında tel kafes sistemi kullanılmıştır. Foto kapan ve doğrudan gözlemlerle yakalama için en uygun 6 nokta belirlenmiştir. Bu noktalara Yaban Keçisinin morfolojik özelliklerine uygun ölçülerdeki (100 cm en, 200 cm boy, 150 cm yükseklik) yakalama kafesleri kurulmuş ve kaya tuzu bırakılarak Yaban Keçilerinin kafeslere alışmaları sağlanmıştır. Yaban Keçilerinin yaklaşık 2 yıl sonunda kafeslere ancak alışabildiği gözlenmiştir. Kafesler doğum mevsimi dışında aktif hale getirilerek düzenli aralıklarla kontrol edilmiş ve mesaj gönderen foto kapanların da yardımıyla yakalama sonrası en geç 30dk içinde bireylere müdahale edilmesi amaçlanmıştır. Yaklaşık iki yıllık yakalama sürecinde 3 erkek, 7 dişi ve 5 oğlak olmak üzere toplam 15 birey yakalanmıştır. Yakalanan bireylerin, kafese girilerek gözleri kapatılmış ve sakinleşmeleri sağlanmıştır. Burada hayvanların genel durumları da göz önünde tutularak herhangi bir ilaç kullanımı yapılmamıştır. Gerekli ölçüm ve incelemeler yapıldıktan sonra yetişkin olan 10 bireye GPS'li tasmalar takılmış ve tekrar doğal ortamına geri salınmıştır. Salınan bireylerin sağlıklı bir şekilde habitatlarına döndükleri gözlenmiştir. Ayrıca bu bireylerden daha sonra alınan sinyaller, bireylerin yakalanması ve tasma takılması esnasında herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmadığını göstermiştir. Dolayısıyla tel kafes ile yakalama çalışmalarının Yaban Keçisi başta olmak üzere benzer özellikler gösteren diğer yaban hayvanlarında da kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sinyalle İzleme, Yaban Hayvanı, Habitat Kullanımı.

USE OF THE BOX TRAP IN CAPTURE OF BEZOAR IBEX (*Capra aegagrus*)

ABSTRACT

Signal monitoring has an important role especially in determining habitat uses in wildlife studies. Signal monitoring studies are commonly based on catching the target species, attaching a transmitter and receiving signals at regular intervals. The methods used for capturing wild animals are decided by considering many factors such as species, equipment and field conditions. In order to determine the effects of dams on Bezoar Ibex (*Capra aegagrus*) habitat use, box trap was used in the capture studies carried out in the Verçenik Mountain Wildlife Reserve Area (63.130 ha, İspir/Erzurum) during the 2010 and 2016. The most suitable 6 points were determined for capturing with camera traps and direct observations. Box traps sizes (100 cm width, 200 cm length, 150 cm height) were determined in accordance with the morphological characteristics of the Bezoar Ibex. Box trap were established at these six points and rock salt was baited Bezoar Ibex to get used to the box trap. Bezoar Ibex can only get used to the box traps after about 2 years. The box traps were activated outside the birth season and checked at regular intervals and with the help of camera traps with sending messages. It is aimed to intervene in the individuals within 30 minutes after being capture. During the capture period of about two years, 3 males, 7 females and 5 yearlings, a total of 15 individuals, were captured. The captured individuals were entered into the box traps and their eyes were closed to made calm. There was no medication used for considering the general conditions of the animals. After the necessary measurements and examinations were made, GPS collars were put on 10 adults and released back to their habitats. It has been observed that released individuals return to their habitats in a healthy way. In addition, the signals received from these individuals later showed that the individuals did not encounter any negativity during the capture and collar. Therefore, it has been determined that box traps can particularly be used Bezoar Ibex and other wild animals catching studies with similar characteristics with Bezoar Ibex.

Keywords: Signal Monitoring, Wild Animals, Habitat Use.

1. Giriş

Yaban hayvanlarının habitat kullanımlarının klasik gözlem metotlarıyla ortaya konulmasının zor bir konu olduğu ve sinyalle takip ile hedef türün popülasyonun yaşam alanı, habitat seçimi ve kullanımı, günlük faaliyet ritmi ve türün ekolojisi hakkında birçok araştırma yapılabileceği belirtilmektedir (Ogurlu, 2003). Sinyalle izleme çalışmalarının temeli hedef türün

yakalanması, verici takılması ve sonrasında düzenli aralıklarla sinyal alınması esasına dayanmaktadır. Alınan bu sinyaller ile hedef türün üreme alanları, beslenme alanları ve yaşam döngüsü gibi çok değerli bilgilere sağlıklı ve kolay biçimde ulaşılabilmektedir. Ancak sinyalle izleme çalışmalarının en zor kısmını ise hedef türün yakalanması ve verici takılması kısmı oluşturmaktadır.

Birçok farklı amaç için kullanılan yakalama yöntemlerinde hayvan refahı göz önünde tutulmalıdır (Schemnitz, 2009). Yaban hayvanlarının yakalanmasında genel olarak kafes sistemi, uyuşturucu iğne, fırlatma ağı, ilmek ağı ya da branda ve sarnıç yöntemi gibi farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Bu yöntemler için en belirgin husus ise hedef türün özellikleridir. Hedef türün hem morfolojik yapısı hem de istemiş olduğu habitat yapısı ve beraberindeki davranış biçimleri farklı yöntemlerin uygulanmasına neden olabilmektedir. Örneğin Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*) ile Ayı'nın (*Ursus arctos*) yakalanmasında benzer yöntemlerin uygulanabilirliği nispeten zordur.

Barajlar büyüklüklülerine ve etki alanlarına göre özellikle karasal memeli türler için habitat kullanımlarında, popülasyon yapılarında ve hayatta kalma oranlarında ciddi değişikliklere neden olabilmektedirler (Berkun, 2010; Chen vd.,2011). Ayrıca habitatlarda bozulmalara, parçalanmalara ve kayıplara neden olabilmektedirler (Schilt, 2007). Bu bağlamda Verçenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında yapılan Arkun barajının sahanın hedef türü olan Yaban Keçisi'nin (*Capra aegagrus*) habitat kullanımlarına etkisinin sinyalle izleme çalışmaları ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı ise Yaban Keçisinde kafes sistemin kullanımının değerlendirilmesi ve bu kafes sistemin benzer özellikteki diğer memeli türlerin yakalama çalışmalarında kullanılabilirliğinin irdelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Verçenik Dağı YHGS, Erzurum ili İspir ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup, İspir'e ortalama 30 km, Erzurum'a ise ortalama 170 km mesafede yer almaktadır. Alan Aksu Vadisi, Çamlıkaya Vadisi, Sırakonaklar Vadisi ve Yavuzlar bölgesi olmak üzere 4 ana bölgeden oluşmaktadır (Şekil 1). Verçenik Dağı YHGS'nin toplam alanı 63.130 ha'dır (Anonim, 2008).

Şekil 1. Araştırma Alanının Konumu ve Sahanın Sınırları

Yaban keçisinin yakalanması ve hızlı şekilde müdahale edilmesi için uygun nitelikteki altı nokta doğrudan gözlemler, foto kapanlar ve dolaylı gözlemler ile belirlenmiştir. Bu noktalara Yaban Keçisinin morfolojik özelliklerine uygun ölçülerdeki (100 cm en, 200 cm boy, 150 cm yükseklik) yakalama kafesleri kurulmuş ve kaya tuzu bırakılarak Yaban Keçilerinin kafeslere alışmaları sağlanmıştır (Şekil 2). Bu noktalara foto kapan kurularak Yaban Keçisinin alışma durumu takip edilmiştir. Yaban Keçisinin yakalama kafeslerine uyum sağlama süreci yaklaşık 2 yıl sürmüştür. Bu süre sonrasında doğum mevsimi dışında kalacak şekilde yakalama kafesleri aktif hale getirilmiş ve düzenli aralıklarla kontrol edilmişlerdir. Ayrıca mesaj gönderme özelliği olan foto kapanlar ile kafesler aktif oldukları dönemlerde devamlı kontrol edilmişlerdir. Böylece yakalama çalışmaları esnasında herhangi bir olumsuzluk yaşanmaması ve bireylerin zarar görmemesi amaçlanmıştır.

Şekil 2. Yakalama Kafeslerinin Özellikleri ve Kurulum Noktalarından Bir Görünüm

Yakalama kafesleri ile alışmadan sonraki yaklaşık 2 yıllık sürede 3 erkek, 7 dişi ve 5 oğlak olmak üzere 15 adet Yaban Keçisi bireyi yakalanmıştır. Yakalanan bireyler, kafese girilerek gözleri kapatılmış ve sakinleşmeleri sağlanmıştır. Burada hayvanların stres durumları da göz önünde tutularak herhangi bir ilaç kullanımı yapılmamıştır. Bireyler yakalandıktan en geç 30dk içinde müdahale edilmesi amaçlanmıştır. Gerekli ölçüm ve incelemeler yapıldıktan sonra bu bireylerden 10 tanesine GPS'li tasma takılarak tekrar doğal ortamına bırakılmıştır. Diğer 5 oğlak birey ise tasmaları taşımaları zor olabileceği düşünülerek sadece numara verilmiş ve serbest bırakılmıştır. GPS tasma takılan 6 adet birey yaklaşık 1 yıl boyunca, diğer 4 birey ise yaklaşık 1 aylık dönem zarfında düzenli sinyal ile izlenebilmiştir. Alanda tasma takılan bireyler ve numara verilen oğlaklar ilerleyen süreçte foto kapanlar ile de tespit edilebilmiştir (Şekil 3).

Şekil 3. GPS'li Tasma Takılmış ve Tekrar Doğal Ortamına Salınmış Yaban Keçisi

3. Bulgular ve Tartışma

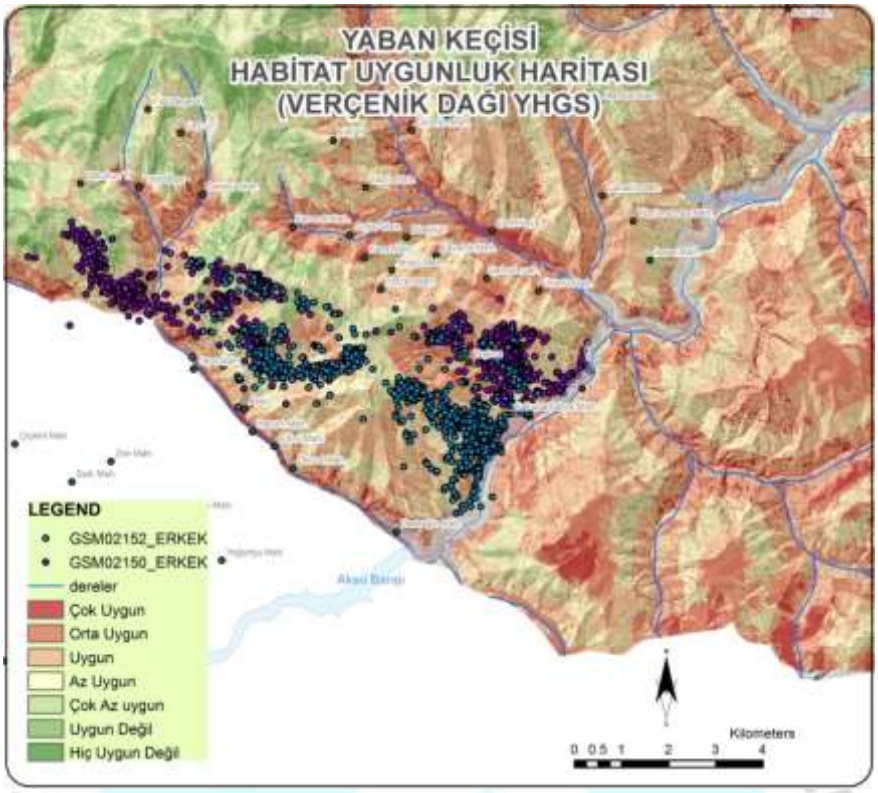
Araştırma alanındaki Yaban Keçisi bireylerin hem inşaat çalışmaları hem de insan baskısından dolayı daha tedirgin olduğu gözlenmiştir. Bu durum nispeten daha korunaklı noktalardaki yakalama kafeslerindeki başarı oranını artırmıştır. Ayrıca sahada yöre halkından alınan destekle birlikte kafeslerin hasar görmemesi ve yakalama başarısının artması sağlanmıştır. Yaban Keçisi bireylerinde akşam vakitlerine doğru daha korunaklı ve sarp kayalıklara doğru geceleme için bir hareket söz konusu iken sabah saatlerinde ise beslenme alanlarına doğru bir eğilim görülmüştür. Yakalama kafeslerinin bulunduğu noktalardaki foto

kapanlar kaya tuzlarının mevsime de bağlı olarak özellikle gün doğumuna yakın olan sabah saatlerinde daha fazla tercih edildiğini göstermiştir.

Yakalama kafeslerine yaban keçileri alıştıktan sonra yakalama çalışmaları daha kolay hale gelmiştir. Yaklaşık iki yıl süren alışma sürecinden sonraki iki yıllık süre zarfında doğum sezonu olmayan dönemde 3 erkek, 7 dişi ve 5 oğlak olmak üzere 15 adet Yaban Keçisi bireyi yakalanmıştır. Bu bireylerden 5 tanesi oğlak olduğu için bu bireylere GPS'li tasma takılmamıştır. Yakalanan bireyler, kafese girilerek gözleri kapatılmış ve sakinleşmeleri sağlanmıştır. Burada hayvanların stres durumları da göz önünde tutularak herhangi bir ilaç kullanımı yapılmamıştır. Bireyler yakalandıktan en geç 30dk içinde müdahale edilmesi amaçlanmıştır. Bu yakalanan bireylerde herhangi bir olumsuzluk gözlenmemiştir. Bu durum kafeslerin Yaban Keçisinde kullanılabilirliği açısından önemlidir.

Yapılan sinyalle izleme çalışmaları kapsamında Yaban Keçisi dişi ve oğlaklarının ağırlıklı olarak güney bakıları daha fazla tercih ettiği de gözlenmiştir. Buradaki bitki örtüsü yapısı kuzey yamaçlara göre daha kısa ve çalılık yapıda olmaktadır. Kuzey bakılar ise daha fazla ve sık bitki örtüsünü barındırdığı için büyük tekelere rastlama olasılığı bu alanlarda daha fazla olmaktadır (Uçarlı, 2016). Yaban Keçisi dişi ve oğlakları daha düşük yükseltileri kullanırken, büyük tekeler özellikle kaçak avcılık baskısından dolayı daha yüksek kesimleri tercih edebilmektedir (Şekil 4). Bu bağlamda cinsiyet, grup yapıları ve insan baskısı habitat kullanımlarında, popülasyon dinamiğinde ve yakalama başarısında belirgin rol oynamaktadır.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021



Şekil 4. GPS Tasmalı İki Erkek Bireyin Habitat Kullanımları (2013-2014)

Yakalama çalışmaları sonucunda tekrar doğal ortamına salınan 15 bireyinde sağlıklı bir şekilde habitatlarına döndükleri gözlenmiştir. Ayrıca bu bireylerden GPS'li tasma takılan ve takip edilen 10 bireyden alınan sinyaller bireylerin yakalanması ve tasma takılması esnasında herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmadığını göstermiştir. Bu bağlamda yakalama kafeslerinin benzer özellikler gösteren diğer memeli türlerin yakalanmasında da kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

4. Sonuç

Yakalama kafeslerinin hedef türün morfolojik ölçülerine göre yapılması ve kullanılması başarı şansını artırmaktadır. Ayrıca türün beslenme ve davranış biçimlerinin mümkün olduğunca belirlenmesi de yakalama başarılarını artırmaktadır. Sahada yakalama kafeslerinin aktif oldukları esnada düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve ayrıca mesaj gönderen foto kapanlar ile de desteklenmesi herhangi bir olumsuz durum olmaması açısından önemlidir. Ayrıca yakalama kafeslerinin bulunduğu bölgelerden mümkünse yerel halk desteğinin sağlanması yakalama güvenliğini ve başarı sansını artırmaktadır.

Yakalama kafeslerinin Yaban Keçilerinde kullanımının olumsuz yanı türün kafeslere alışma süresinin uzun olmasıdır. Bunun için ise kaya tuzu gibi besinler ile türün alışma süreci kısaltılabilir. Tüm alınan önlemlere rağmen özellikle doğum sezonunda yani Nisan-Haziran

döneminde gebe dişilerin yakalanma olasılığından dolayı yakalama çalışmalarının yapılmaması tavsiye edilmektedir.

Araştırma alanında sarp kayalıkların bulunması ve eğimin fazla olması, mevcut kullanılabilecek uyuşturucu ilaçların ortalama etki süreleri ve uyuşturucu silahların atış mesafeleri göz önüne alındığında uyuşturucu tüfek ile Yaban Keçilerinde yakalama başarısının düşük olması muhtemeldir. Ayrıca helikopter destekli fırlatma ağı gibi yöntemler nispeten düz platoların olmaması nedeniyle de kullanımı zordur.

Yakalama kafesi ile yakalanan ve tekrar doğal ortamına salınan Yaban Keçisi bireylerinin sağlıklı bir şekilde habitatlarına döndükleri gözlenmiştir. Ayrıca bu bireylerden daha sonra alınan sinyaller, bireylerin yakalanması ve tasma takılması esnasında herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmadığını göstermiştir. Dolayısıyla tel kafes ile yakalama çalışmalarının Yaban Keçisi başta olmak üzere benzer özellikler gösteren diğer memeli türlerin de yakalanmasında kullanılabileceği tespit edilmiştir.

5. Kaynaklar

Anonim, 2008. Verçenik Dağı YHGS Yönetim ve Gelişme Planı, Erzurum DKMP Şube Müdürlüğü, Erzurum.

Berkun, M., 2010. Hydroelectric potential and environmental effects of multidam hydropower projects in Turkey. Energy for Sust. Development 14: 320-329.

Chen, S., Chen, B. ve Su, M., 2011. The cumulative effects of dam project on river ecosystem based on multi-scale ecological network analysis. Procedia Environmental Sciences 5: 12-17.

Ogurlu, İ., 2003. Yaban Hayatında Envanter. Çevre ve Orman Bakanlığı DKMP Genel Müdürlüğü Av ve Yaban Hayatı Dairesi Başkanlığı, Isparta.

Schemnitz, Sanford, Batcheller, Gordon, Lovallo, Matthew, White, H. Fall, Michael W. (2009). Capturing and Handling Wild Animals. The Wildlife Management Techniques Manual. 232-269.

Schilt, C. R., 2007. Developing fish passage and protection at hydropower dams. Applied Animal Behaviour Science 104: 295-325.

Uçarlı, 2016. Çoruh Vadisi ve Verçenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarındaki Barajların Yaban Keçisi Üzerine Etkileri, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 131s, Artvin.

BOYACI SUMAĞI (*Cotinus coggygria*) ve DERİCİ SUMAĞI (*Rhus coriaria*) BİTKİLERİNDE TESPİT EDİLEN *CAPNODIS* TÜRLERİ

Dr. Öğretim Üyesi Üzeyir ÇAĞLAR[1], Doç. Dr. Turgay ÜSTÜNER[2]

[1] Gazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, ORCID ID: 0000-0002-8401-0155

[2] Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID:0000-0002-0604-2346

ÖZET

Buprestidae familyası içerisinde bulunan *Capnodis* cinsinin Palearktik Bölgede 20 civarında türü bilinir. Ülkemizde ise bu cinsin yaklaşık 10 türü bulunur. Bu cinsin türleri zirai, ormancılık ve tarım açısından ülkemizde önemli gruplardan birisidir. *Capnodis*'ler genel olarak meyve ve bazı orman ağaçlarında zararlıdırlar. Erginler ağaç ve fidanların yaprak ve sürgün gibi organlarını yerler, ancak asıl zararlı olan larvalardır. Zararlı olarak bilinen *Capnodis* türleri genel olarak bakımsız ve zayıf ağaçları tercih ederler.

Boyacı sumağı (*Cotinus coggygria* Scop.) ve derici sumağı (*Rhus coriaria* L.) türleri ilaç ve parfümeri hammaddesi olarak kullanılırlar ve bu özelliklerinden dolayı "tıbbi ve aromatik bitkiler" içerisinde yer alırlar. Bu bitkiler aynı zamanda baharat özelliklerinden dolayı gıda maddesi olarak kullanılırlar. Son olarak kumaş ve deri boyası yapımında bu bitkilerden yararlanılır.

Capnodis cariosa (Pallas, 1776) türü bazı orman ve park ağaçlarının yanı sıra, zirai ve tıbbi açıdan ekonomik öneme sahip antep fıstığı, menengiç, şeftali, kiraz, badem, sumak gibi bitkilerde zararlı olarak bilinir. *Capnodis porosa* (Klug, 1829) türü ise taş çekirdekli meyve ağaçlarında rastlanır ve daha az rastlanıldığından dolayı ekonomik açıdan pek değeri olmadığı ifade edilir. Ancak bu türün bazı ülkelerde zararlı tür olduğu belirtilmiştir.

Ülkemizde farklı özelliklerinden yararlanılan *Rhus coriaria* ve *Cotinus coggygria* bitkilerinin üzerinde tespit edilen *Capnodis* türleri zararlı böcekler olarak bilinmektedir. Yapılan bu çalışmada *Capnodis cariosa* türü *Cotinus coggygria* bitkisi üzerinde tespit edilmiştir. *Capnodis porosa* türü ise *Rhus coriaria* bitkisi üzerinde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Capnodis cariosa*, *Capnodis porosa*, Sumak.

GİRİŞ

Buprestidae familyası içerisinde bulunan *Capnodis* cinsinin Palearktik Bölgede 20 civarında türü bilinir. Ülkemizde ise bu cinsin yaklaşık 10 türü bulunur. Bu cins ülkemizde tarım bakımından önemli böcek cinslerinden birisidir. *Capnodis* kelimesi Yunanca kökenli olup

"koyu" veya "kara renkli" anlamına gelir. *Capnodis* cinsi larvaları da "fidan dip kurtları" olarak isimlendirilmiştir (Lodos ve Tezcan, 1995).

Buprestidae familyası üyelerinin tamamı fitofag olup, ilkbahar ve yaz aylarında bitkilerin yaprak, sürgün, tomurcuk, çiçek ve polenleriyle beslenirler (Bily, 1982; Booth ve ark., 1990; Tezcan, 1990; Muskovits ve Hegyessy, 2002).

Genellikle *Capnodis* cinsi türleri meyve ve bazı orman ağaçlarında zararlıdırlar. Ergin bireyler ağaç ve fidanların yaprak ve sürgün gibi organlarını yerler. Zararlı olarak bilinen *Capnodis* türleri genel olarak bakımsız ve zayıf ağaçları tercih ederler, fidanlar ise yaşlı ağaçlara göre daha fazla zarar görürler. Esas zararı yapan larvalar ksilofag (odun yiyici) özelliktedirler. Larvalar genellikle ağaç ve fidanların kök boğazı ve çevresindeki kısımlarda kabukların altındaki odunsu dokularda derin ve büyük oyuklar meydana getirirler (Lodos ve Tezcan, 1995; Toros, 1996; Yaşar 1996).

Zararlı tür olarak bilinen *Capnodis cariosa* (Pallas, 1776) türünün konukçu bitkileri antep fıstığı ve menengiç başta olmak üzere *Pistacia* cinsi türlerinin kültür ve yabani olan bitkileri, sumak (*Rhus sp.*), yalancı biberi (*Schinus sp.),* yabani kiraz (*Cerasus avium*), şeftali (*Persica vulgaris*), alıç (*Crataegus sp.*), badem (*Amygdalus communis*) gibi meyve ağaçları, söğüt (*Salix sp.*), kavak (*Populus sp.*), çınar (*Platanus sp.*) gibi park ve orman ağaçlarıdır (Kısmalı ve ark., 1995; Lodos ve Tezcan, 1995; Tezcan, 1995; Toros, 1996; Arpacı ve ark., 2005).

Yine zararlı tür olarak bilinen *Capnodis porosa* (Klug, 1829) türünün konukçu bitkileri alıç (*Crataegus sp.*), badem (*Amygdalus communis, A.webbii*), yabani kiraz (*Cerasus avium*), şeftali (*Persica vulgaris*), kayısı (*Armeniaca vulgaris*) gibi meyve ağaçları, kavak (*Populus nigra*) gibi ağaçlar ve bazı yabani bitkilerdir (Tezcan, 1990; Tezcan, 1995; Lodos ve Tezcan, 1995; Tozlu ve Özbek 2000; Kanat ve Tozlu, 2001). Bu tür için Lübnan, İran ve İsrail'deki badem ve kavak ağaçları da konukçu bitki olarak bildirilmiş ve İsrail'de sekonder zararlı olduğu belirtilmiştir (Tezcan, 1995).

Boyacı sumağı (*Cotinus coggygria* Scop.) ve derici sumağı (*Rhus coriaria* L.) türleri tıbbi ve aromatik bitkiler içinde yer alır (Bozkurt, 2019). Boyacı sumağı ve derici sumağı türleri antidiyabetik etki amacıyla kullanılan bitkilerdir ve bu bitkiler yeni ilaç keşfinde önemli kaynaklardır (Karaman ve Cebe, 2016).

Boyacı sumağı antiseptik, antimikrobiyal, iltihap giderici, kansızlık ve kanamayı durdurucu, yara iyileştirici özellikleri ve ishale karşı halk ilacı olarak kullanılır. Yine bu bitkinin yaprakları ve genç dalları Bulgaristan'da parfümeri sektöründe kullanılır (Demirci ve ark.,2003). Boyacı sumağı aynı zamanda şeker hastalığı için kullanılan farmakolojik bitki olarak sınıflandırılmıştır (Bozkurt, 2019).

Boyacı sumağı türünün odunu "sarı kök" veya "sarı odun" ismi altında eskiden beri deri ve kumaş boyamakta kullanılmaktadır (Demirci ve ark.,2003; Gültekin ve ark., 2007).

Halk ilacı olarak bilinen bitkiler içinde yer alan derici sumağı diş ağrısı ve dişeti hastalıkları için kullanılan, ateş düşürücü ve ağrı kesici olarak kullanılan, kansızlık ve kanamayı

durdurmak için kullanılan, bağırsak parazitlerini giderici ve sindirim sistemini düzenleyici olarak kullanılan farmakolojik bitki olarak sınıflandırılmıştır (Bozkurt, 2019).

Bu çalışma ile ülkemizin Buprestidae biyoçeşitliliğini tespit etmek amacıyla yapılan arazi çalışmalarında tespit edilen *Capnodis* cinsine ait bazı türlerin aynı zamanda konukçu bitkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu tespitlerle hem böcek türlerinin hem de konukçu bitki türlerinin ekolojik ve ekonomik önemleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

2004 yılında Artvin'in Yusufeli ilçesinde, 2020 yılında Konya'nın Taşkent ilçesinde yapılan arazi çalışmalarında Buprestidae familyasından *Capnodis* cinsine ait türler ve bu türlerin konukçu bitkileri tespit edilmiştir.

Arazi çalışması esnasında tespit edilen *Capnodis* türleri ve konukçularının resimleri çekilmiştir. Daha sonra yakalanan böcek örnekleri %70'lik etil alkol kavanozlarına konulmuştur. Örneklerin toplandığı bölgeye ait lokalite ve yükseklik bilgileri ile önemli görülen diğer bilgilerde (yakalama tarihi, konukçu bitki ismi vs.) kaydedilmiştir. Alkol şişelerinde laboratuvara getirilen böcek örnekleri uygun böcek iğneleri iğnelendikten sonra etiketlenerek standart müze materyali haline getirilmiştir. Müze materyali haline getirilen örnekler Gazi Üniversitesi Zooloji Müze'sinde muhafaza edilmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada 2004 yılında Artvin, Yusufeli ilçesinde yapılan arazi çalışmalarında 33 adet *Capnodis cariosa* türü boyacı sumağı üzerinden toplanmıştır (Resim 1).

2020 yılında Konya, Taşkent ilçesinde yapılan arazi çalışmasında ise 36 adet *Capnodis porosa* türü derici sumağı üzerinden ve çevresinden toplanmıştır (Resim 2).

***Capnodis cariosa* (Pallas, 1776)**

İncelenen Materyal: 1 ♂, Artvin, Yusufeli, İspir yolu, Alanbaşı köyü, 753m, 15.05.2004; 13 ♂♂, 7 ♀♀, Artvin, Yusufeli, Aşağı çala mahallesi, 11.06.2004; 2 ♂♂, 2 ♀♀, Artvin, Yusufeli, Çevreli köyü, 697m, 11.06.2004; 1 ♀ Artvin, Yusufeli, Yeşiltepe, 674m, 12.06.2004; 1 ♀ Artvin, Yusufeli, Barhal yolu, 805m, 12.06.2004; 1 ♂ 1 ♀, Artvin, Yusufeli, Olur-Oltu yolu, Karakaya köprüsü, 585m,17.07.2004; 4 ♂♂, Artvin, Yusufeli, Irmakyanı köyü, 580m, 18.07.2004.

Resim 1: Boyacı sumağı bitkisi üzerinde beslenen *C. cariosa*.

***Capnodis porosa* (Klug, 1829)**

İncelenen Materyal: 12 ♂♂, 9 ♀♀, Konya, Taşkent, Beyreli köyü, Gevne vadisi, 1570m, 07.06.2020; 8 ♂♂, 7 ♀♀, Konya, Taşkent, Beyreli köyü, Gevne vadisi, 1570m, 07.07.2020.

Resim 2: Derici sumağı bitkisi üzerinde beslenen *C. porosa*.

Ülkemizde; *Capnodis cariosa* türünün konukçuları arasında cins düzeyinde bildirilen sumak bitkisinin ilk defa tür düzeyinde konukçu bitkisi olan boyacı sumağı (*Cotinus coggygria)* türü tespit edilmiştir. *Capnodis porosa* türünün konukçusu olan derici sumağı (*Rhus coriaria*) bitkisi ise ilk defa tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen *Capnodis cariosa* ve *Capnodis porosa* türlerinin zirai ve ormancılık açısından zararlı oldukları bir kez daha teyit edilmiştir.

Ülkemizde sanayileşme, kentsel dönüşüm, aşırı otlatma, kontrolsüz pestisitlerin kullanımı bitki türlerinin ve bitkilere bağlı olarak yaşayan hayvanların nesillerinin tükenmesine neden olmaktadır.

Arazi çalışması yapılan bölgeler ülkemizin hem zirai hem de ormancılık faaliyetleri açısından önemli bölgeleridir. Bu bölgelerde tespit edilen türler ile ilgili verilerin zararlılarla yapılacak mücadelelerde referans olarak kullanılacağı düşünülmektedir. Ayrıca, tıbbi ve aromatik bitki türleri içinde yer alan boyacı sumağı ve derici sumağı türleri ile bu bitkiler üzerinde yaşayan *Capnodis* türlerinin biyoçeşitlilik açısından varlıklarının korunabilmesi ve sürdürülebilmesi için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Arpacı, S., İ. Açar, H. S. Atlı ve S. Karadağ, (2005), "Türkiye ve Dünyadaki Antepfıstığı Yetiştiriciliğinin Karşılaştırılması", *GAP IV. Tarım Kongresi*, 1. Cilt, S. 238-243.

Bily, S., (1982), "The Buprestidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark", *Fauna Entomologica Scandinavica*, 10: 1-109.

Booth, R. G., Cox M. L. And Madge R. B., (1990), "Iie Guides to Insects of Importance to Man, 3. Coleoptera", *Printed in the UK at the University Pres*, Cambridge, 1-384.

Bozkurt, S., G., (2019), "Gürün (Sivas)-Tohma Çayı Vadisinde Yetişen Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(1): 66-80.

Demirci, B., Demirci, F., Başer, K. H. C., (2003), "Composition of the essential oil of *Cotinus coggygria* Scop. from Turkey", *Flavour and Fragrance Journal*,18(1): 43-44.

Gültekin, H., C., Alım, E., Şahin, M., (2007), "Boyacı Sumağı (*Cotinus coggygria* Scop.) Tohumları İçin Uygun Ekim Zamanının Belirlenmesi", Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 351, *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, Sayı: 8, Cilt: II, 1-14.

Kanat, M., Tozlu, G., (2001), "Kahramanmaraş ilinde bulunan Buprestidae (Coleoptera) familyası üzerinde faunistik bir araştırma", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (3): 223-231.

Karaman, Ö., Elgin Cebe, G., (2016), "Diabetes and Antidiabetic Plants Used in Turkey", *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University* , 40 (3), 47-61.

Kısmalı, S., Tezcan, S., Turanlı, F., Madanlar, N., (1995), "Chrysomelidae ve Buprestidae (Coleoptera) Familyalarına Bağlı Türlerin GAP Bölgesindeki Durumu", *GAP Bölgesindeki Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu*, Şanlıurfa, 139-148.

Lodos, N. Tezcan, S., (1995), "Türkiye Entomolojisi V: Buprestidae" *Entomoloji Derneği Yayınları*, 8:1-138.

Muskovits J., Hegyessy G: (2002), “Magyarország díszbogarai. Jewel beetles of Hungary (Coleoptera: Buprestidae)”, *Grafon Kıado Nagykovacsı*, 1-404.

Tezcan, S., (1990), "İzmir İlinde Bulunan Sphenopterini, Buprestini ve Psiloterini (Coleoptera: Buprestidae: Buprestinae) tribus’larına bağlı türler üzerinde sistematik araştırmalar", Doktora tezi, *E. Ü. Fen Bil. Enst. Bit. Kor. Anabilim Dalı*, Bornova, İzmir, 1-162.

Tezcan, S., (1995), "Notes on *Capnodis* Eschscholtz (Coleoptera, Buprestidae) fauna of Turkey", *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2): 9-16.

Toros, S., (1996), “Park ve Süs Bitkileri Zararlıları”, *Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları,* No: 363, Ankara, 165.

Tozlu, G., Özbek, H., (2000), "Erzurum, Erzincan, Artvin, ve Kars İlleri Buprestidae (Coleoptera) familyası türleri üzerinde faunistik çalışmalar II. Sphenopterinae, Chalcophorinae, Chrysobothrinae, Agrilinae, Cylindromorphinae ve Trachyinae”, *Türkiye Zooloji Dergisi*, 24 (özel sayı): 79-103.

Yaşar, B., (1996), "Meyve Ve Bağ Zararlıları", Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., *Ziraat Fakültesi Yayın ve Basım Bürosu*, Van, No: 11: 1-30.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN GRANYÖZ (*ARGYROSOMUS REGİUS*, ASSO 1801) BALIĞININ BOY-AĞIRLIK, ALAN-AĞIRLIK VE RENGİNİN BİLGİSAYARLI RESİM ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Bahar GÜMÜŞ
Akdeniz Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9232-8481

ÖZET

Son yıllarda deniz kafeslerinde yetiştiriciliği yapılmaya başlanan granyöz (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) balığı kültür balıkçılığında başarılı bir aday tür olarak öne çıkmaktadır. Granyöz balığının Avrupa ve Türkiye'de özellikle Ege Bölgesindeki deniz kafeslerinde üretimi her geçen gün artış göstermektedir. Bu çalışmada pazar ağırlığına gelmiş olan granyöz balığının ağırlığı ve deri renginin bilgisayarlı resim analiz yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Balık halinden satın alınan 24 adet granyöz balığının fotoğrafları ışık kutusunda dijital kamera ile çekilmiştir. Boy-ağırlık, alan-ağırlık ve deri renginin belirlenmesinde bilgisayarlı resim analiz yöntemi kullanılmıştır. Balıkların ağırlığı 472,6-756,2 g arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkisi power eşitlik (Ağırlık W)=A (Boy L)^B ile belirlenmiş ve R^2 değeri 0,84 olarak bulunmuştur. B değerine (2,53) göre granyöz balığı negatif allometrik bir büyüme göstermiştir. Linear (W=A+BV) eşitliğine göre alan (V)-ağırlık ilişkisi incelendiğinde, R^2 değeri 0,94 olarak belirlenmiştir. Granyöz balığının deri rengi averaj L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 46,550, -0,450 ve 5,193 olarak ölçülmüştür. Kültür koşullarında yetiştirilen ve pazar ağırlığına gelmiş olan granyöz balığının negatif allometrik büyüme göstermesinin yetiştiricilik koşullarında balığın beslenmesiyle ilişkili olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Argyrosomus regius*, boy-ağırlık ilişkisi, renk, bilgisayarlı resim analizi

DETERMINATION OF LENGTH-WEIGHT, AREA-WEIGHT, AND COLOR OF CULTURED MEAGRE (*ARGYROSOMUS REGIUS* ASSO, 1801) BY IMAGE ANALYSIS

Abstract

In recent years, meagre (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) which has been reared in sea cages, stands out as a successful candidate species in aquaculture. Production of meagre in sea cages in Europe and Turkey especially in the Aegean Region is increasing day by day. In this study, it is aimed to determine the weight and skin color of the meagre, which has reached the market weight, by image analysis. Pictures of 24 meagre purchased from central fish market were taken with a digital camera in the light box. Image analysis was used to determine length-weight, area-weight and skin color. The weight of the fish ranged between 472.6 g to

756.2 g. The length-weight relationship was determined by the power equation: (Weight W) = A (Length L)^B and the R^2 value was found to be 0.84. According to the B value (2.53), meagre showed a negative allometric growth. When the area (V)-weight relationship was examined according to the Linear (W = A + BV) equation. R^2 value was determined as 0.94. The average skin color L *, a * and b * values of meagre were measured as 46.550, -0.450 and 5.193, respectively. It can be said that negative allometric growth of meagre, which is grown under culture conditions, is related to the feeding of the fish under the culture conditions.

Keywords: *Argyrosomus regius*, length-weight relationship, color, machine vision

Giriş

Granyöz (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) Scianidae familyasına ait bir türdür. Granyöz, 2 m boy ve 55 kg ağırlığa kadar büyüyebilmektedir. *A. regius* Avrupa'nın doğu Atlantik kıyılarından başlayarak Akdeniz ve Karadeniz'i de içine alan Batı Afrika kıyılarına kadar dağılım göstermektedir. *A. regius* demersal bir tür olmasına karşın 15 m'den 200 m derinliğe kadar olan her su sathında bulunabilir. Karnivor bir tür olup çoğunlukla küçük balıkçıklar, kabuklular, yumuşakçalar, poliketler, ekinodermler ve dekapotlar ile beslenirler (Haffray et al., 2012; FAO, 2021).

Son yıllarda Avrupa ve Ülkemizde yetiştiriciliği yapılmaya başlanan granyöz balığının etinin lezzetli, yağ içeriğinin düşük, et tekstürünün sıkı oluşu, yüksek ticari değeri, hızlı büyümesi ve çevresel koşullara yüksek toleransı nedeniyle yetiştiricilikte ümit vadeden bir tür olarak görülmektedir (Grigorakis et al., 2011; Abou Shabana et al., 2012; Fountoulaki et al., 2017; Saavedra et al., 2018). Granyözün Akdeniz Ülkelerinde ticari olarak yetiştiriciliği karasal havuzlar ve deniz kafeslerinde gerçekleştirilmektedir (Lozano et al., 2017). Granyöz üretimi 1990'lı yıllarda Fransada başlamış ve birçok Akdeniz ülkesine yayılmıştır (Duncan et al., 2018). 2016 yılı FAO verilerine göre granyözün dünyadaki yıllık üretimi 23.000 ton'dan fazla olduğu bildirilmiştir (Nousias et al., 2020). Ülkemizin 2018 yılı TÜİK verilerine göre granyöz üretim miktarı 1486 ton/yıl olarak gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2019).

Boy-ağırlık ilişkisi gibi morfolojik karakterler balıkların bölgesel büyüme karakterlerini belirlemede önemli olup (Froese, 2006), kondüsyon faktör de kültür koşullarında yetiştirilen balıkların büyümesini ifade etmede önemli bir özellik olarak kullanılmaktadır (Gonçalves et al., 1997). Balıkların uzunluğu ve ağırlığı arasındaki ilişkiler, izometrik bir ağırlık artışı ile $W = aL^b$, b = 3 denklemi ile açıklanmaktadır. B 3'ten farklı ise ağırlık artışı allometriktir (b> 3; b <3) (Frose, 2006). Kara et al. (2017) yaptıkları çalışmada *A. regius* için pozitif allometrik büyüme tespit etmişlerdir. Gürkan et al. (2017), kültür şartlarında üretilen *A. regius* bireylerinin morfometrik özellikleri ile boy-ağırlık ilişkisini incelemişlerdir. R^2 değerini 0,99 olarak belirlemişler ve b değerine göre izometrik büyüme tespit etmişlerdir.

Manual metotlarla boy ve ağırlığın doğru ölçümü kolay olmayıp, çeşitli ölçüm hatalarına neden olabilmektedir. Bilgisayarlı resim analiz yöntemi ile yüzey -alan ölçümü doğru ve kolayca yapılabilmektedir. Bu nedenle ağırlığı tahmin etmek oldukça kolaydır (Gümüş and Balaban, 2010; Balaban et al., 2010). Diğer taraftan balığın en önemli kalite parametrelerinden birisi ise rengidir. Bilgisayarlı resim analiz yöntemi ile rengin kalitesi ve

yüzey alanına dağılımı ölçülebilmektedir. Renk ölçümünde bilgisayarlı resim analiz yönteminin uygulanmasına yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır (Balaban et al., 2014; Şengör et al., 2019).

Bu çalışmada kültür koşullarında yetiştiriciliği yapılan *A. regius*'un boy-ağırlık, alan-ağırlık ilişkisi ile renginin bilgisayarlı resim analiz yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan granyöz (*A. regius*) balıkları Şubat 2020 tarihinde Antalya merkez balık halinden temin edilmiştir. Toplamda 24 adet balık satın alınarak hemen buzlu strafor kutularda Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine nakledilmiştir. Fotoğraf çekiminden önce her bir balığın ağırlığı elektronik terazide (max. 610 g, 0,001g hassasiyetli, Schimatzu, Grawimetrics, Tokyo, Japan,) ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Balıkların ağırlıkları 472,6-756,2 g arasında değişmiştir. Her balığın ağırlığı ölçüldükten sonra fotoğraflar Luzuriaga et al. (1997) tarafından dizayn edilen modifiyeli ışık kutusunda çekilmiştir. Fotoğrafların çekiminde two-image metodu kullanılmıştır (Alçiçek and Balaban, 2012). Fotoğrafların analizinde ise LensEye-NET software'den (ECS, Gainesville, FL) yararlanılmıştır.

Boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$W = A\,L^B$ Eşitlik.1

W:ağırlık (g), L: boy (cm), A ve B regresyonla elde edilen parametrelerdir.

Yüzey alan-ağırlık ilişkisinde (VWR) kullanılan eşitlikler power, linear ve polynomial eşitliklerdir:

Power: $W = A\,V^B$ Eşitlik. 2

Linear: $W = A + B\,V$ Eşitlik. 3

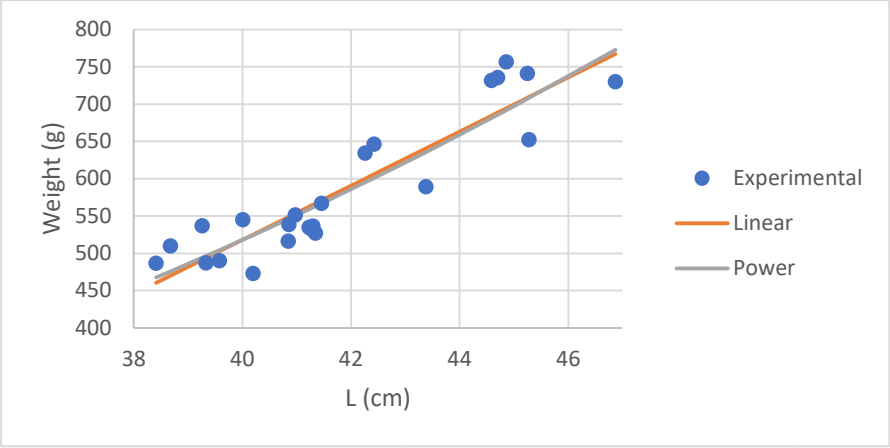
Polynomial: $W = C_o + C_1\,V + C_2\,V$ Eşitlik. 4

W=ağırlık (g), V=yüzey alan (cm^2), A, B, ve C_i katsayılardır (Gümüş and Balaban, 2010; Balaban et al. 2010).

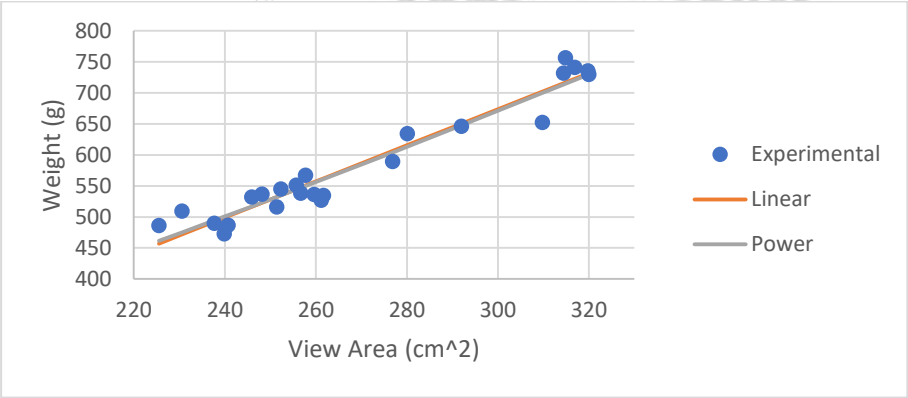
Renk analizinde LensEye-NET programı kullanılmıştır. Fotoğraftaki her pikselin L*,a* ve b* değerleri hesaplandıktan sonra referans renk ile doğrulanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Elde edilen verilere göre balıkların ağırlıkları 472,6-756,2 g arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkisine ilişkin sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Power eşitlikten yararlanılarak yapılan hesaplamada R^2 değeri 0,84 olarak bulunmuştur (Şekil 1). Eşitlikten elde edilen B değerine (2,53) göre granyöz balığı negatif allometrik bir büyüme göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçtan farklı olarak Kara et al. (2017) ve Gürkan et al. (2017) tarafından aynı tür üzerinde yapılan çalışmalarda pozitif allometrik büyüme tespit edilmiştir. Linear (W=A+BV) eşitliğine göre alan (V)-ağırlık ilişkisi incelendiğinde, power eşitliğin R^2 değeri 0,94 olarak belirlenmiştir (Şekil 2).

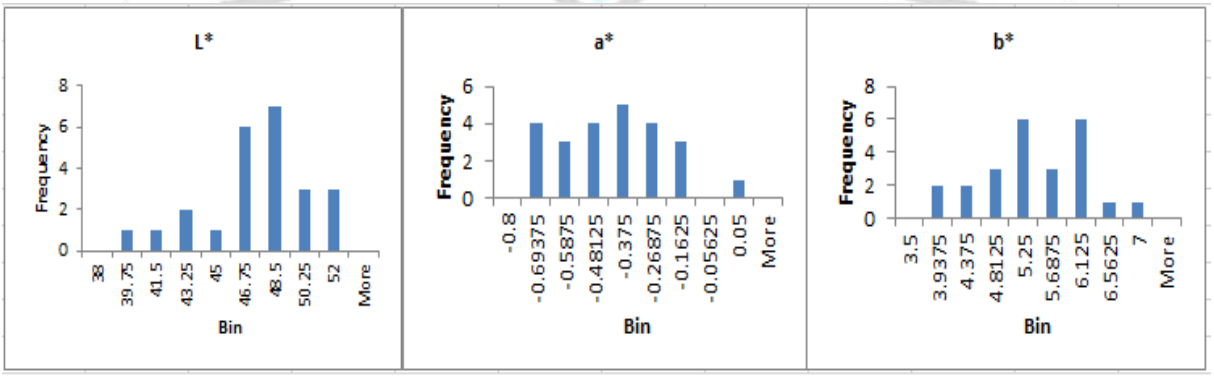


Şekil 1. *Argyrosomus regius*'un boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 2.*Argyrosomus regius*'un yüzey alan-ağırlık ilişkisi

Granyöz balığının deri rengi averaj L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 46,550, -0,450 ve 5,193 olarak ölçülmüştür. L*, a* ve b* değerlerine ilişkin frekans dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. *Argyrosomus regius*'un L*, a* ve b* değerlerinin frekans dağılımı

Sonuç olarak kültür koşullarında yetiştirilen ve pazar ağırlığına gelmiş olan granyöz balığının negatif allometrik büyüme göstermesinin yetiştiricilik koşullarında balığın beslenmesiyle ilişkili olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

Abou Shabana, N.M., Abd El Rahma, S.H., Al Absawy, M.A., Assem, S.S. 2012. Reproductive biology of *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) inhabiting the south eastern Mediteraanean Sea, Egypt. Egypt. J. Aquat. Res. 38: 147-156.

Balaban, M.O., Stewart, K., Fletcher, G.C., Alcicek, Z. 2014. Change of the snapper (*Pagrus auratus*) and gurnard (*Chelidonichthys kumu*) Skin and Eyes During Storage: Effect of Light Polarization and Contact with Ice. J. Food Sci. 79(12): E2456-E2462.

Balaban, M.O., Şengör, G.F.Ü., Soriano, M.G., Ruiz, E.G. 2010. Using image analysis to predict the weight of Alaskan salmon of different species. J Food Sci. 75(3): E157-162.

Duncan, N.J., Mylonas, C.C., Milton Sullon, E., Karamanlidis, D., França Nogueira, M.C., Ibarra-Zatarain, Z., Chiumento, M., Aviles Carrillo, R.O. 2018. Paired spawning with male rotation of meagre *Argyrosomus regius* using GnRHa injections, as a method for producing multiple families for breeding selection programs. Aquaculture, 495: 506-512.

FAO, 2021. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus_regius/en (Erişim Tarihi: 12.02.2021)

Fountoulaki, E., Grigorakis, K., Kounna, C., Rigos, G., Papandroulakis, N., Diakogeorgakis, J., Kokou, F. 2017. Growth performance and product quality of meagre (*Argyrosomus regius*) fed diets of different protein/lipid levels at industrial scale. Italian J. Anim. Sci. 16(4): 685–694.

Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J Appl Ichthyol. 22: 241-253.

Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Riberio, J., Canario, A.V.M. and Erzini, K. 1997. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. Fish. Res. 30, 253–256.

Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I., Nathanailides, C. 2011. Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*). Int. J. Food Sci. Technol. 46: 711-716.

Gümüş, B., Balaban, M.O. 2010. Prediction of the weight of aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by image analysis. J. Aq. Food Prod. Technol. 19: 227-237.

Gürkan, Ş., Gamsız, K., Karahan, B. & Özcan Gökçek, E. 2017. Some morphometric features and length - weight relationships of F1 hybrid juveniles (*Umbrina cirrosa* X *Argyrosomus regius*). Ege J. Fish. Aquat. Sci. 34(3): 287-291.

Haffray, P., Malha, R., Sidi, M.O.T., Prista, N., Hassan, M., Castelnaud, G., Karahan-Nomm, B., Gamsız, K., Sadek, S., Bruant, J-S., Balma, P., Bonhomme, F. 2012. Very high genetic fragmentation in a large marine fish, the meagre *Argyrosomus regius* (Sciaenidae, Perciformes): Impact of reproductive migration, oceanographic barriers and ecological factors. Aquat. Living Res. 25(2): 173-183.

Kara, A., Saglam, C., Acarli, D., Cengiz, Ö. 2018. Length-weight relationships for 48 fish species of the Gediz estuary, in Izmir Bay (central Aegean Sea, Turkey). J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom, 98: 879–884.

Lozano, A.R., Borges, P., Robaina, L., Betancor, M., Hernandez-Cruz, C.M., Romero Garcia, J., Caballero, M.J., Vergara, J.M., Izquierdo, M. 2017. Effect of different dietary vitamin E levels on growth, fish composition, fillet quality and liver histology of meagre (*Argyrosomus regius*). Aquaculture, 468: 175–183.

Nousias, O., Tsakogiannis, A., Duncan, N., Villa, J., Tzokas, K., Estevez, A., Chatziplis, D., Tsigenopoulos, C.S. 2020. Parentage assignment, estimates of heritability and genetic correlation for growth-related traits in meagre *Argyrosomus regius*, Aquaculture, 518:734663.

Saavedra, M., Pereira, T.G., Candeias, M.A., Carvalho, L., Pousão, F.P, Conceição, L.E.C. 2018. Effect of increased dietary protein level in meagre (Argyrosomus regius) juvenile growth and muscle cellularity. Aquacult. Nutr. 24: 1153– 1159.

Şengör, Ü.G.F., Balaban, M., Topaloğlu, B., Ayvaz, Z., Ceylan, Z., Doğruyol, H. 2019. Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage. Food Sci. Technol. 39(3): 696-703.

TÜİK, 2019. Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Foresrty. General Directorate of Fisheriesand Aquaculture. (Erişim Tarihi: 12.02.2021).
http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF RAW LEONARDITE ON THE VEGETATIVE GROWTH RESPONSES OF MARIGOLD (*Tagetes patula* L.) AND USING IN CULTIVATION

Assist. Prof. Dr. Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Atatürk University, TR-25240 Erzurum, Turkey, ORCID ID 0000-0001-7417-1716

ABSTRACT

Leonardite's including high content of humic acid ranging from 30 to 80% may make it useful as a soil reclamation and improvement. Marigold (*Tagetes patula* L.) is a ornamental plant that is not very selective in terms of climate and soil and is grown in many countries of the world. The experiment were conducted to evaluate the vegetative growth responses of marigold obtained by the addition of different levels of raw leonardite to the clayey-loamy soil growing medium. Also, it was conducted to examine the effects of leonardite on growth of marigold and to provide information about potential optimal and toxic levels. *Tagetes patula* L. cv. "Nana" is used as plant material. In the experiment, different levels of raw leonardite were prepared by adding 1/64 leonardite (v/v) (T_1), 1/32 leonardite (T_2), 1/16 leonardite (T_3), 1/8 leonardite (T_4), 1/4 leonardite (T_5) to soil medium and control groups were prepared by adding commercial humic acid to soil medium (30 ml l^{-1}) (T_6) and using only soil medium (T_7). In the experiment, T1 application was increased in marigold shoot growth compared with plants produced with only soil. It was observed that there was no statistical difference between T_7 and T6 applications with T_1 application in terms of parameters number of leaf (29 number $plant^{-1}$), the number of side branches (15.67 number $plant^{-1}$), shoot fresh weight (35.91 g), fresh (18.91 g) and dry weight (1.36 g) of root and stem diameter (6.43 mm). The highest organic matter ratio was determined in T6 application; other applications were in the same statistical group in terms of organic matter ratio. Total nitrogen, P and K amounts were determined at the highest rate in T4 and T5 applications. The obtained results showed that beneficial effect had been taken from low levels of natural leonardite in marigold.

Key words: Raw leonardite, Erzurum, marigold, ornamental plants, flower, humic acid, organic matter

INTRODUCTION

The condition of obtaining from the desired quality and quantity of products in agricultural production is to keep the productivity and quality at the optimum level by increasing in the yield power of the soils. One of the factors that determine the fertility of a soil is its capacity to provide the necessary nutrients for plants. As a result of the studies conducted (Vaughan and Malcolm, 1985; Engin et al., 2012; Sesveren and Taş 2018), it has been reported that if organic materials are mixed with mineral nutrients in appropriate doses and given to the soil in the form of organomineral fertilizers, they are significantly increases in plant growth due to the synergistic effect of combined application. Leonardite is one of the soil improvers that can be given to soils in the form of organomineral fertilizers. Leonardite is a natural organic material containing high levels of carbon and humic acids, has not reached the level of coal, and its organic matter content can reach a value of 75% (Erkoç 2009).

Due to the fact that it contains plant nutrients, its toxic element content is low and its humic acid content is high, the potential of leonardite to be used as a fertilizer has been emphasized in most of the studies conducted in our country so far. And, efforts in subjects such as the effect of leonardit on plant yield, fertilizer value, evaluation of the contents of organic matter and humic substances has been made. Humic substances contained in leonardite increase in root development compared to shoot growth. Leonardites are reported to be effective in absorbing macronutrients, forming complexes with metal cations, increasing in the uptake of some and reducing the intake of others. However, it has been determined that the excess of humic substances prevents plant growth (Pertuit 1995; Reynolds et al., 1995; Ayuso et al. 1996, Pertuit et al., 2001; Sankari et al., 2015; Sharma et al. 2019).

Leonardite used as the organic material is abundant in Turkey (Engin et al., 2012). It is economically important to use local resources as fertilizer raw materials and directly as soil improvers. In this research, it was aimed to determine the use of raw leonardite mixed in different amounts on the basis of weight in potting soil in marigold production and its effect on ornamental plant quality.

MATERIAL AND METHOD

The experiment was conducted in a research greenhouse affiliated to the Directorate of Plant Production Application and Research Center located in the campus area of Atatürk University Faculty of Agriculture. In the experiment, *Tagetes patula* L. cv. "Nana", obtained from a commercial seed company was used as plant material. The plant height can be 15-30 cm and the flower color is yellow. *Tagetes patula* (Marigold) plant is one of the annual flower species

that it is aesthetically beautiful appearance, low soil and climate selectivity, can be adapted to different climatic and soil conditions (Liu et al., 2011) and can be grown very easily (Liu et al., 2011; Priyanka et al., 2013).

The experiment was designed as only soil, adding commercial humic acid to the soil and mixing 5 different raw leonardite ratios into potting soil. Properties of raw leonardite extracted from Erzurum / Horasan were given in Table 1.

Table 1. Properties of raw leonardite used in research

Analysis Parameter	**Unit**	**Analysis result (w / w)***
pH (21 °C)	-	5.90
Organic matter (70 ° C- 550 ° C)	%	63.90
Humidity (70 ° C)	%	34.60
Total (humic + fulvic) (Rc: 0.44)	%	60.90

* Analysis results are given on the amount of dry matter. Analyzes was made by agriO**Laben** Food and Agricultural Laboratory Services.

On April 25, 2019, the seeds of marigold were sown in viols with one seed per hole. It is recommended to use Leonardite as grinded in 0-3 mm dimensions (Engin 2013). The leonardite, which is in the form of rock, obtained as raw, has been crushed until it reaches the form of flour. The crushed and pulverized leonardite was weighed in the determined proportions. In the application of leonardite, which is the subject of the experiment, 2 l PE pots were used. The soil taken from the field was laid on the ground in the greenhouse and dried, and then the leonardite ratios were placed in pots on a weight basis and mixed homogeneously. The soil was kept mixed with the soil for about 40 days to ensure organic matter (leonardite) interaction. The pots of the groups to be treated with control and commercial humic acid were completely filled with soil. Commercial humic acid was given to each relevant pot in the amount of 30 ml l -1 with irrigation water near the root zone. Commercial humic acid named 'Hydro Humic 16' (Anonymous 2021) were used.

The study was designed in a randomized block trial pattern with 3 replications, 8 plants in each repetition, on 8 different subjects. Subjects were was created in the forms: T0: T0: Control [74 g (the total amount of the pot used) soil], T1: 1/64 leonardite (15.22 g leonardite + 958.78 g soil), T2: 1/32 leonardite (30.44 g leonardite + 943.56 g soil), T3: 1/16 leonardite (60.88 g leonardite + 913.25 g soil), T4: 1/8 leonardite (121.75 g leonardite + 852.25 g soil), T5: 1/4 leonardite (243.50 g leonardite + 730.50 g soil), T6: 30 ml l -1 humic acid (to the root zone) + soil, T7: 974 g leonardite. Plants did not live in the group (T7) in which leonardite was used completely, so they were not included in the experiment. At the time of 7 to 10 cm

height and 3-4 true leaves the seedlings was planted. The seedling planting was carried out on 31.05.2019, with 1 marigold plant in each pot. Plant development was regularly monitored, especially when yellowing was observed in groups with high leonardite levels, it was applied to the pots by diluting 20-20-0 NPK fertilizer in 2 applications, in total 4 g per pot on01.07.2019 and 18.07.2019.

Flowering time, number of side branches, number of leaves, plant height, stem diameter, number of dry leaves and shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight values were examined in all plants that came to the flowering period and the relevant values were analyzed by statistical analysis. The growing media reaction (pH) was measured potentiometrically with a glass electrode pH meter in a 1: 2.5 growing media -water suspension (Mclean, 1982). Lime (% $CaCO_3$) was determined as volumetric with Scheibler calcimeter (Nelson, 1982). The amount of organic matter (%) was determined with the Smith-Weldon method (Nelson, D.W., Sommers, 1982). The determination of exchangeable cations was determined by rinsing and extracting with ammonium acetate (1 N, pH = 7.0) followed by reading with Na, K, Ca and Mg ICP-OES (Rhoades, 1982). Phosphorus was determined by reading the light absorption of the blue colored solution formed according to the molybdophosphoric blue color method by reading in the 660 nm wavelength spectrophotometer (Olsen and Sommers 1982). Total nitrogen was determined by microkjheldahl method after wet decomposition with salicylic + sulfuric acid + salt mixture (Bremner, 1996) Fe, Mn, Zn and Cu quantities absorbable by the plant were determined by reading ICP-OES in the percolators extracted according to DTPA method (Lındsay and Norwell 1978). Total Pb, Cd and B heavy metals were determined according to AOAC (2005). The difference was tried to be determined in SPSS version 20.0 statistical software package program according to Duncan multiple comparison test.

RESULTS AND DISCUSSION

Plant Growth Parameters

While the mean of the latest flowering period and the number of side branches were obtained from 120.00 days and 17.33 (number plants -1), respectively, in T6 (commercial humic acid) application, the earliest flowering period, the lowest number of leaves and the lowest plant height were determined at T5 application, with 39.33 days, 19.33 number plants -1 and 41.78 cm, respectively (Table 2). It was determined that there is 5% difference at the importance level between the subjects. A difference was found between subject averages at 5%

significance level in Duncan test for all development parameters. The highest mean plant height, stem diameter, shoot fresh and root fresh and dry weight were obtained from T0 (soil only) application. However, T1 application and T6 application were in the same statistical group in terms of the highest average values obtained from the parameters of side branches, number of leaves, stem diameter, dry leaf number, shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight. In other words, there was no significant difference between the data obtained from raw leonardite used at T1 level and the data obtained from commercial humic acid. Considering at the values in general, the best values were observed in T0, and the worst development parameters were observed in T5 (Table 2, Table 3).

In the literature reviews, it was concluded that the doses of gidya, leonardite and zeolite used as 0%, 5%, 15% and 25% of the garden soil were incresased in growth parameters and yield components. In addition, it was concluded that leonardite caused more growth and yield increase in that of the others (Çivit, 2010). In this study we conducted, the results showed that the doses of raw leonardite used as 1/64 leonardite (v/v), 1/32 leonardite, 1/16 leonardite, 1/8 leonardite, 1/4 leonardite of the soil were decreased number of side branches, number of leaves, plant height and stem diameter of marigold. Leonardit's standard has been determined by the International Humic Substances Society (IHSS) (Dudley et al. 2004). According to this standard, physical and chemical properties of leonardite significantly affects on its degree of impact. In addition, it has been reported that leonardites used in agriculture should have properties close to the specifications stated as 11.85% of moisture level, 3.58 of pH and 65.50% of organic matter (Pertuit et al. 2001; Dudley et al. 2004). The moisture level, pH and organic matter ratio of the raw leonardite used in this study was determined as 34.60%, 5.90 and 63.90%, respectively (Table 1). Soil pH affects on many chemical, physical and biological events in the soil as well as the solubility of the plant nutrients in the soil. At the same time, when there is an acid reaction in the soil, that is, when the pH is low, many events that have bad effects on both soil and plants occur. In our study, especially in increasing in rates of leonardite, excessive yellowing and slowing of growth were observed in plants during plant development. In accordance with these reasons, it is thought that increasing in amounts of raw leonardite may have had toxic effects on marigold. The amount of EC obtained can also explain this situation (Table 4).

Earlier blooming was detected in leonardite applications when compared to T0 and T6 applications (Table 2). Ricardo et al. (1993) observed that the HA application provides early flowering and higher yield in marigolds, which are similar to the results of our study.

Shortening the crop cycle with early production reduces not only lowers production cost and increases in unit yield and profitability, but also the risk of crop damage due to different biotic and abiotic stresses. Results have shown that number of leaves per plant was significantly affected by T0, T1 and T6. These results are in accordance with the findings of Baldotto and Baldotto (2013), who reported greater number of leaves 'White Friendship' gladiolus, which might be due to improvement of micro and macro nutrient uptake from soils.

Table 2. Effects of leonardite applications on some growth parameters in marigold (*Tagetes patula* L.)

Applications	Flowering time (day)	Number of side branches	Number of leaves	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Number of dry leaves
T0 (Control)	97.67 b	5.67 d	27.83 a	44.53 de	6.46 a	8.67 cd
T1	65.52 c	15.67 ab	29.00 a	66.76 a	6.43 a	7.33 d
T2	62.00 c	13.00 bc	21.67 cd	60.79 b	5.89 abc	12.33 b
T3	61.33 c	11.33 c	23.67 bc	49.55 c	6.11 ab	14.83 a
T4	52.67 d	10.33 c	23.00 c	47.19 cd	5.08 c	11.00 b
T5	39.33 e	9.67 cd	19.33 d	41.78 e	5.24 bc	10.33 bc
T6 (Humic acid)	120.00 a	17.33 a	27.00 ab	46.80 cd	6.03 abc	8.67 cd
	F:246.71; P: 0.000	F:8.658; P: 0.000	F:9.552; P: 0.000	F:90.729; P: 0.000	F:3.37; P: 0.028	F:13.05; P: 0.000

The letters indicate different groups at the 5% level.

In our study, the lowest dose of raw leonardite (T1) generally affected on marigold plant growth at the same level as commercial humic acid (T6) in terms of parameters number of leaf, the number of side branches, shoot fresh weight, fresh and dry weight of root and stem diameter (Table 2 and 3). Therefore 1/64 leonardit level may be used in the cultivation of marigold. Dudley et al. (2004) determined that a sand and peat medium containing 7% leonardite is optimal for growing marigold seedlings and transplants. Sankari et al (2015) stated that foliar application of 0.2 per cent humic acid led to early spike emergence than control, the highest rachis length, spike length and number of florets per spike, an increase in corm weight, corm diameter and number of cormels.

Table 3. Effects of leonardit applications on shoot and root growth parameters in marigold (*Tagetes patula* L.)

Applications	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)
T0 (Control)	36.51 a	5.14 ab	24.68 a	1.70 a
T1	35.91 a	6.18 a	18.91 b	1.36 ab
T2	29.67 ab	5.34 a	16.85 bc	1.29 ab
T3	33.04 a	5.00 ab	16.99 bc	1.21 ab
T4	25.16 b	3.78 bc	13.36 cd	0.84 bc

T5	18.43 c	2.94 c	9.55 d	0.62 c
T6 (Humic acid)	33.51 a	5.57 a	21.76 ab	1.66 a
	F:9.44; P:0.000	F:5.816; P:0.003	F:9.795; P:0.000	F:4.752; P:0.008

Humic acid applications had a positive effect on many ornamental plants (Li and Evens, 2000; Arancon et al. 2003; Dudley et al. 2004; Nikbakht et al. 2008; Pin et al., 2011; Sankari et al 2015). In our study, it was determined that the lowest used raw leonardite positively affected on the development of marigold.

Nutrient Content of Growing Media

The characteristics of the growing media, plant genetic structure, climatic factors are the basic functional factors in plant growth and development. Being able to influence the characteristics of the cultivation media, which is one of these factors, by human intervention for the purpose; it lead to optimum plant growth and development. When the chemical content of leonardite levels in the growing media was examined, it was seen that different values were obtained from applications (Table 4,5, 6).

Table 4. pH, EC, lime, organic matter and total nitrogen contents of the samples taken from the growing media at the end of the experiment

Applications	pH (1:2.5)	EC Mikromhos cm^{-1}	Lime %	Organic Matter %	Total N %
T0 (Control)	6.71 ^{ns}	108.14 c	1.52 a	0.72 b	0.17 c
T1	6.82	110.25 c	1.43 ab	0.74 b	0.16 c
T2	6.59	116.94 bc	1.32 bc	0.77 b	0.19 bc
T3	6.79	113.05 bc	1.44 ab	0.75 b	0.16 c
T4	6.88	132.84 a	1.39 ab	0.78 b	0.39 a
T5	6.79	134.02 a	1.41 ab	0.76 b	0.37 a
T6 (Humic acid)	6.42	124.94 ab	1.24 c	2.64 a	0.23 b
	F:1.67; P:0.201	F:7.59; P:0.001	F:4.01; P:0.015	F:1593.71; P:0.000	F:41.35; P:0.000

$^{n.s}$. – non significant; the letters indicate different groups at the 5% level.

The effects of the applications on pH, Ca, Mg, Na, B, Cu, Fe, Zn and Mn parameters were found to be statistically insignificant (Table 4, 5, 6). Ülgen and Yurtsever (1974) reported that the limit values of lime in the growing media were between 5 and 15%. The amount of lime (1.24-1.52%) determined in the current study was far below these limit values; leonardite and humic acid applications did not affect on the amount of lime. The highest EC values were determined as 132.84 µmhos cm^{-1} and 134.02 µmhos cm^{-1}, respectively in T4 and T5

applications where the most intense leonardite was applied. These values determined in the growing environment indicate that there is higher salinity than other applications and this may explain the yellowing of the plants in this group. The highest organic matter ratio was determined in T6 application; other applications were in the same statistical group in terms of organic matter ratio. Total nitrogen, P and K amounts were determined at the highest rate in T4 and T5 applications (Table 4 and 5). Various studies on leonardite have shown that it has positive effects on intake of plant nutrients (Yolcu et al., 2011). Also, Daneshvar Hakimi Maibodi et al. (2015) reported that the humic substance was increased in the N and Ca mineral uptake as a result of the foliar application on the grass plant, that there was no effect on the intake of P, K and Fe minerals. It was determined that there were increases and decreases in plant quality and growth parameters due to this.

Table 5. P, K, Ca, Mg and Na contents of the samples taken from the growing media at the end of the experiment

Applications	P	K	Ca	Mg	Na
			mg kg^{-1}		
T0 (Kontrol)	3.30 c	152.24 b	1336.36 ^{ns}	73.51 ^{ns}	16.45 ^{ns}
T1	3.35 c	154.44 b	1360.92	74.57	16.71
T2	3.55 c	163.52 b	1450.04	78.94	17.61
T3	3.45 c	222.08 b	1405.29	76.86	17.15
T4	8.21 a	350.53 a	1481.45	80.49	17.88
T5	8.07 a	344.27 a	1430.46	78.12	17.40
T6 (Humic acid)	5.01 b	174.88 b	1557.89	78.32	18.75
	F:53.91; P:0.000	F:15.00; P:0.000	F:1.66; P:0.203	F:1.68; P:0.198	F:1.98; P:0.136

Means followed for the same letter (s) in the column do not differ significantly at $p<0.05$.

Table 6. B, Cu, Fe, Zn and Mn contents of samples taken from growing media at the end of the experiment

Applications	B	Cu	Fe	Zn	Mn
			mg kg^{-1}		
T0 (Kontrol)	0.037 ^{ns}	0.84 ^{ns}	3.33 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.18 ^{ns}
T1	0.037	0.85	3.35	0.21	0.18
T2	0.037	0.92	3.57	0.22	0.19
T3	0.033	0.86	3.38	0.21	0.18
T4	0.037	0.94	3.64	0.23	0.19
T5	0.037	0.92	3.58	0.22	0.19
T6 (Humic acid)	0.037	1.00	3.85	0.24	0.23
	F:0.04; P:1.000	F:2.14; P:0.113	F:1.45; P:0.266	F:1.42; P:0.274	F:3.95; P:0.016

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, it was concluded that the increasing in rates of raw leonardite extracted from Erzurum-Horasan in marigold (*Tagetes patula* L.) cultivation did not positively affect on the quality characteristics and plant growth of this ornamental plant positively. In other words, increasing rates of raw leonardite marigold adversely affected plant growth. Decreased growth associated with high raw leonardite levels may have led to reduced micronutrient availability in plant roots due to excessive ligands (Ayuso et al., 1996), physical properties of the environment becoming unfavorable for growth, or both. (Dubley et al. 2004). In general, the most successful applications were T0, T1 and T6. However, looking at the previous studies, it has been determined that such organic materials especially the processed ones increase in the yield and development parameters more. The first reason for this situation can be that the leonardite used is raw; the second reason can be stated as the lack of a special fertilization program in addition to leonardite and the lack of better effect due to combined use. In addition, the insufficiency of the leonardite's staying time in the soil and the incubation may be one of the reasons. As a result, when the level of raw leonardite in the soil was increased, a slowdown in the development of marigold and yellowing of its leaves were observed. Thus, it has been demonstrated that the lowest level of raw leonardite can be used in the cultivation of this species, and the plant growth can be positively affected by adding commercial humic acid at the appropriate dose to the soil. This study reveals the necessity of ensuring and determining the application conditions very well and the application rates should be determined according to the species. For marigold, it is thought that the application of leonardite from the soil alone will not be sufficient during the season, and it is necessary to work in chemical fertilizer and chemical + organic fertilizer combination applications. As a result of this study, awareness can be raised on local resources. The results of this study can create awareness on local resources and may be presented contribution to evaluate the Turkey's leonardit sources. In addition to contributing to the increase in crop production and quality, it can also pave the way to make use of natural origin reserves that are easy to find and cheaper to obtain.

REFERENCES

Anonymous 2021. https://hydrofert.it/wp-content/uploads/2021/02/Catalogo-IT-EN_Hydrofert.pdf (Access date: 12.02.2021)

AOAC, (Association of Official Analytical Chemists-International) 2005. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC-Int., Arlington, VA.

Arancon, N.Q., S. Lee, C.A. Edwards, and R. Atiyeh. 2003. Effect of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicompost on growth of green house plants. Pedobiologia 47:741-744.

Ayuso, M., Hernandez, T., Garcia, C. and Pascual, J.A. 1996. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. Bioresource Technology, 57, 251–257.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series Number 5. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 1085-1121.

Çivit B. 2010. Bazı doğal maddelerin (gidya, zeolit ve leonardit) marulda (*Lactuca sativa* L.var longifolia) verim ve büyüme üzerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. 38 s.

Daneshvar Hakimi Maibodi, N., Kafi, M., Nikbakht, A., Rejali, F. 2015. Effect of foliar applications of humic acid on growth, visual quality, nutrients content and root parameters of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Journal of Plant Nutrition, 38(2), 224-236.

Dudley, J. B., Pertuit, A. J., Toler, J. E. 2004. Leonardite influences zinnia and marigold growth. HortScience, 39(2), 251-255.

Engin, V. T. (2013). Türkiye leonarditlerinin değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).

Engin, V. T., Cöcen, İ., İnci, U. 2012. Leonardite in Turkey. Sakarya Üniversity Fen Edebiyat Dergisi, 1, 435-443.

Erkoç, İ. 2009. Sera Şartlarında Domates Yetiştiriciliğinde Kükürt ve Leonardit Uygulamalarının Fosfor Yarayışlılığına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 10-13 s.

Li, G., M.R. Evens. 2000. Humic acid substrate treatments and foliar spray application effects on root growth and development of seedlings. HortScience 35:434.

Lındsay, W. L., W. A. Norwell, 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol: 33, p:49-54.

Liu, Y.T., Chen, Z.-S., Hong, C. Y. 2011. Cadmium-induced physiological response and antioxidant enzyme changes in the novel cadmium accumulator, *Tagetes patula*. Journal of Hazardous Materials, 189 724-731.

Mclean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement, pp,199-224. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties In: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney eds). 2nd Ed., ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA.

Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. pp, 191-197.Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological propertiesIn: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney

Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Organic Matter, pp, 574-579. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological propertiesIn: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney eds.). 2nd Ed., ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA.

Nikbakht, A., M. Kafi, M. Babalar, Y.P. Xia, A. Luo, N. Etemadi. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition 31:2155- 2167.

Olsen, S.R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. pp, 403-427. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological propertiesIn: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney eds.). 2nd Ed., ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA.

Pertuit, A.J., Dudley, J.B. Toler, J.E. 2001. Leonardite influences tomato seedling growth. HortScience, 36, 913-915.

Pertuit, A.J., Jr. 1995. Effects of Leonardite and seaweed on tomato, zinnia, and marigold seedlings. HortScience, 30, 421-657.

Pin, L., S. Guang, and Z. Lin. 2011. Effect of humic acid from straw on growth and pest resistance of Salvia splendens. en.cnki.com. cn. doi:cnki:sun:fzsa.0.2011-03-007.

Priyanka D, Shalini T, Navneet V K 2013. A brief study on marigold (*Tagetes* sSpecies): a review. International Research Journal of Pharmacy, 4(1):43-48.

Reynolds, A.G., Wardle, D.A., Drought, B. Cantwell, R. 1995. "Gro-Mate" soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. HortScience, 30(3), 539-542.

Rhoades, J.D., 1982. Exchangeable Cations. Pp, 159-164. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties In: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney eds.). 2nd Ed., ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA.

Ricardo, R., P. Raymond, Poincelot, P.B. Graeme. 1993. The use of a commercial organic bio-stimulant for improved production of marigold cultivars. Journal of Home and Consumer Horticulture 1:83-93.

Sankari, A., Anand, M., Arulmozhiyan, R. 2015. Effect of biostimulants on yield and post harvest quality of gladiolus cv White Prosperity. Asian Journal of Horticulture 10(1): 86-94.

Sesveren, S., Taş, B. 2018. Farklı Leonardit Düzeylerinin Kıvırcık Yaprak Salatada (Lactuva sativa var. crispa) Su Tüketimi ve Bazı Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, *6*(4), 421-426.

Sharma, P., Abrol, A., Qureshi, A., Sharma, S. 2019. Role of biostimulants with special reference to Panchgavya and Jeevamrit in floriculture-a review. AgricINTERNATIONAL, *6*(1), 23-32.

Ülgen, N. N. Yurtsever. 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Teknik Yayınlar Serisi No.28. Ankara.

Yolcu, H., Seker, H., Gullap, M., Lithourgidis, A., Gunes, A. 2011. Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*'Lolium multiflorum*'Lam.) under semiarid conditions. Australian Journal of Crop Science, 5(8), 926-931.

ANTIOXIDANT AND TOTAL PHENOLIC CONTENTS OF SOME NATIVE GRAPE CULTIVARS GROWN IN ADIYAMAN PROVINCE

Ozkan KAYA

Erzincan Horticultural Research Institute, 24060 Erzincan, Turkey

ORCID number; 0000-0002-1679-6125

Abstract

Phenolic compounds in grapes are very important in terms of eliminating free radicals. It is known that most phenolic compounds have antioxidant activity and protect cells against oxidative damage caused by free radicals. In this study, therefore, antioxidant activity and total phenolic composition were determined by spectrophotometric method in fresh grape extracts grown in the Adıyaman province of Turkey. Antioxidant activity content in fresh grape berries was found to be 165.83, 201.70, 268.22 and 295.19 µg 100 g^{-1} in Kızıl Üzüm, Deve Gözü, Mazrone and Siyah Üzüm cultivars, respectively, while total phenolic contents were found to be 1.95, 2.82, 2.83 and 3.96 mg GAE g^{-1}, respectively. The results of our work indicated that four different grape cultivars are an important antioxidant and phenolic substance store, especially Siyah Üzüm and Mazrone. To sum up, it can be stated that these grapes are against oxidative stress in terms of both food and human health due to their strong antioxidant properties.

Key Words: Grape, spectrophotometric methods, total antioxidant, total phenolic

1. Introduction

Considering the negative effects of drugs, the idea of using natural foods to prevent diseases and provide a healthier living standard, instead of using drugs for the treatment of the disease, increases its importance day by day. During the transformation of food into energy by burning in our body, free radicals, also called toxins, are released. Free radicals are chemical structures that contain one or more unpaired electrons in their outer orbits. These structures cause oxidation in our body, leading to diseases and aging (Kovacic et al., 2005). However, many studies have proven that the consumption of grapes reduces the risk of diseases such as cancer and cardiovascular caused by toxic substances. It provides protection against these diseases with the help of beneficial substances such as fibers, minerals, phenolics, amino acids, vitamins, antioxidants and flavonoids in grapes (Perestrelo et al., 2014). Grape

phenolics consist of two groups called flavonoids (anthocyanin-3-ols, flavonoids and flavans) and non-flavonoids (hydroxybenzoic, acids, hydroxycinnamic acids, and stilbens) compounds (Keskin et al., 2018). Phenolic compounds known as polyphenols play a key role in the quality criteria of grape berries such as antioxidant, taste and color (Shahidi and Ambigaipalan 2015). Many studies have revealed that grapes are good sources of phenolic antioxidants (Fernandez et al., 1993; Kammerer et al.,2004; Hollecker et al., 2009).

Genetic, environmental and agronomic factors have an important effect on the composition and amount of the antioxidant and phenolic compounds in grapes. Climate and soil conditions, cultural processes, grape ripening status, crop load, organic or traditional cultivation method, green fertilization and rootstocks affect the status of phenolic substances, and also these substances may also vary by years (Cheng et al., 2017). Additionally, local differences affect the development of the vine, the ripening of the grape, the composition and sensory properties of the grape and wine (Bonino et al., 2003). In recent years, many studies have been carried out on the change of the antioxidant and phenolic compounds of grape varieties according to the regions around the world (Silva and Queiroz 2016; Poroch Seritan et al., 2016; Simon et al., 2017). However, studies on antioxidant and phenolic compounds of grape varieties, especially local genotypes, are limited in Turkey. Therefore, new studies are needed to determine the regional characteristics of local genotypes and reveal the differences between varieties. In this context, the objectives of the present work were to determine the antioxidant activity and total phenolic composition of four different grape cultivars grown in Adıyaman province.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Deve Gözü, Siyah Üzüm, Mazrone and Kızıl Üzüm (*Vitis vinifera* L.) grape varieties obtained from the farmer's vineyard in the Adıyaman province were used as the plant material in this study carried out in 2020. Ripening in berries was determined by measuring the amount of dry matter in the vineyard with the help of a digital refractometer. When the dry matter value reached 17% -18%, the clusters were cut and the berries were grained with the Amerine and Cruess (1960) method (taking the berries from each 1/3 of the clusters) and kept on -20°C until the analysis.

2.2. Antioxidant activity (FRAP) analysis of samples

Antioxidant activity in the samples was determined by using a FRAP method (Ferric Reducing Antioxidant Power - Iron (III) Reducing Antioxidant Power). The absorbance value of the prepared solutions was read at 593 nm wavelength in the spectrophotometer. The results were calculated by drawing the curve with standard trolox (6-hydroxy - 2,5,7,8-tetramethylchroman- 2 - carboxylic acid) solutions prepared with different contents. Antioxidant activity values were expressed as µg trolox at 100 g^{-1} fresh weight (Fw).

2.3. Total phenolic compound analysis of samples

For total phenolic compound analysis, 5 g of pureed berry sample was taken, 25 ml of methanol was added on it and homogenized for 2 minutes with a homogenizer (Ika Ultra-Turrax T20 Basic, Germany) at medium speed, and then kept for 30 minutes at room temperature in dark conditions. Samples were filtered through filter paper and taken into Eppendorf tubes and stored at -80°C until analysis. The total phenolic content was determined by the Folin-Ciocaltaeu calorimetric method by reading the absorbance of the solutions at a spectrophotometer (Varian Bio 100, Australia) at a wavelength of 725 nm (Swain and Hillis 1959), the total phenolic content expressed as mg Gallic acid equivalent (GAE) g^{-1}.

2.4. Statistical Analysis

Descriptive statistics for the features considered; it is expressed as mean, standard deviation, minimum and maximum value. In terms of these characteristics, the *Kruskal-Wallis* test was used to compare the groups. The statistical significance level was taken as 5% in calculations and SPSS statistical package program was used for calculations.

3. Results and Discussion

It is known that climatic factors such as temperature, humidity, sun exposure in the region where grapes are grown, as well as the location and height of the grape growing are important factors affecting the synthesis of phenolic compounds, antioxidant substances and other phytochemicals (Keskin et al., 2018). There was a significant difference *($p<0.05$)* between grape varieties in terms of total phenolic and antioxidant contents (Table 1). The total phenolic content of the cultivars varied between 1.95 mg GAE g^{-1} (Kızıl Üzüm) and 3.96 mg GAE g^{-1} (Siyah Üzüm), and the order of the cultivars according to the lowest content from the highest phenolic content was Siyah Üzüm > Mazrone > Deve Gözü > Kızıl Üzüm. On the other hand, the antioxidant content of grape varieties varied between 295.19 µg 100 g^{-1} (Siyah

Üzüm) and 165.83 µg 100 g^{-1} (Kızıl Üzüm), and they followed the order of Siyah Üzüm > Mazrone > Deve Gözü > Kızıl Üzüm (Table 1). In our findings, it was observed that varieties with high total phenolic content among grape varieties have similarly high antioxidant content. It can, indeed, be considered that there is a positive correlation between phenolic content and antioxidant content in varieties. Our findings are consistent with studies suggesting that there is a positive correlation between the total phenolic and antioxidant contents of grapes (Xing et al., 2015; Keskin et al., 2018).

Table 1. Descriptive statistics and comparative results for antioxidant and total phenolic content of grape cultivars

Properties	Cultivars	Mean	Standard Deviation	Standard Error	P (%5)
Antioxidant (µg 100 g^{-1})	Deve gözü	201.70 c*	3.39	2.40	0.005
	Mazrone	268.22 b	3.54	2.50	
	Siyah Üzüm	295.19 a	1.39	0.98	
	Kızıl üzüm	165.83 d	0.51	0.36	
	Total	232.73	55.06	19.46	
Total phenolic (mg GAE g^{-1})	Deve gözü	2.82 b	0.08	0.06	0.005
	Mazrone	2.83 b	0.04	0.03	
	Siyah Üzüm	3.96 a	0.02	0.02	
	Kızıl üzüm	1.95 c	0.04	0.03	
	Total	2.89	0.765	0.27	

***:** The difference between the means of the cultivars that take different letters for each trait is important ($p < 0.05$)

The compositions and amounts of phenolic substances in different parts of the grape berry such as skin, berry pulp and seed are different. Many studies have reported that the amount of phenolic matter of grapes is mostly in the seed, followed by the berry skin, whole berry and berry pulp (Farhadi et al., 2016; Xu et al., 2017). However, it is generally stated that red and black grapes contain higher phenolic substances than white grapes and this is due to the anthocyanin content in the skin of they. In addition, varieties such as Alicante Bouschet, which are colored fruit pulp have higher values in terms of phenolic composition than other varieties (Yeğin and Uzun 2017). Cabernet Sauvignon and Alicante Bouschet varieties grown in two different regions under Portuguese conditions have been compared, and their phenolic content was 0.288 and 1.114 mg g^{-1} and the flavonoid amount was 0.192 and 1.028 mg g^{-1}, respectively. In addition, it has been reported that this variety may change up to 50% in the amount of phenolic material over the years (Costa et al., 2015). In some studies, however, it

has been reported that the high amount of phenolic substance is due to the genotypic structure rather than the color, and black colored grapes such as Baco noir contain lower phenolic substances than white colored grapes such as Riesling (Yang et al., 2009). In the present study, indeed, both total phenolic and antioxidant content of Siyah Üzüm cultivar with black skin color was found to be higher than other varieties, and these findings are in line with previous study results.

It has been accepted that the amount of phenolic substance per unit weight may have been higher in the skin, as the berry pulp in grapes has a waterier structure than the skin. In addition, berry pulp is the part where phenolic substances are the least, so in small grains, the unit weight of the grains is mostly composed of skin and seeds (Yeğin and Uzun 2017). This situation causes the amount of phenolic substance in 100-gram unit weight of grape berries with less fruit pulp or smaller berries to be higher. As a matter of fact, it has been determined that the differences between the varieties can be caused by many different reasons, from the water content of the berry to its size (Kanner et al., 1994). In our study, although Mazrone is a white grape variety, the total phenolic and antioxidant content of the whole berry was found to be higher than the black colored varieties. We think this is due to the fact that the berries of the variety are smaller than the other varieties, and this was similar to the previous literature.

4. Conclusion

In this study, four grape cultivars from the Adıyaman province of Tukey were analyzed for total phenolic contents and antioxidant activity in their berries extracts. It was made clear that grapes grown in same condition have different amount antioxidant activity and total phenolic contents. The results showed a positive relationship between antioxidant activity and total phenolic contents. According to achieved results in the current study, highest total phenolic content and antioxidant capacity of grapevine, especially Siyah Üzüm and Mazrone, had shed light on using them as some health supplement rich in natural antioxidants. In summary, this study revealed that local varieties are a potential source of natural for total phenolic contents and antioxidant activity, which have positive effects on human health.

Conflict of interest

There is no conflict of interest.

Acknowledgements

The author thanks Nurhan Keskin and Sıddık Keskin for assisting in performing biochemical analysis and statistical analysis.

References

Amerine, M.A. Cruess M.V., 1960. The technology of wine making. The Avi Publishing Comp., Inc. Westport, Connecticut, U.S.A., 709pp.

Bonino, M., Scellino, R., Rizzi, C., Aigotti, R., Delfini, C., Baiocchi, C., 2003. Aroma compounds of an Italian wine (Ruche) by HS-SPME analysis coupled with GC–ITMS. Food Chemistry. (80), 125–133.

Cheng J., Wei, L., Mei, J., & Wu, J. (2017). Effect of rootstock on phenolic compounds and antioxidant propertiesin berries of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Red Alexandria'. Scientia Horticulturae, 217:137-144.

Costa, E., Silva, J., Cosme, F., & Jordao, A.M. (2015). Adaptability of some French red grape varieties cultivated at two different Portuguese terroirs: Comparative analysis with two Portuguese red grape varieties using physicochemical and phenolic parameters. Food Research International, 78:302-312.

Farhadi, K., Esmaeilzadeh, F., Hatami, M., Forough, M., & Molaie R. (2016). Determination of phenolic compounds content and antioxidant activity in skin, pulp, seed, cane and leaf of five native grape cultivars in West Azerbaijan province, Iran. Food Chemistry, 199:847-855.

Fernandez de Simon, B., Hernandez, T., & Estrella, I. (1993). Phenolic composition of white grapes (Var Airen). Changes during ripening. Food Chemistry, 47, 47–52.

Hollecker, L., Pinna, M., Filippino, G., Scrugli, S., Pinna, B., Argiolas, F., et al. (2009). Simultaneous determination of polyphenolic compounds in red and White grapes grown in Sardinia by high performance liquid chromatography–electron spray ionization–mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1215, 3402–3408.

Kanner, J., Frankel, E., Granit, R., German, B., & Kinsella, J.E. (1994). Natural antioxidants in grape and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(1):64-69.

Kammerer, D., Claus, A., Carle, R., & Schieber, A. (2004). Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (Vitis vinifera L.) by HPLC-DAD-MS/ MS. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 4360–4367.

Keskin, N., Çavuşoğlu, Ş., Türkoğlu, N., Özrenk, K., & Kunter, B. (2018). Siirt ili asma gen kaynakları içerisinde öne çıkan bazı yerli üzüm çeşitlerinin toplam fenolik ve antioksidan içerikleri. *Bahçe*, *47*, 326-330.

Kovacic, P., Pozos, R. S., Somanathan, R., Shangari, N., & O'Brien, P. J. (2005). Mechanism of mitochondrial uncouplers, inhibitors, and toxins: focus on electron transfer, free radicals, and structure-activity relationships. *Current medicinal chemistry*, *12*(22), 2601-2623.

Perestrelo, R., Silva, C., Pereira, J., & Câmara, J. S. (2014). Healthy effects of bioactive metabolites from Vitis vinifera L. grapes: A review. Grapes: Production, phenolic composition and potential biomedical effects, 305-338.

Poroch Seritan, M., Jarcau, M., Vornicu, I. 2016. Correlation between antioxidant activity and total polyphenols content of autochthonous wine variety Feteasca Neagra. *Lucrari Stiintifice, Universitatea de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara 'Ion Ionescu de la Brad', Iasi, Seria Agronomie, 59(2:, 393 398.*

Shahidi, F., Ambigaipalan, P. 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects A review. Journal of Functional Foods, 18: 820 897.

Silva, L.R., Queiroz, M. 2016. Bioactive compounds of red grapes from Dao region (Portugal): evaluation of phenolic and organic profile. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6 (4): 315 321.

Simon, S., Malinovski, L. I., Panceri, C. P., Brighenti, A. F., Vanderlinde, G., Bordignon Luiz, M. T., Silva, A. L. 2017. Productive and qualitative characterization of 'Merlot' grapes (*Vitis vinifera* L.) in Campo Belo do Sul, Santa Catarina State, Brazil. Acta Horticulturae, (1157): 337 342.

Swain, T., Hillis, W.E., 1959. The Phenolic Constituents of Prunus domestica I. The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, 10:63–68.

Xing, R.R., He, F., Xiao, H.L., Duan, C.Q., Pan, Q.H., 2015. Accumulation pattern of flavonoids in Cabernet Sauvignon grapes grown in a lowlatitude and high–altitude region. S. Afr. J. Enol. Vitic, 36(1):32–43.

Xu, C., Yagiz, Y., Zhao, L., Simonne, A., Lu, J., & Marshall, M.R. (2017). Fruit quality, nutraceutical and antimicrobial properties of 58 muscadine grape varieties (*Vitis rotundifolia* Michx.) grown in United States. Food Chemistry, 215:149-156.

Yang, J., Martinson, T.E., & Liu, R.H. (2009). Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. Food Chemistry, 116:332-339.

Yeğin, A. B., & Uzun, H. İ. (2018). Bazı üzüm genotiplerinin farklı kısımlarının fenolik madde ve antioksidan aktivite değişimleri. *Derim*, *35*(1), 1-10.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

BALIK TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Gökhan ARSLAN[1], Mehtap BAYIR[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 0000-0002-8634-8598

[2]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 0000-0002-7794-1058

ÖZET

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz, önemli su kaynaklarına sahiptir. 8333 km'lik kıyı şeridi 177.714 km uzunluğunda nehirleri, zengin su kaynaklarına sahip olan Türkiye Deniz ve içsu kaynaklarının 25 milyon hektar olan yüzey alanları, orman alanlarından fazla, tarım alanlarına ise hemen hemen eşittir. Bu potansiyel su ürünleri yetiştiricilik sistemleri açısından da son derece önemlidir. Özellikle son zamanlarda üretim miktarı artış eğilimindedir. Bu durumun nedenleri arasında balık etine yönelik talep miktarı son derece önemlidir. Dünya genelinde balık tüketim değeri 20,3 kg/kişi dir. Ülkemizde balık tüketim değeri ise dünya ortalamasının çok altında 6,3 kg/kişi seviyelerindedir. Ülkemizde balık tüketimine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Balık tercihlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmalarda tüketimi etkileyen bazı nedenler ortaya konulmuştur. Beslenme alışkanlıkları, gelir düzeyi ve balık fiyatları, eğitim seviyeleri ve balık tüketiminin sağlık açısından önemi bunlardan bazılarıdır. Beslenme alışkanlıkları bireylerin yaşamış olduğu bölgenin yemek kültürüyle ilişkilendirilmiş ve balık tüketim tercihlerini etkilediği anlaşılmıştır. Yine gelir düzeyi ve balık fiyatları dikkate alınarak yapılan çalışmalarda gelir düzeyinin yüksek olduğu bireylerin daha fazla balık tükettikleri anlaşılmıştır. Genel olarak balık fiyatlarını pahalı bulan bireyler çoğunluktadır. Bu durum su ürünleri sektörünün stratejik planlamalarına önemli bir veri kaynağıdır. Yine yapılan çalışmalar göstermiştir ki eğitim seviyeleri yüksek olan bireyler düşük olan bireylere oranla daha fazla balık tüketmektedirler. Balık tüketimini etkileyen bir diğer önemli faktör ise insan sağlığına pozitif anlamda yapmış olduğu etki olarak ortaya çıkmıştır. Bağışıklık sistemine pozitif etkilerinden dolayı balık eti tüketimi uzmanlar tarafından tavsiye edilmektedir. Gelişmiş ülkelerin balık tüketim değerlerinin yüksek olması toplumların sağlıklı beslenmeleriyle yakından alakalıdır. Ülkemiz balık tüketim nedenleri değerlendirilmiş ve bu nedenlerin balık tüketimine pozitif manada etki yapabileceği fikirler ortaya konularak ülke genelindeki balık tüketim değerinin artması arzu edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Ürünleri, Balık Eti, Balık Tüketimi

AFFECTING FACTORS of FISH CONSUMPTION

ABSTRACT

Turkey, surrounded by seas on three sides, has important water resources. Turkey has rich water resources with 8333 km of coastline and 177.714 km rivers, and total surface areas of sea and inland water resources are 25 million hectares. Therefore, the water resources of

Turkey are more than the surface area of forest and almost equal to the agricultural lands. This potential is also extremely important for aquaculture systems. Aquaculture production increases in recent years because of increasing fish demand. The fish consumption value in our country is 6.3 kg / person, far below the world average while worldwide fish consumption value is 20.3 kg / person. Many studies have been conducted on fish consumption in our country. In these studies to determine fish preferences, some factors affecting consumption were revealed. Nutritional habits, income level, fish prices, education levels and the the importance of fish consumption for health are some of these factors. It has been understood that eating habits are related to the food culture of local people and affect their fish consumption preferences. However, it has been understood that people who has high income levels consume more fish consumption in researches conducted considering the income level and fish prices. Therefore, in general, it has been found that the majority of people find fish prices high. This is an important source of data for the strategic planning of the fisheries industry. Another important factor affecting fish consumption has emerged as its positive effect on human health. Consumption of fish meat is recommended by experts due to its positive effects on the immune system. The high consumption of fish in developed countries is closely related to the healthy diet of the societies. Fish consumption in our country was evaluated and it was desired to increase the value of fish consumption throughout the country by putting forward ideas that could have a positive effect on fish consumption.

Keywords: Aquaculture, Fish meat, Fish consumption

BALIK TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Giriş

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz, akarsu, göl, gölet ve baraj gölleri gibi önemli su kaynaklarına sahiptir. 8333 km'lik kıyı şeridi 177.714 km uzunluğunda nehirleri, zengin su kaynaklarına sahip olan Türkiye Deniz ve içsu kaynaklarının 25 milyon hektar olan yüzey alanları, orman alanlarından fazla, tarım alanlarına ise hemen hemen eşittir (Anonim, 2007). Bu potansiyel su ürünleri yetiştiricilik sistemleri açısından da son derece önemlidir. Özellikle son zamanlarda üretim miktarı artış eğilimindedir. Bu durumun nedenleri arasında şüphesiz sağlıklı beslenme ihtiyacı ilk sıralarda yer almaktadır. Yapılan çalışmalar balık etinin, içeriği bakımından insan sağlığına pozitif etkiler yaptığı yönündedir (Ruxton at al., 2004; Şengör ve Erkan, 2002; Baygar, 2004; Maskan, 2005; Sheeshka and Murkin,2002; Tatar, 1995; Artemis et al., 2000; Valfre at al., 2003;). Gelişmiş ülkeler sağlıklı yaşam ile beslenme arasındaki yakın ilişkinin bilincindedir. Bu sebeple, besin içeriği yüksek, hayvansal proteinli gıdaların tüketim değeri ile ülkelerin gelişmişlik düzeyleri doğru orantılıdır. Bu ülkelerde günlük protein tüketiminin %59,2'si, hayvansal gıdalardan sağlanırken gelişmekte olan ülkelerde bu rakam %12,8'dir (Balık, Yardımcı ve Turhan, 2013). Ülkemizde hayvansal protein tüketim değeri ise gelişmiş ülkelerin1/3'ü seviyesindedir. Protein ihtiyacının en azından üçte birinin hayvansal gıdalardan sağlanması sağlıklı bir beslenme için son derece önemlidir. Bu da günlük ortalama 35 g hayvansal proteinin tüketilmesi anlamına gelmektedir. bu nedenle

yumurta, beyaz et, süt, ve kırmızı etin düzenli bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir (İnanlı ve ark., 2011). Bu değerin alınmadığı durumlarda çeşitli hastalıkların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Özellikle son zamanlarda insanoğlunun karşı karşıya kaldığı hastalıklar arasında kalp-damar, yüksek tansiyon, şeker ve kolesterol önemli bir yer tutmaktadır. Bu hastalıkların temelinde kalıtsal faktörlerin dışında şüphesiz beslenme şekli ve türü çok önemlidir. teknolojinin gelişimine paralel olarak dünya genelinde çok sayıda balık etinin bahse konu hastalıkların tedavisinde ve koruyuculuğunda olumlu etki yaptığına yönelik araştırmalar mevcuttur (Turan ve ark., 2006; Atar ve Alçiçek, 2009). Sağlıklı beslenme açısından önemli olan balık etinin ve genel anlamda su ürünlerinin 1961 yılından bugüne kadar, tüketim oranı, dünya nüfus artışının önüne geçmiştir. Dünya su ürünleri tüketimi 1961 yılında 9 kg/kişi seviyesindeyken 2015 yılı itibariyle 20,3 kg seviyelerine çıkmıştır (FAO, 2018). Ülkemizde balık tüketimi ise dünya ortalamasının oldukça altında kalarak 6,3 kg olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Bu durum şüphesiz sağlıklı beslenme açısından olumsuz bir durumdur. Ülkemizde balık tüketimine yönelik yapılan araştırmalarda tercih edilmeme sebepleri de araştırılmıştır (Arslan, 2019; Cevger ve ark., 2008; Şenol ve Saygı, 2001; Adıgüzel ve ark., 2009; Çolakoğlu ve ark., 2006; Saygı ve ark., 2006; Arslan ve Avcıoğlu, 2020).

Beslenme Alışkanlığı

Beslenme alışkanlığı, bireylerin küçük yaştan edinmiş oldukları alışkanlıklardır. Özellikle denize kıyısı olmayan illerde ki balık tüketim değerinin denize kıyısı olan illere oranla düşük olması bireylerin beslenme alışkanlıklarıyla ilişkilendirilmektedir. Denize kıyısı olan Ordu ili ve denize kıyısı olmayan Erzurum ilinde benzer teknikler kullanılarak yapılan araştırma sonuçları bireylerin balık tüketimine bakış açılarını göstermektedir (Balık, Yardımcı ve Turhan, 2013; Karakulak, Arslan ve Yanık, 2020). Ordu ilinde yapılan bir araştırmada balık tüketim sıklığı sorusuna 600 katılımcının %17,4'ü haftada birden fazla, %34,8'i haftada bir, %36,7'si 15 günde bir ve %11,1' ise ayda bir şeklinde cevap vermişlerdir (Balık, Yardımcı ve Turhan, 2013). Denize kıyısı olmayan Erzurum ilinde benzer şekilde yapılan araştırmada ise 677 katılımcıya balık tüketim sıklığı sorusu yöneltilmiş ve katılımcıların %20,7'si haftada bir, %25,6'sı 15 günde bir, %38'i ayda bir ve %15,7'si ise yılda bir olarak cevap vermişlerdir (Karakulak, Arslan ve Yanık, 2020). Bu sonuçlardan hareketle beslenme şeklinin küçüklükten oluşan alışkanlıklarla ilgili olduğu ve bireylerin damak lezzetlerini bulunmuş oldukları bölgelere göre farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ülkemizde özellikle denize kıyısı olmayan bölgelerin balık tüketim değerleri oldukça düşüktür.

Gelir Düzeyi ve Balık Fiyatları

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki balık fiyatları genel olarak pahalı bulunmaktadır. Gelir düzeyleri arttıkça bireylerin daha fazla balık tüketmesi mevcut durumun doğal bir sonucudur. Özellikle denize kıyısı olmayan illerde yaşayan bireylerin önemli bir bölümü balık fiyatlarının pahalı olduğuna yönelik fikirler beyan etmiştir. Balık etinin yenilebilir kısmı düşünüldüğünde bireyler kırmızı eti tercih etmektedirler. Özellikle yapılan çalışmalarda balık fiyatları ucuzlamış olsa balık tüketir misiniz sorusuna katılımcıların büyük bir kısmının evet cevabını vermesi sektörel anlamda önemli bir veridir. Netice itibariyle ülkemiz balık tüketimini

bireylerin gelir durumları ve balık fiyatları etkilemektedir (Gürel ve ark., 2017; Karakulak, Arslan ve Yanık, 2020; Arslan ve Avcıoğlu, 2020; Karakaya ve Kırıcı, 2016; Bashimov, 2017).

Eğitim Seviyesi

Balık tüketim durumunun belirlenmesinde eğitim düzeyi de belirleyici faktörler arasındadır. Özellikle eğitim seviyesi daha yüksek bireylerin balık tüketim değerleri eğitim seviyeleri düşük olan bireylere oranla daha fazla olduğu bilinmektedir (Karakaya, 2020; Arslan ve Avcıoğlu, 2020; Genç, Albayrak ve Güldal, 2020; Çolakoğlu ve ark., 2006; Orhan, Yüksel, 2010). Eğitim seviyesinin artması balık etinin sağlık açısından öneminin anlaşılmasına da vesile olmaktadır. Sağlıklı beslenmek, hastalıklara karşı daha güçlü bir bağışıklık sistemine sahip olmak için şüphesiz beslenme şekli ve tercihi önemlidir. Bu durum eğitim seviyesi yükseldikçe daha net bir şekilde anlaşılmakta ve bu duruma paralel olarak bireylerin eğitim seviyeleri yükseldikçe balık tercihleri de artmaktadır.

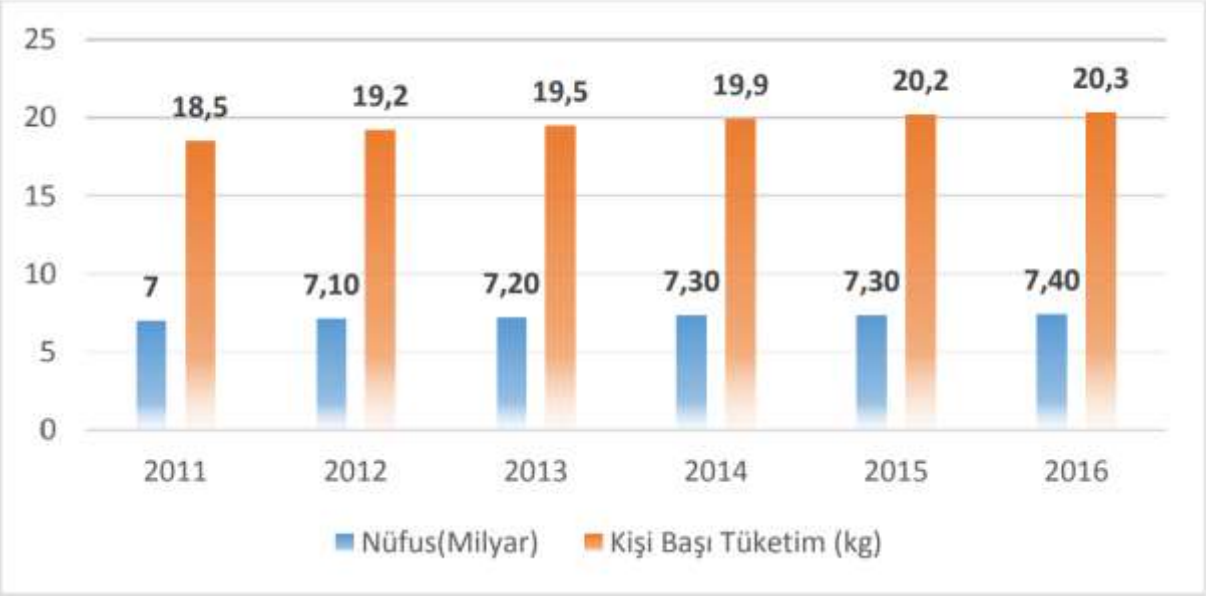
Sağlık

Balık etinin içeriği insan sağlığı açısından önemlidir. Gelişen teknolojiye paralel olarak yapılan araştırmalar balık tüketiminin insan sağlığı açısından birçok olumlu etkiler gösterdiğini kanıtlamıştır (Ruxton at al., 2004; Şengör ve Erkan, 2002; Baygar, 2004; Maskan, 2005; Sheeshka and Murkin,2002; Tatar, 1995; Artemis et al., 2000; Valfre at al., 2003;). Bilgiye ulaşımın her geçen gün daha da kolaylaşmış olduğu dünyada bireyler yapılan çalışmalardan ve sonuçlarından kısa sürede haberdar olmaktadır. Ayrıca balık tüketiminin sağlık açısından önemine dair reklam filmleri ve bildiriler insanlar üzerinde önemli etki yapmaktadır. Bu sebeplerden dolayı sağlık açısından öneminin bilinmesi balık tüketiminde tercih sebebidir.

Sonuç ve Öneriler

Artan dünya nüfusu ve azalan gıda kaynakları dikkate alındığında yakın bir gelecekte insanların açlık tehlikesiyle kalacağı açıktır. Dünya nüfusunu sağlıklı besleyebilmek için su ürünleri sektörü önemli bir potansiyele sahiptir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2016 verilerine göre Dünya genelinde balık tüketimindeki artış nüfus artışından daha fazladır.

Tablo 1. 2011-2016 Yılları Arasında Dünya Nüfusu ve Balık Tüketimi (FAO, 2016).



2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyara ulaşacağına dair güçlü öngörüler bulunmaktadır. Bununla birlikte nüfus artışına paralel olarak beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimin de % 70 artış göstermesinin gerekli olduğu vurgulamaktadır. Bu durum sağlıklı beslenme açısından son derece önemli bir durumdur. Ülkemiz su ürünleri sektörü üretim noktasında her geçen gün kendini geliştiren ve miktar anlamında artış gösteren durumdadır. Sektörün gelişmesi muhakkak suretle balık tüketimiyle yakından ilişkilidir. Ülke genelinde su ürünlerine olan talep arttıkça sektör artan talebe cevap verebilmek için kapasitesini büyütmek durumunda kalacaktır. Bu nedenle balık tüketimi sektörün gelişmesi açısından da önemli bir kriterdir. Ülkemizde balık tüketimini etkileyen nedenlere bakıldığında hepsinin yapılacak çalışmalarla iyileşeceği yönünde bir gerçek söz konusudur.

Beslenme alışkanlıklarına yönelik balık tüketim değeri il ve ilçelerde yapılacak kapsamlı çalışmalar, gelişen işleme teknolojilerinin yardımıyla balık etinin sunum seçenekleriyle giderilebileceği ve balık tüketimin artacağı öngörülmektedir.

Özellikle balık tüketimini etkileyen sebepler arasındaki ekonomik durum iç sularda yapılacak yetiştiricilik faaliyetlerinin artması ve balığa ulaşımın kolaylaşmasına paralel olarak fiyatlarda yaşanacak indirimden dolayı tüketimin artacağı düşünülebilir. Yine deniz balıklarının iç bölgelerde bulunan illere nakliye edilmesinde daha ekonomik transfer metotlarınım uygulanması fiyatlarda indirime sebep olabilecektir.

Genel olarak eğitim seviyelerindeki artış pozitif anlamda balık tüketimine yansımaktadır. Bu durum şüphesiz eğitim seviyesi artan bireylerin balığın besin değerlerini bilmesi ve bunun üzerine tercihlerini belirlemesiyle alakalıdır. Dolayısıyla özellikle eğitim sistemimizde beslenme ile alakalı derslerin konulması, ayrıca eğitim düzeyleri düşük olan bölgelere

bilgilendirme amaçlı uzmanların giderek seminerler vermesi bilinçlenmeye vesile olarak balık tüketiminin artmasına sebep olacaktır.

Balık tüketim tercihine önemli oranda etkisi olan sağlık konusu son derece önemlidir. Bu durumda da yapılan çalışmaların insanlara anlatılması, balığın sağlıklı beslenme açısından neden önemli olduğu konularının her ortamda ifade edilmesi farkındalığa sebep olarak tüketime pozitif anlamda katkı yapacaktır.

Özellikle 2020 yılının ilk aylarında ülkemizi etkisi altına alan corona virüs birçok alışkanlığımızı değiştirmiştir. Konuyla ilgili uzmanlar, virüsün bağışıklık sisteminin zayıf olduğu bireylerde daha etkili olduğuna yönelik açıklamalar yapmıştır. Bağışıklık sistemi de beslenmeyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle bu ve benzer virüslere karşı daha güçlü bir bağışıklık sistemine sahip olmak için sağlıklı gıda maddelerini tercih etmemiz zaruridir. Balık eti vücudumuzun sağlıklı bir şekilde beslenmesini sağlayacak içeriğe sahiptir. Dolayısıyla ülke genelinde balık tüketimine olan talebin artması birçok alanda faydaya sebep olabilecektir.

Kaynaklar

Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. ve Büyükbay, E. O., 2009. Tokat İli Almus İlçesinde Ailelerin Balık Tüketim Durumu, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 26(2): 35-43.

Anonim, 2007. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Kalkınma Planı Balıkçılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Yayın No: DPT: 2719-ÖİK: 672, Ankara.

Arslan, G , Avcıoğlu, Ü . (2020). Erzurum İlinde Eğitim Durumlarının ve Gelir Düzeylerinin Su Ürünleri Tüketimine Etkisi . Journal of the Institute of Science and Technology , 10 (3) , 2101-2113 . DOI: 10.21597/jist.677261.

Arslan, G. (2019). Determination of fish consuming habits of vocational school students from different families. Marine Science and Technology Bulletin, 8(2), 40-45.

Artemis, P.S., L. Alexander, and S. Norman. 2000. Workshop on the essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. Food Rev. Int., 16(1), 113-117.

Atar, H.H. ve Alçiçek, Z., 2009. Su Ürünleri Tüketimi ve Sağlık, TAF Preventive Medicine Bulletin, 8, (2), 173-176, Ankara.

Balık, İ., Yardımcı, C. ve Turhan, O., 2013. Ordu İli Fatsa ve Aybastı İlçelerinde Balık Tüketim Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(2): 18-28.

Bashimov, G . (2017). Niğde İlinde Balık Eti Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 4 (2) , 196-204 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjans/issue/28719/307429.

Baygar, T. 2004. Fish, and effect on health (in Turkish). Aqua Culture. 6:21.

Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P. ve Sarıözkan, S., 2008. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi İntern Öğrencilerinde Hayvansal Ürünlerin Tüketim Durumu ve Tüketici Tercihleri, Ankara Üniv Vet Fak Derg 55:189-194.

Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yığın, Ç.ve Ormancı, H.B. 2006. Çanakkale İlindeki Su Ürünleri Tüketim Davranışlarının Değerlendirilmesi Ege Üniversitesi. Su Ürünleri Dergisi,23, (1/3), 387- 392, İzmir.

FAO, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 28.01.2021 Tarihinde http://izto.org.tr/demo_betanix/uploads/cms/yonetim.ieu.edu.tr/6414_1578925365.pdf adresinden erişilmiştir.

FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018 Yearbook, Dünyada Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu http://www.fao.org/3/CA0191TR/ca0191tr.pdf.

Genç, Y., Albayrak, M. & Güldal, H.T. (2020). Analysis of factors affecting consumption preferences in fish consumption: Case of Çankırı Province. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(1), 93-101.

Gürel İnanlı, A., Özpolat, E., Çoban, E., Karaton, N., (2011). Alabalık Keki Yapımı ve Ürünün Duyusal, Kimyasal Kalitesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (1), s. 149-153.

Gürel, E , Doğan, H , Polat, S , Yeşilayer, N , Buhan, E . (2017). Ağrı İli Merkez İlçede Yaşayan Bireylerin Balık Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi . Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi , 6 (3) , 27-35 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/issue/31228/336123.

Karakaya, E . (2020). Erzincan İli Balık Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi . Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi , 6 (1) , 18-29 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/menba/issue/54310/706344.

Karakaya, E., Kırıcı, M., 2016. Bingöl ili kent merkezinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. International Journal of Social and Economic Sciences 6 (1): 74-85.

Karakulak, Y., Arslan, G., & Yanık, T. (2020). Erzurum ili merkez ilçelerinin su ürünleri tüketim davranışları üzerine araştırmalar. Acta Aquatica Turcica, 16(2), 290-300.

Maskan, M. 2005. Omega oils; sources, benefits and their use in enrichment of food materials (in Turkish). Gıda Kongresi 2005. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. 41-44.

Orhan, H , Yüksel, O . (2010). Burdur İli Su Ürünleri Tüketimi Anket Uygulaması . Ziraat Fakültesi Dergisi , 5 (1) , 1-7 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/sduzfd/issue/29599/317562.

Ruxton, C.H.S., S.C. Reed, M.J.A. Simpson, and K.J. Millington. 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. J Hum Nutr Dietet, 17:449-459.

Saygı, H., Saka, Ş., Fırat, K. ve Katağan, T, 2006. İzmir Merkez İlçelerinde Kamuoyunun Balık Tüketimi ve Balık Yetiştiriciliğine Yaklaşımı, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23(1-2): 133-138.

Sheeshka, J E., E. Murkin. 2002. Nutritional aspects of fish compared with other protein sources. Comments on Toxicology, 8:375-397.

Şengör, G., N. Erkan. 2002. Important on nutrition of aquatic product (in Turkish). Standart. 70-74.

Şenol, Ş. ve Saygı, H., 2001. Su Ürünleri Tüketimi İçin Bir Ekonometrik Model, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 18(3-4): 383-390.

Tatar, O. 1995. Nutritional properties of fish and healthy respect (in Turkish). Su Ürünleri Dergisi. 12(1-2):169-170.

Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G., 2006. Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri, Ege Üniversitesi. Su Ürünleri Dergisi, 23, (1/3), 505- 508, İzmir.

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri 2019. 28.01.2021 Tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr adresinden erişilmiştir.

Valfre, F., F. Caprino, and G.M. Turchini. 2003. The health benefit of seafood. Veterinary Research Communications, 27 Suppl. 1 (2003) 507-512.

RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

2000-2020 YILLARI ARASINDA YAPILAN TEZLERDE TOPUK KANI ALINMASIYLA OLUŞAN AĞRI DÜZEYİNE FARMAKOLOJİK OLMAYAN YÖNTEMLERİN ETKİSİ: SİSTEMATİK TARAMA SONUÇLARI

Meltem ASLAN[1], Fatma AY[2]

[1]Uzman Hemşire, T.C. Sağlık Bakanlığı Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi-Pediatri KVC Yoğun Bakım, 0000-0003-3847-2233

[2]Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 0000-0001-9491-0731

GİRİŞ

Ağrı tanımları incelendiğinde, hisseden tarafından varlığı ortaya konulan, fizyolojik süreçlere sahip, sübjektif bir bulgu olduğu kabul edilmektedir. 1980'li yılların başlarına kadar yenidoğan bebeklerin ağrı duymadığı düşüncesi süregelmiş, 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın ilk yarısına kadar, yenidoğanların pek çok sistem gibi sinir sisteminin de immatür oldukları için ağrıyı hissetmediklerine inanılmıştır (Yılmaz, Gürakan ve Saatçi, 2002; Yiğit ve Ark., 2016). Oysa ağrı kontrolü için tam gelişmemiş inhibitör yollar nedeni ile ağrıyı olduğundan daha şiddetli de hissedebilirler (Yılmaz, Gürakan ve Saatçi, 2002).

Ağrısını sözel olarak ifade edemeyen yenidoğanların ağrı şiddeti algısını değerlendirmek zordur. Bu nedenle yüz ifadesi, ağlama şekli/süresi, eksrtemite hareketleri, fizyolojik değişiklikler (kalp hızı artışı, artmış solunum hızı ve derinliği, kan basıncında artma vb.) ile değerlendirilmektedir (Yiğit ve ark., 2016; Akcan ve Polat, 2017).

Yenidoğanlarda farmakolojik olmayan yöntemlerle ağrı kontrolü, bebeğin rahatlamasını ve işlemin daha kısa sürede yapılmasını sağlar. Farmakolojik olmayan yöntemler kolay uygulanabilir ve ucuz olmaları nedeni ile tercih edilmektedir (Yiğit ve ark., 2016).

Bu çalışma, topuk kanı alınması sırasında oluşan ağrı düzeyine nonfarmokolojik yöntemlerin etkisini belirlemek, özetlemek, mevcut delilleri kritik etmek amacı ile kesitsel, tanımlayıcı bir araştırma olarak yapıldı

Araştırma soruları;

- Hemşireler tarafından yapılan nonfarmakolojik uygulamalar ağrı yönetiminde etkili midir?

- 2000-2015 yılları arasında Türkiye 'de yapılan tezlerin araştırma sonuçlarına göre hemşireler tarafından uygulanan nonfarmakolojik yöntemler topuk kanı alımı sırasında oluşan ağrı şiddeti algısını azaltır mı?

YÖNTEM

Verilerin Toplanması: Türkiye Cumhuriyeti Yükseköğretim Kurumu kullanıcı şifresi kullanılarak, "Türkiye Ulusal Tez Veri Tabanı"nda "yenidoğanda ağrı', 'topuk kanı', 'farmokolojik olmayan yöntem" anahtar kelimeleri kullanılarak 2000-2020 yılları arasında yapılmış yüksek lisans ve doktora tezleri tarandı. Bu yıllar arasında konu ile ilgili 68 teze ulaşıldı. 28 tez Sağlıklı/term yenidoğan olmaması , 4 tez Venöz Girişim Uygulama içerdiği, 5 tez araştırmacı tarafından tam metin erişimine izin verilmediği, 11 tez nonfarmakolojik yöntem uygulanmadığı, 13 tez deney grubuna birden fazla farmakolojik olmayan yöntem uygulanan çalışma olduğu, 2 tez karma örneklem grubunda uygulandığı için araştırmadan çıkarıldı.

Bu evren içinde araştırma konusu ile uyumlu, erişimine izin verilen ve araştırma kriterlerine uygun olan 4 tez araştırmanın örneklemini oluşturdu.

Verilerin Analizi: Tarama 01-15 Mayıs 2020 tarihleri arasında "Türkiye Ulusal Tez Veri Tabanı" dan yapılan arama ile elde edildi. Araştırma kapsamına alınan 4 tez veri tabanına kayıt yılları, bilim dalları, örnek grubu, araştırma türü ve amacı, ağrı yönetiminde uygulanan yöntemler, ağrı değerlendirme yöntemleri ve araştırma sonuçları açısından manuel olarak değerlendirildi.

BULGULAR

İncelen tezler 2014 ve 2018 yılları arasında yapılmıştır. Tezlerin ikisi deneysel, ikisi yarı deneysel çalışmalardır. Sarmalama, akupressur, refleksoloji ve sıcak uygulama nonfarmakolojik yöntemler kullanılmıştır. Vaka-kontrol grupları 30-35 kişiden oluşmaktadır. Uygulamanın yapıldığı tüm bebekler miadında (term) doğmuş bebeklerdir (Tablo 1).

Tablo 1: Araştırmaya dahil edilen çalışmaların sonuçlarını gösteren özet tablo

Yazar	Yıl	Amaç	Yöntem	Çalışma grubu	Çalışmanın sonucu
Zeynep Erzurumluoğlu	2014	Güvenli kundaklama (sarmalama)nın yenidoğanda topuk kanı alma işleminde gelişen ağrı algısına, yaşam bulguları ve ağlama süresine etkilerini belirlemek.	Randomize kontrollü, deneysel çalışma (Vaka grubuna; sarmalama, topuk kanı alma işleminden 1 dakika önce yapıldı ve işlem sonrası 3 dakika boyunca devam etti.)	38-42 GH' nda doğan sağlıklı term 74 (kontrol:37, vaka:37) yenidoğan	Sarmalanan bebeklerin işlem sırası ve sonrasındaki ağrı puan ortalamalarının daha düşük olduğu ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.
Özlem (Karabıyık) Oğurlu	2017	Sağlıklı term yenidoğanlarda topuk kanı alma öncesi uygulanan sıcak uygulamanın ağrı düzeyi, konfor düzeyi ve işlem süresine etkisini belirlemek.	Randomize kontrollü, deneysel çalışma (Vaka grubuna; yenidoğanın ayak tabanı 5 dakika süre boyunca sıcaklık aralığı 34-37°C arasında tutulmak kaydıyla termofor ile ısıtılmıştır.)	38-42 GH' nda doğan sağlıklı term 80 (kontrol:40, vaka:40) yenidoğan	Topuktan kan alma işleminin vaka grubunda uygulanan yöntem ile yenidoğan kontrol grubuna göre daha az ağrı hissettiği saptanmıştır.
Duygu Yılmaz	2018	Term yenidoğanlara uygulanan ayak refleksolojisinin girişimsel ağrıya etkisini incelemek.	Yarı deneysel çalışma (Vaka grubunda yer alan yenidoğanlara işlem öncesi 15-20 dk boyunca ayak refleksolojisi uygulaması yapıldı.)	38-40 GH' nda doğan sağlıklı term 60 (kontrol:30, vaka:30) yenidoğan	Refleksoloji uygulamasından sonra vaka grubundaki yenidoğanların ağrı puan ortalamalarının topuk kanı alma işlemi öncesi ve sonrası dönemde kontrol grubundakilerden istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farkla düştüğü belirlenmiştir.
Tanju Oğul	2018	Term yenidoğanlarda, topuk kanı alınması işlemi öncesinde işleme bağlı ortaya çıkan girişimsel ağrıyı hafifletmek amacıyla UB/BL60 ve K/KI/KD3 aku noktalarına uygulanan akupresürün ağrı üzerine etkisini incelemek.	Yarı deneysel çalışma (Vaka grubundaki yenidoğanların topuk kanı alınmadan önce, 3 dakika süreyle UB/BL60 (dış malleolun ucu ile calcaneal /aşil tendonunun arasındaki çukur bölge) ve K/KI/KD3 (ayağın medial cephesi, medial malleolun arkası ve aşil tendonu ile medial malleusun uç kısmı arasındaki çukurluk bölge) aku noktalarına akupresür uygulandı.)	38-42 GH' nda doğan sağlıklı term 63(kontrol:32, vaka:31) yenidoğan	Grupların işlem sonrası NIPS puan ortalaması arasında ise istatistiksel olarak fark olduğu ve bu farkın akupresür grubu lehine anlamlılık ifade ettiği belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Nonfarmakolojik yöntemler yan etkisi az, çoğunlukla kolay uygulanabilen yöntemler olması nedeni ile yenidoğanın ağrı algısını azaltmak için tercih edilmektedir.

İncelen Erzurumluoğlu'na (2014) ait tezde sarmalanan bebeklerin işlem sırası ve sonrasındaki ağrı puan ortalamalarının daha düşük olduğu ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Kacome (1997), 18 term yenidoğan ile yaptığı çalışmasında topuk kanı alma işlemi sırasında sarmalama yönteminin ağrı algısına etkisini NFCS (Neonatal Face oding System-Yenidoğan Yüz Kodlama Sistemi) kullanarak değerlendirmiştir. Deney grubundaki sarmalanan bebeklerin NFCS puan ortalamalarının sarmalanmayan bebeklere göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde, Sinpru ve ark. (2009), topuk kanı alma işlemi sırasında 60 term yenidoğanı iki gruba ayırmış, deney grubunu klinikte kullandıkları hemşirelik uygulama rehberine uygun şekilde güvenli kundaklarken, kontrol grubu ise gelişigüzel ancak gevşek sarmalamışlardır. Sonuç olarak topuk kanı alma işlemi sırasında bebeği klinik hemşirelik uygulama rehberine uygun şekilde güvenli kundaklamanın ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Yenidoğanın ağrısı; gestasyon haftası, sağlık durumu, ilaçlar vb. faktörlerin ağrı şiddeti algısını etkilediği gözönünde bulundurularak yapılmalıdır (Reyes, 2003). Araştırma kapsamına aldığımız çalışmalarda da term doğumlu yenidoğanlar üzerinde yapılmış araştırmalar örnekleme alınmıştır. Shu ve ark. (2014)' nın çalışmasında ise, topuk kanı alma işlemi sırasında 31-41 gestasyon haftasındaki 75 preterm-term yenidoğan üç gruba ayrılmış, bir grup sarmalanmış, diğer grubun topuğuna işlemden 5 dakika öncesine kadar ısı torbası uygulanmış, son gruba ise hiçbir girişimde bulunulmamıştır. Farmakolojik olmayan yöntem uygulanan grupların; Yenidoğan Bebek Ağrı Skalası ağrı puan ortalamaları incelendiğinde, sarmalanan ve topuğu ısıtılan yenidoğanların ağrı puan ortalamalarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır.

İncelen Oğul'a (2018) ait çalışmada, akupresür uygulanan grupta Yenidoğan Bebek Ağrı Skalası puan ortalamasının anlamlı olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Abbasoğlu ve ark. (2015)'nın preterm yenidoğanlar üzerinde gerçekleştirdiği araştırmada deney grubunda yer alan preterm yenidoğanların Prematüre Bebek Ağrı Profili ağrı skorları ortalamasının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır.

Bu sistematik literatür derleme çalışmasında yer alan araştırmalar da mevcut literatürü (Sinpru ve ark., 2009, Scaramuzzo ve ark., 2013, Shu ve ark., 2014, Abbasoglu ve

ark., 2015) destekler nitelikte sonuçlar ortaya koymuş, ve yenidoğanlara uygulanan invaziv girişimler esnasında oluşan ağrıyı azaltmada uygulanan farmakolojik olmayan yöntemlerin etkinliğini deneysel olarak ispatlamışlardır.

SONUÇ

Tüm nonfarmakolojik uygulamaların ağrı şiddeti algısını azalttığı belirlenmiştir. Bu sistematik derleme çalışmasında yer alan araştırmalar da mevcut literatürü destekler nitelikte sonuçlar ortaya koymuş, ve yenidoğanlara uygulanan invaziv girişimler esnasında oluşan ağrıyı azaltmada uygulanan nonfarmakolojik yöntemlerin etkinliğini deneysel olarak ispatlamışlardır.

KAYNAKLAR

Abbasoğlu, A., Cabıoğlu, MT., Tuğcu, AU., İnce, DA., Tekindal, MA., Ecevit, A. And Tarcan, A.(2015). Acupressure at BL60 and K3 points before heel lancing in preterm infants. Explore,; 11(5): 363–366

Akcan, E., & Polat, S. (2017). Yenidoğanlarda ağrı ve ağrı yönetiminde hemşirenin rolü. ACU Sağlık Bil Dergisi, 2:64-69.

Erzurumluoğlu, Z. (2014) Yenidoğanda Güvenli Kundaklamanın (Sarmalamanın) Topuk Kanı Alma İşleminde Gelişen Ağrı Algısına, Yaşam Bulgularına ve Ağlama Süresine Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Kacome, P. (1997). Effects of swaddling on pain response to heel prick in full term infants (Doctoral dissertation, Master Thesis]: Chiang Mai University, Thailand).

Oğul, T.. (2018) Topuk Kanı Alma İşleminden Önce Yenidoğanlara Uygulanan Akupresürün Girişimsel Ağrıya Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Oğurlu ÖK (2017). Sağlıklı Term Yenidoğanlarda Topuk Kanı Alma Öncesi Uygulanan Sıcak Uygulamanın Ağrı Düzeyi, Konfor Düzeyi Ve İşlem Süresine Etkisi. Avrasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Reyes S. Nursing assessment of infant pain. Journal of Perinatal & Neonatal Nursing: Academic Research Library 2003;17:291–303.

Scaramuzzo, R.T., Faraoni, M., Polica, E., Pagani, V., Vagli, E. ve Boldrini, A. (2013). Skin conductance variations compared to ABC scale for pain evaluation in newborns. The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine, 26(14), 1399-1403.

Shu, S.H., Lee, Y.L., Hayter, M. ve Wang, R.H. (2014). Efficacy of swaddling and heel warming on pain response to heel stick in neonates: a randomised control trial. Journal of Clinical Nursing, 23(21-22), 3107-3114.

Sinpru, N., Tilokskulchai, F., Vichitsukon, K. ve Boonyarittipong, P. (2009). The effects of clinical nursing practice guideline for swaddling on pain relief from heelstick in neonates. Journal of Nursing Sciences, 27(1), 32-45.

Yılmaz D (2018). Yenidoğanlara uygulanan ayak refleksolojisinin girişimsel ağrıya etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Yılmaz, G., Gürakan, B., & Saatçi, Ü. (2002). Topuk kanı alınma sonrası bebeklerin ağlama sürelerine etki eden faktörler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 45, 233-236.

Yiğit, Ş., Ecevit, A., & Köroğlu, Ö. A. (2018). Türk Neonatoloji Derneği Yenidoğan Döneminde Ağrı ve Tedavisi Rehberi. Türk Pediatri Arşivi, 53(Supp: 1), 161-171.

KARADENİZ 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
RİZE
19 - 21 ŞUBAT 2021

ARALARINDA ASAL SAYILARI VEREN FONKSİYONLAR

Remzi AKTAY [1]

[1] Keçiören Şehit Halil Işılar Ortaokulu ORCID ID: 0000-0001-5948-1943

ÖZET

Bu çalışmada n birden büyük bir doğal sayı olmak üzere, n sayısından küçük ve n sayısı ile aralarında asal sayıları veren bir fonksiyon geliştirmek amaçlanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda n sayısı için n sayısından küçük ve n sayısı ile aralarında asal sayıların adedini veren Euler Phi Fonksiyonu vardır. bu fonksiyon; n>1 doğal sayısı için;
p, q, r, s,……..,t n sayısının asal çarpanları olsun. $n=p^q.q^b.r^c.s^d$……t^x n sayısının asal çarpanlarına ayrılışı olmak üzere; $Ø(n)=(p^a-p^{a-1}).(q^b-q^{b-1}).(r^c-r^{c-1}).$ ……..(t^x-t^{x-1}) sayısına Euler Fonksiyonunun değeri denir ve n'den küçük n ile aralarında asal olan doğal sayıların adedini verir. Ayrıca Euler Fonksiyonunun özelliklerini şu şekildedir. n asal sayı ise n-1 tane aralarında asal sayı vardır. n'den küçük ve n ile aralarında asal sayıların toplamı (Ø(n).n)/2 formülü ile bulunabiliyor. n tek doğal sayı ise Ø(n)= Ø(2n) . n çift doğal sayı ise Ø(2n)=2.Ø(n). Euler Phi Fonksiyonu aralarında asal olan sayıların kendilerini vermemektedir. Yöntem olarak Euler Fonksiyonu, Modüler Aritmetik kuralları, gruplar, Toplamsal gruplar, Kartezyen çarpım grupları, Grup Homomorfizması, Grup İzomorfizması kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda n sayısı birden büyük ve asal sayı olmadığı durumlarda n sayısı ile aralarında asal tüm doğal sayı değerlerini veren fonksiyonlar tanımlanabilmektedir. Bu fonksiyonlar yardımı ile tüm değerler bulunabilmektedir. n sayısı asal sayı olduğu durumda zaten kendinden küçük tüm doğal sayılar aralarında asal olmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Euler Fonksiyonu, Gruplar, Homomorfizma, Soyut Cebir

1. GİRİŞ

Bu çalışmada n birden büyük bir doğal sayı olmak üzere, n sayısından küçük ve n sayısı ile aralarında asal olan sayıları veren fonksiyon tanımlanmaya çalışılmıştır. Yapılan literatür taramasında istenen sayıların adedini veren Euler Phi Fonksiyonu bulunmuştur. Bu fonksiyon,

n>1 doğal sayısı için;
p, q, r, s,……..,t n sayısının asal çarpanları olsun.
$n=p^q.q^b.r^c.s^d$……t^x n sayısının asal çarpanlarına ayrılışı olmak üzere;
$Ø(n)=(p^a-p^{a-1}).(q^b-q^{b-1}).(r^c-r^{c-1}).$ ……..(t^x-t^{x-1}) sayısına Euler Fonksiyonunun değeri denir ve n'den küçük n ile aralarında asal olan doğal sayıların adedini verir.(Taşçı, D. 2007)

Ayrıca Euler Fonksiyonunun özelliklerini şu şekildedir.
n asal sayı ise n-1 tane aralarında asal sayı vardır.
n'den küçük ve n ile aralarında asal sayıların toplamı (Ø(n).n)/2 formülü ile bulunabiliyor.
n tek doğal sayı ise Ø(n)= Ø(2n) . n çift doğal sayı ise Ø(2n)=2.Ø(n) (Özdemir, M. 2012)

Ancak Euler Fonksiyonu aralarında asal sayıların neler olduğu ve ya nasıl bulunacağına dair

bir bilgi vermemiştir. Bu çalışma öncelikte literatürdeki bu eksiği doldurmaktadır. Yani n pozitif doğal sayısı için n sayısından küçük ve n ile aralarında asal olan doğal sayıları geliştirilen yöntemle bulabiliyoruz.

2. YÖNTEM

2.1. Z_n TOPLAMSAL GRUBU

Tamsayılarda tanımlanan bu grubun özellikleri şu şekildedir.

- Devirli bir gruptur. Üreteçleri n ile aralarında asal olan elemanlarıdır.
- Sayılabilir bir gruptur. Eleman sayısı sonludur.
- Değişmeli bir gruptur.

2.2. $Z_{m \times Zn}$ KARTEZYEN ÇARPIM GRUBU

Bu küme toplama işlemi altında bir gruptur. Bu grubun özellikleri şu şekildedir.

- Devirli bir gruptur. Üreteçleri (a, b) olursa (a, m) = 1 ve (b, n) = 1 olmalıdır.
- Sayılabilir bir gruptur. Eleman sayısı sonludur.
- Değişmeli bir gruptur.

2.3. GRUP HOMOMORFİZMASI

(G, *) ve (H, °) iki grup olsun.
f: G → H grubuna tanımlanan bir fonksiyon olsun.
∀a, b ϵ G olmak üzere;
f(a*b) = f(a) ° f(b) şartını sağlıyorsa bu fonksiyona grup homomorfizması denir. Eğer bu homomorfizma;
Birebir ise Monomorfizma, Örten ise Epimorfizma, Birebir ve örtense İzomorfizma denir.

2.4. İKİ GRUBUN İZOMORF OLMA DURUMU

İki grubun izomorf olması için aşağıdaki şartları sağlaması gerekir.

- İki grubunda mertebesi aynı olmalıdır.
- İki grupta ya devirli ve ya iki grupta devirsiz olmalıdır.
- İki grupta ya değişmeli ve ya iki grupta değişmeli olmaması gerekir.
- İki grupta ya sayılabilir ve ya iki grupta sayılamaz olması gerekir.

Eğer iki grupta bu şartları sağlıyor ve bir homomorfizma tanımlanabiliyorsa iki gruba tanımlanan homomorfizmaya izomorfizma denir. Bu iki gruba da izomorf gruplar denir.

2.5. Z_n GRUBUNA İZOMORF KARTEZYEN ÇARPIM GRUPLARI

Z_n toplamsal bir grup olduğundan mertebesi yani eleman sayısı n tanedir. Devirli bir gruptur. Buna göre seçilecek Kartezyen çarpım grupları için;
1-) ikili Kartezyen çarpım grubu izomorf olacaksa, Z_m X Z_p ikili Kartezyen çarpım grubu için (m, p) =1 olmalıdır yani devirli olmalıdır. Ayrıca n= m.p olmalıdır yani mertebeleri aynı olmalıdır.
2-) üçlü Kartezyen çarpım gurubu izomorf olacaksa Z_m X Z_p X Z_t üçlü Kartezyen çarpım grubu için (m,p) =1 , (m,t) =1, (p, t) =1 olmalıdır yani ikili ikili aralarında asal olmalıdır. Bu sayede verilen grup devirli bir grup olur. Bunun yanında n= m. p. t olmalıdır. Yani mertebesi Z_n ile aynı olmalıdır.
3-) Dörtlü veya daha fazla Kartezyen çarpım grubunda ikili ikili elemanlar aralarında asal olmalıdır. Bu sayede devirli grup olur. Ayrıca elemanların çarpımı n sayısını vermelidir bu sayede mertebeleri aynı olur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

n sayısından küçük ve n sayısı ile aralarında asal sayılar demek aslında Z_n grubunun üreteçleri demektir. n sayısı büyük bir sayı olduğunda bu sayı ile aralarında asal sayıları bulmak zordur. Bunun yerine bu gruba izomorf Z_m X Z_p, Z_m X Z_p X Z_t …… Kartezyen çarpım gruplarını kullanmamız gerekir. Bunun nedeni iki grup izomorfsa iki grubun üreteçleri arasında birebir eşleşme olmasındandır.
Örneğin: Z_6 grubu ile Z_2 X Z_3 grubu alalım. Bu iki grup birbirine izomorftur.

+	1	2	3	4	5	0
1	2	3	4	5	0	1
2	3	4	5	0	1	2
3	4	5	0	1	2	3
4	5	0	1	2	3	4
5	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5	0

Görsel 1: Z_6 Grubu Tablosu

(+)	(1,1)	(0,2)	(1,0)	(0,1)	(1,2)	(0,0)
(1,1)	(0,2)	(1,0)	(0,1)	(1,2)	(0,0)	(1,1)
(0,2)	(1,0)	(0,1)	(1,2)	(0,0)	(1,1)	(0,2)
(1,0)	(0,1)	(1,2)	(0,0)	(1,1)	(0,2)	(1,0)
(0,1)	(1,2)	(0,0)	(1,1)	(0,2)	(1,0)	(0,1)
(1,2)	(0,0)	(1,1)	(0,2)	(1,0)	(0,1)	(1,2)
(0,0)	(1,1)	(0,2)	(1,0)	(0,1)	(1,2)	(0,0)

Görsel 2: Z_2 X Z_3 Grubu Tablosu

Görsel 1 ve Görsel 2 incelendiğinde şu sonuçlara ulaşabiliriz. Görsel 1 de en üst satırda Z_6 grubunun elemanları üreteci olan 1 sayısının sürekli toplanması ile oluşmuştur. Görsel 2 de en üst satırda Z_2 X Z_3 grubunun elemanları üreteci olan (1, 1) sayısının sürekli toplanması ile oluşmuştur. Her iki grubun en üst satırlarında üreteçlerin bulunduğu yerler aynıdır. Buradan şu sonuca ulaşabiliriz;
$n.1 \equiv 5 \pmod 6$
$n.(1, 1) \equiv (1, 2) \pmod{(2,3)}$ ifadelerinde n sayıları aynıdır ve 5 tir. Buna göre Z_m grubundaki bir üreteç k olsun. k sayısı aynı zamanda m ile aralarında asal olan sayıdır. Bu sayıyı bulmak için bir Z_p X Z_t Kartezyen çarpım grubu bulalım. Bu grup Z_m ile izomorf olsun.
$k.(1, 1) \equiv (x, y) \pmod{(p, t)}$ olacak şekilde Kartezyen çarpım grubunda (x, y) üreteci mevcuttur.

Örnek: 60 sayısı ile aralarında asal ve 60 sayısından küçük bir sayı bulalım.
Z_{60} ve Z_4 xZ_{15} grupları birbirine izomorftur. Z_4 xZ_{15} grubundan bir üreteç seçelim.
(x,4)=1 ve (y,15)=1 olacak şekilde
(x,y)=(3,11) grubumuzun üreteci olsun.

$n.(1,1)\equiv(3,11) \pmod{(4,15)}$ için en küçük n değeri Z_{60} kümesinde 60 dan küçük ve 60 ile aralarında asal bir sayı olacaktır.
$n\equiv3 \pmod 4$ ve $n\equiv11 \pmod{15}$

$n \equiv 3 \pmod 4$ ise $n=4.k+3$ $k \in Z$
$n \equiv 11 \pmod{15}$ ise $4.k+3 \equiv 11 \pmod{15}$
$4.k \equiv 8 \pmod{15}$
$k \equiv 2 \pmod{15}$
$k=15.t+2$ $t \in Z$
$n=4.k+3$ ise $n=4.(15.t+2)+3$
$n=60.t+8+3$
$n=60.t+11$
$n=11$ çıkar ve 60 ile aralarında asaldır.

Bu şekilde Z_{60} grubunun üreteçlerini bulmak yerine buna izomorf bir ikili Kartezyen çarpım grubunun üreteçleri kullanılarak istenilen bulunabilmektedir. Tüm üreteçler için bunu uyguladığımızda 60 sayısı ile aralarında asal ve 60 sayısından küçük tüm doğal sayı değerleri bulunabilir.
Şimdi de Z_n grubuna izomorf üç bileşenli bir Kartezyen çarpım grubunda üreteçler arası ilişkiyi gösteren bir örnek inceleyelim.

Örnek: Z_{816} grubu ile $Z_3 \times Z_{16} \times Z_{17}$ grubu birbirine izomorftur.

1-) Şimdi Z_{816} grubundan bir üreteç alıp, diğer gruptaki görüntüsü olan üreteci bulalım.
205 sayısı Z_{816} bir üreteç olup 205. Sıradaki sayıdır. Bu sayı (1,1,1) sıralı üçlüsünün 205 kez toplanması ile oluşur. Buna göre;

$205.(1,1,1) = (205,205,205) \equiv (x,y,z) \pmod{(3,16,17)}$ olacaktır. Buna göre 205 sayısının 3 ile bölümünden kalan 1, 205 sayısının 16 ile bölümünden kalan 13, 205 sayısının 17 ile bölümünden kalan 1 olur. $Z_3 \times Z_{16} \times Z_{17}$ grubunda (1,13,1) üretecine denk gelir.

2-) $n \equiv 1 \pmod 3$
$n \equiv 13 \pmod{16}$
$n \equiv 1 \pmod{17}$ denkliğinde $n=3.k+1$, k bir tamsayı
$3.k+1 \equiv 13 \pmod{16}$
$3.k \equiv 12 \pmod{16}$
$k \equiv 4 \pmod{16}$ ise $k=16.t+4$, t bir tamsayı
$n=3.(16.t+4)+1 \equiv 1 \pmod{17}$
$48.t+13 \equiv 1 \pmod{17}$
$48.t \equiv -12 \pmod{17}$
$t \equiv -\frac{1}{4} \pmod{17}$
$t \equiv 4 \pmod{17}$
$t=17.m+4$, m bir tamsayı
$n=48.(17.m+4)+13=816.m+205$ burada $m=0$ alındığında 205 üreteci tekrar oluşur.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

. Bu çalışmaya ile şu sonuçlara ulaşılmıştır. n sayısı çok büyük bir sayı olduğunda ve n sayısı ile aralarında asal sayılar bulunmak istendiğinde, p, r, s, t, ……., q aralarında asal sayılar olsun.

- n=p.r ve (a, b) Z_p X Z_r grubunun üreteci olmak üzere,

f(x) ={x ≡ a (mod p) , x ≡ b (mod r) } fonksiyonunda en küçük x değeri sonucu verir.

- n= p.r.s ve (a, b, c) Z_p X Z_r X Z_s grubunun bir üreteci olsun.

f(x) = { x ≡ a (mod p) , x ≡ b (mod r), x ≡ c (mod s) } fonksiyonunda en küçük x değeri sonucu verir. Bu işlemi dört ve ya daha fazla bileşenli Kartezyen çarpım grubu içinde kullanabiliriz. Bu şekilde n sayısı ile aralarında asal sayılar bulunurken Kartezyen çarpım gruplarına göre fonksiyon oluşturabiliriz.

Ancak burada n sayısı önemlidir. Seçilen n sayısı en az iki farklı sayının çarpımı şeklinde yazılabilmesi ve bu sayıların aralarında asal olması gerekir. Eğer n sayısı bu şartları sağlamazsa gruplar izomorf olmayacağından bu şekilde bir fonksiyon tanımlayamayız. Örneğin 32 sayısının aralarında asal kendinden küçük sayıları bulmak için Z_4 X Z_8 grubuna alamayız. Çünkü Z_{32} grubu devirli olduğu halde, Z_4 X Z_8 grubu devirli olmadığından izomorf olmazlar.

KAYNAKÇA

Özdemir, M. (2012*) Matematik Olimpiyatlarına Hazırlık 3*. İzmir: Altın Nokta Yayınları

Balcı, S. (1993*) Modern Cebire Giriş*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi İşletmesi Yayınları

Taşçı, D. (2007) *Soyut Cebir*. Ankara: Gazi Üniversitesi