



# ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF  
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X

EISSN 2564-7660



Cilt 10 No:1 June 2024

Vol: 10 Issue: 1 June 2024



*Foto: Gamze TUTTU*

*Eldivan: Leontice leontopetalum L. (Kırbaş).*



**Danışma Kurulu / Advisory Board**

Prof. Dr. Ahmet YEŞİL	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Doç. Dr. Akif KETEN	Düzce Üniversitesi
Prof. Dr. Ali TEMİZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Birsen DURKAYA	Bartın Üniversitesi
Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Fahrettin TİLKİ	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Hakkı YAVUZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU	Düzce Üniversitesi
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL	Bartın Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan SERİN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. İzzet AÇAR	Karabük Üniversitesi
Prof. Dr. Murat DEMİR	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Murat ERTAŞ	Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer KARA	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN	Burdur Üniversitesi
Prof. Dr. Sabri ÜNAL	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Serdar CARUS	Süleyman Demirel Üniversitesi
Doç. Dr. Seyran PALABAŞ UZUN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. Sezgin AYAN	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman AKBULUT	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Turgay AKBULUT	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Prof. Dr. Yılmaz ÇATAL	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul Üniversitesi

**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian  
Journal of Forest  
Research**

**ISSN: 1309-856X  
E-ISSN: 2564-7660**

**Cilt: 10 No: 1 Haziran 2024**

**Vol: 10 Issue: 1 June 2024**

**Editör Kurulu**

**Doç. Dr. Meriç ÇAKIR**  
Editör

**Dr. Semih EDİŞ**  
Editör Yardımcısı

**Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY**  
Dil Editörü

<b>Prof. Dr. Steve WOODWARD</b>	Orman Patolojisi
<b>Prof. Dr. Timothy O. RANDHİR</b>	Çevre Bilimleri ve Mühendisliği
<b>Prof. Dr. Rasoul YOUSEFPOUR</b>	Orman Ekonomisi
<b>Dr. Carlos A. GONZALEZ-BENECKE</b>	Silvikültür
<b>Dr. Vitalie GULCA</b>	Yaban Hayatı
<b>Dr. Erjon MUHARREMAJ</b>	Ormancılık Hukuku
<b>Prof. Dr. Melih BOYDAK</b>	Silvikültür
<b>Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY</b>	Orman Ürünleri Transportu
<b>Prof. Dr. Ünal AKKEMİK</b>	Orman Botaniği
<b>Prof. Dr. İlker ERCANLI</b>	Orman Hasılatı
<b>Prof. Dr. Ceyhun GÖL</b>	Havza Yönetimi
<b>Prof. Dr. Ender MAKİNECİ</b>	Orman Ekolojisi
<b>Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN</b>	Ormancılık Politikası
<b>Doç. Dr. Yalçın KONDUR</b>	Orman Koruma
<b>Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ</b>	Orman Botaniği
<b>Prof. Dr. M. Nuri ÖNER</b>	Silvikültür
<b>Prof. Dr. Sedat KELEŞ</b>	Orman Amenajmanı
<b>Prof. Dr. Nazan KELEŞ</b>	Peyzaj Tasarımı
<b>Doç. Dr. Ender BUĞDAY</b>	Orman Ürünleri Transportu
<b>Doç. Dr. Üstüner BİRBEN</b>	Ormancılık Hukuku

**Dizgi Sorumlusu & Kapak Tasarımı**  
**Dr. Meriç ÇAKIR**

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TÜRKİYE  
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

**Bu dergi yılda iki defa yayınlanır**

Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, Çankırı Karatekin Üniversitesi'nin 24.03.2010 tarih ve 11/3 sayılı kararı Yönetim Kurulu kararı uyarınca HAKEMLİ DERGİ olarak yayımlanmaktadır.

**Aşağıdaki kaynaklar tarafından indekslenmektedir:**

**TR Dizin, Index Copernicus, Scientific Indexing Services, SOBIAD, DRJI, Google Scholar**



**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian  
Journal of Forest  
Research**

**ISSN: 1309-856X  
E-ISSN: 2564-7660**

**Cilt: 10 No: 1 Haziran 2024**

**Vol: 10 Issue: 1 June 2024**

**Board of Editors**

**Assoc. Prof. Dr. Meriç ÇAKIR**  
Editor

**Dr. Semih EDİŞ**  
Associate Editor

**Asst. Prof. Funda OSKAY**  
Language Editor

<b>Prof. Dr. Steve WOODWARD</b>	Forest Pathology
<b>Prof. Dr. Timothy O. RANDHİR</b>	Environmental Sciences and Engineering
<b>Prof. Dr. Rasoul YOUSEFPOUR</b>	Forest Economy
<b>Dr. Carlos A. GONZALEZ-BENECKE</b>	Silviculture
<b>Dr. Vitalie GULCA</b>	Wildlife
<b>Dr. Erjon MUHARREMAJ</b>	Forestry Law
<b>Prof. Dr. Melih BOYDAK</b>	Silviculture
<b>Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY</b>	Forest Products Transport
<b>Prof. Dr. Ünal AKKEMİK</b>	Forest Botany
<b>Prof. Dr. İlker ERCANLI</b>	Forest Yield
<b>Prof. Dr. Ceyhun GÖL</b>	Basin Management
<b>Prof. Dr. Ender MAKİNECİ</b>	Forest Ecology
<b>Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN</b>	Forestry Policy
<b>Assoc. Prof. Dr. Yalçın KONDUR</b>	Forest Conservation
<b>Assoc. Prof. Dr. Serhat URSAVAŞ</b>	Forest Botany
<b>Prof. Dr. M. Nuri ÖNER</b>	Silviculture
<b>Prof. Dr. Sedat KELEŞ</b>	Forest Management
<b>Prof. Dr. Nazan KELEŞ</b>	Landscape Design
<b>Assoc. Prof. Dr. Ender BUĞDAY</b>	Forest Products Transport
<b>Assoc. Prof. Dr. Üstüner BİR BEN</b>	Forestry Law

**Compositor & Cover Design  
Dr. Meriç ÇAKIR**

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TURKEY  
Telephone: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

**This journal is published twice a year**

Anatolian Journal of Forest Research has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of the Administrative Board of Çankırı Karatekin University

**Abstracted and indexed in:**

**TR Dizin, Index Copernicus, Scientific Indexing Services, SOBIAD, DRJI, Google Scholar**



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

• Dijital ayak izleri aracılığıyla milli parklara gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi: Ilgaz Dağı Milli Parkı örneği	
• <i>Modeling temporal and spatial distributions of visitors to national parks through digital footprints: The case of Ilgaz Mountain National Park</i>	1
<b>Ahmet Uslu</b>	
• Pürüzsüz ve pürüzlü kabuk yapısına sahip ağaçlarda gövdeden akışın karşılaştırılması	
• <i>Comparison of stemflow in trees with smooth and rough bark structure</i>	9
<b>Zehra İnan, Hüseyin Şensoy, İlyas Bolat</b>	
• Türkiye’de biyokaçakçılığa ilişkin mücadele yönetimi hakkında güncel değerlendirme	
• <i>Current evaluation on the management of combating biosmuggling in Türkiye</i>	16
<b>Cemal Topdağ, Okan Ürker</b>	
• Atatürk Arboretumu (İstanbul) toprak tiplerinin Toprak Kaynakları İçin Dünya Referans Temeli sistemi kullanılarak belirlenmesi	
• <i>Determination of Atatürk Arboretum (İstanbul) soil classes by utilizing the World Reference Base for Soil Resources</i>	26
<b>Alper Gün Özturba, Doğanay Tolunay</b>	
• Arazi kullanım değişikliğinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi: Batı Karadeniz örneği	
• <i>Effects of land use change on physical and chemical properties of soil: The case of Western Black Sea</i>	35
<b>Abdullah Hüseyin Dönmez, Eren Baş, Neslihan Yılmaz, Murat Sargıncı</b>	
• Investigation of the 5-hydroxymethylfurfural value and antioxidant properties of Kazdağı Fir cone syrup	
• <i>Kazdağı Göknarı kozalak şurubunun 5-hidroksimetilfurfural değerinin ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi</i>	45
<b>Volkan Karacaoğlan, Sibel Bayil Oğuzkan, Bedrettin Selvi, Sabri Ünal, Temel Kan Bakır</b>	
• <i>Liquidambar orientalis</i> Mill. ve <i>Liquidambar styraciflua</i> L. türlerinin polen morfolojisi	
• <i>Pollen morphology of Liquidambar orientalis</i> Mill. and <i>Liquidambar styraciflua</i> L.	50
<b>Hülya Caner, Nurgül Karlıoğlu Kılıç, Rüya Yılmaz Dağdeviren</b>	



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

- Bursa, Karacabey subasar ormanı kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarının organik karbon ve besin stokları  
• *Organic carbon and nutrients stocks in forest floor litter and soil of alder (*Alnus glutinosa* L.) stands in Bursa, Karacabey forested wetlands* 54  
**Temel Sarıyıldız, Mert Tanı**
- Nizip – Karkamış Arazi toplulaştırma alanında geçici ve kalıcı oyuntuların tarımsal sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi  
• *Evaluation of ephemeral and permanent gullies in Nizip - Karkamış consolidation area in terms of agricultural sustainability* 65  
**Reşat Akgöz, Ali Uğur Özcan, Günay Erpul**
- Orman yol ağının orman yangınlarına etkisinin coğrafi bilgi sistemleri ile araştırılması  
• *Investigation of the effect of the forest road network on forest fires with geographical information systems* 72  
**Fatih Sivrikaya, Korhan Enez, Gonca Ece Özcan**
- Havza yönetimi yaklaşımlarında uluslararası alanda yaşanan gelişmelerin Türkiye'deki politika ve strateji belgelerine yansımaları  
• *The reflections of international developments in watershed management approaches on policy and strategy documents in Türkiye* 78  
**Saim Yıldırım, Ufuk Demirci**
- Tarihi Camilerin kapı, mihrap ve minberlerinin ergonomik açıdan incelenmesi  
• *Ergonomic investigation of doors, mihrabs and pulpits of historical Mosques* 91  
**Taner Taşdemir, Evren Osman Çakıroğlu, Birgül Çakıroğlu**
- Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier)'nin İç Anadolu Bölgesindeki yeni yayılış alanı: Kayseri-Pınarbaşı  
• *The new distribution area of the Lebanon oak (*Quercus libani* Olivier) in the Central Anatolia Region: Kayseri- Pınarbaşı* 103  
**Duran Aydınöz, Sezgin Ayan, Hakan Tunç**
- Depolanmış Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında bazı kaplama işlemlerinin tohum nemi ve elektriksel iletkenlik üzerine etkisi  
• *The effect of some coating processes on seed moisture and electrical conductivity in stored Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.) seeds* 110  
**Şeyma Selin Akın, Sezgin Ayan**

Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi



Anatolian Journal  
of Forest  
Research

ISSN: 1309-856X  
E-ISSN: 2564-7660

Cilt: 10 No: 1 Haziran 2024

Vol: 10 Issue: 1 June 2024

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

- Bitkisel tasarımda *Leontice leontopetalum* L. (Kırbaş) türünün kullanım potansiyeli analizi
  - *Analysis of the potential use of Leontice leontopetalum* L. (Lion's foot) species in plant design 119
- Gamze Tuttu, İbrahim Aytaş, Bayram Cemil Bilgili**



## Dijital ayak izleri aracılığıyla milli parklara gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi: Ilgaz Dağı Milli Parkı örneği

Ahmet Uslu \*1

<sup>1</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 17/11/2023

Kabul Tarihi : 06/03/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1392187>

\*Sorumlu Yazar:

ahmet.uslu1@dpu.edu.tr

zamansal ve mekânsal dağılımlarının analizi için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Wikiloc'tan elde edilen dijital ayak izleri kullanılarak Ilgaz Dağı Milli Parkı'na gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Wikiloc'tan elde edilen ziyaretçi verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek için Pearson korelasyon testi kullanılmıştır.

*Bulgular* Pearson korelasyon analizi, Wikiloc kullanıcılarının sayısı ile resmi ziyaretçi sayıları arasında pozitif yönde çok güçlü ( $r=0,867$ ) ve istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bir ilişki olduğunu ( $p<0,01$ ) göstermiştir.

*Sonuçlar* Sosyal ağlardan elde edilen dijital ayak izleri, milli parka gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesinde veri kaynağı olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital ayak izi, Ilgaz Dağı Milli Parkı, Wikiloc, zamansal-mekânsal analiz, ziyaretçi davranışı

### Modeling temporal and spatial distributions of visitors to national parks through digital footprints: The case of Ilgaz Mountain National Park

#### ABSTRACT

*Background and aims* National parks have become one of the most important destinations for nature-based tourism and outdoor recreation. It is needed to analyse the temporal and spatial distribution of visitors for sustainable and effective management of national parks. Today, digital footprints from social networks are used to analyse the temporal and spatial distribution of visitors. In this study, it is aimed to modeling the temporal and spatial distributions of visitors to Ilgaz Mountain National Park using digital footprints obtained from Wikiloc.

*Methods* Pearson correlation test was used to measure the linear relationship between visitor data obtained from Wikiloc and official visitor data.

*Results* The Pearson correlation analysis indicated that there is a very strong ( $r=0,867$ ) and statistically highly significant ( $p<0,01$ ) positive relationship between the number of Wikiloc users and the number of official visitors.

*Conclusions* Digital footprints obtained from social networks can be used as a data source for modeling the temporal and spatial distributions of visitors to the national park.

**Key Words:** Digital footprint, Ilgaz Mountain National Park, Wikiloc, Temporal-spatial analysis, Visitor behavior

*Bu makaleye atf:*

Uslu, A., 2024. Dijital ayak izleri aracılığıyla milli parklara gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi: Ilgaz Dağı Milli Parkı örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 1-8.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

Doğa temelli turizme artan ilgi ile birlikte dünyanın birçok korunan alanına her yıl artan sayıda ziyaretçi gelmektedir (Buckley, 2003). Korunan alanlardan biri olan milli parklar, çeşitli rekreasyon ve turizm fırsatlarının yanı sıra sahip oldukları doğal ve kültürel değerler açısından ziyaretçiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Thapa, 2012). Milli parklara çok sayıda ziyaretçinin akın etmesi, ekosistemin tahrip olmasına (Farrell and Marion, 2001; Eagles and McCool, 2002), yaban hayatının bozulmasına (Buultjens et al., 2005) ve doğal döngülerin kesintiye uğramasına (Orams, 1996) sebep olabilir. Bu sebeple idarecilerin bu alanları doğru yönetebilmesi ve koruyabilmesi için ziyaretçilerin özellikleri hakkında doğru bilgilere sahip olmaları gerekmektedir (Barros et al., 2019). Ziyaretçilerin zelliklerine ilişkin veriler; talepteki eğilimlerin tespit edilmesi, tahminlerin oluşturulması, alan içerisindeki altyapı ve hizmetlerin tahsisi, görevlilerin programlanması ve kaynakların tahsisi bakımından oldukça emlidir (Eagles and McCool, 2002). Özellikle ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımına ilişkin bilgiler; ziyaretçi yoğunluğunu, ziyaretçi akışını, mevsimselliği ve alanın taşıma kapasitesini belirlemek için kullanılabilir (Barros et al., 2019). Ziyaretçileri lmenin yöntemleri arasında ziyaretçi anketleri, doğrudan gözlem ve yerinde sayaçlar gibi geleneksel yöntemler yer almaktadır (Cessford and Muhar, 2003). Ancak bu yöntemlerin maliyeti yüksek, ayrıntı düzeyleri sınırlı ve düzenli olarak tekrarlanması zordur (Tenkanen et al., 2017).

Günümüzde ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal verilerini toplamak için yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Web tabanlı teknolojilerin ve akıllı mobil cihazların gelişimi ile birlikte son yıllarda birçok seyahat paylaşım platformu ortaya çıkmıştır. Bu kitle kaynaklı platformlar aracılığıyla insanlar seyahat günlüklerini, coğrafi konumlu fotoğraflarını, videolarını, seyahat rotalarının GPS izlerini ve diğer bilgilerinin gönüllü olarak kaydedebilir, yükleyebilir ve paylaşabilirler (Mou et al., 2020). Çeşitli formatlardaki bu veriler, kullanıcı etkinliklerinin dijital ayak izini sağlamaktadır (Barros et al., 2019). Bu dijital ayak izleri; düşük maliyetleri, kolay erişim imkanları, yüksek zamansal ve mekânsal nrlk avantajlarıyla veri toplamada geleneksel anketlere ve GPS cihazlarına bir alternatif sunmaktadır (Di Minin et al., 2015). Sosyal medya ve seyahat paylaşım platformlarında yer alan verilerin potansiyeli, milli parklardaki doğa temelli rekreasyonel aktiveleri analiz etmek için bu veri kaynaklarının kullanılmasına olan ilginin artmasına yol açmıştır (Heikinheimo et al., 2017). Bu tür veriler, doğal ve kültürel alanlardaki rekreasyonel potansiyeli belirlemek (Wood et al., 2013; Fisher et al., 2018; Mancini et al., 2018; Sinclair et al., 2020; Wood et al., 2020), milli parklardaki ziyaret oranlarını modellemek (Heikinheimo et al., 2017; Tenkanen et al., 2017; Barros et al., 2019; Zhang et al., 2021), ziyaretçi akışlarını haritalamak (Orsi and Geneletti, 2013; Barros et al., 2020; Huang, 2023) ve ziyaretçi davranışlarının zamansal ve mekânsal modellerini araştırmak (Hausmann et al., 2017; Schirpke et al., 2018; Sonter et al., 2018; Walden-Schreiner et al., 2018; Uslu, 2021; Uslu, 2022; Horst et al., 2023) için kullanılmıştır. Bununla birlikte, ziyaretçi izleme için bir bilgi kaynağı olarak dijital ayak izlerinin uygulanabilirliği ve geçerliliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, milli park ziyaretçilerinin zamansal ve mekânsal dağılımlarının temsili göstergeleri olarak Wikiloc platformundan elde edilen dijital ayak izlerinin kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Wikiloc'tan elde edilen ziyaretçi verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek için Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Daha sonra dijital ayak izleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) formatına dönüştürülerek Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki ziyaretçi davranışının zamansal ve mekânsal dağılımı analiz edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

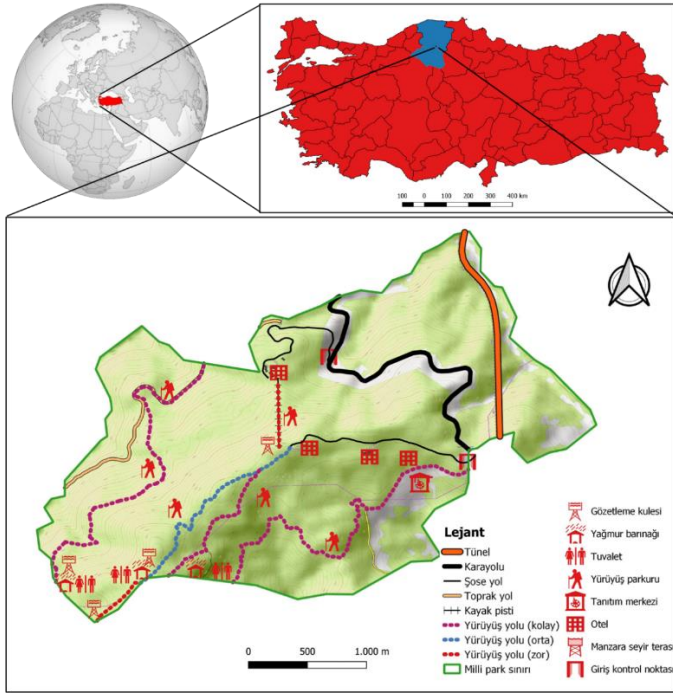
### 2.1 Çalışma alanı

Bu alışmada, Ilgaz Dağı Milli Parkı araştırma alanı olarak seçilmiştir. ankırı ve Kastamonu illeri sınırları içinde yer alan ve 1088,61 ha byklğindeki Ilgaz Dağı Milli Parkı, zengin bitki örtüsü, yaban hayatı, doğal, kültürel ve rekreasyonel kaynak değerlerine sahip olması dolayısıyla 02 Haziran 1976 tarihinde Milli Park olarak ilan edilmiştir. Milli park alanı, Kastamonu'ya 40 km, ankırı'ya 80 km, Ankara'ya 200 km uzaklıkta yer almaktadır. Milli park alanı sınırları içerisinde, ormanlar, orman içi açıklıklar, dereler, kayak pistleri, konaklama ve dinlenme tesisleri bulunmaktadır (TOB, 2023). Milli parkın içerisinde, 2070 m yüksekliğinde Kazanal Tepesi, 2000 m yüksekliğinde Karakeçilik Tepesi, 1900 m yüksekliğinde Baldıran Tepesi ve 1843 m yüksekliğinde Sadıman Tepesi bulunmaktadır. İklim zellikleri bakımından alan, Karadeniz iklimi ve Karasal iklim arasındaki geçiş kuşağı üzerindedir. Bitki varlığı açısından alanda, 351 adet bitki türü bulunmaktadır. Bunlardan 64' Ilgaz dağlarına özgü endemik bitkilerdir (Kuter, 2008). Hayvan varlığı açısından milli parkın çevresinde 30 civarında memeli türü bulunmaktadır (TOB, 2023).

Ilgaz Dağı Milli Parkı, sahip olduğu zengin flora ve fauna çeşitliliği, yaban hayatı türleri, eşsiz manzara güzellikleri, orman varlığı, iklim özellikleri ve turizm olanakları ile doğa yürüyüşü (trekking), dağ bisikleti, foto safari aktiviteleri, fauna gözlemi, bitki inceleme gezileri ve kamp gibi doğa temelli rekreasyonel etkinlikler için harika bir fırsat sunmaktadır (Göker ve nlnen, 2019). Ilgaz Dağı Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planında yer alan milli park içi, 13 km uzunluğundaki yürüyüş rotasına ilave olarak 22,2 km'lik milli park içi rota ve yakın çevresini kapsayan 93,5 km'lik alternatif tematik turizm rotaları belirlenmiştir (Sağlam Fide, 2023). Milli parkta 1980'li yılların sonunda konaklama tesislerinin inşa edilmesi ile birlikte Ilgaz Dağı Milli Parkı, lkemizde önemli kiş turizmi merkezlerinden biri haline gelmiştir (Gktağ ve Arpa, 2015). şekil 1'de çalışma alanı gösterilmektedir.

### 2.2 Çalışmada kullanılan materyaller

Dijital ayak izlerinin veri yapısı, zamansal ve mekânsal analize uygun olduğu için bu çalışmada veri kaynağı olarak Wikiloc platformu kullanılmıştır. Wikiloc, 2006'dan beri faaliyet gösteren, açık hava etkinliklerine dair rotaların ve fotoğrafların paylaşıldığı ve keşfedildiği web tabanlı seyahat paylaşım platformudur (Wikiloc, 2023). Erişim tarihi itibariyle Wikiloc platformu, 46,567,073 adet açık hava rotası ve 83,945,504 adet fotoğraf ile dünya genelinde yaklaşık 13,205,721 adet kullanıcıya ulaşmıştır (Wikiloc, 2023).



Şekil 1. Çalışma alanı

Wikiloc'tan elde edilen ziyaretçi verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü test etmek amacıyla her iki veri kaynağı için de 2015 - 2022 dönemini kapsayan ziyaretçi sayıları kullanılmıştır. Veri kaynakları arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek için SPSS yazılımında Pearson Korelasyon Testi uygulanmıştır. Ziyaretçilerin mekânsal dağılımını belirlemek, en çok tercih edilen parkurları tespit etmek ve sonuçları haritalamak için açık kaynak kodlu QGIS 3.22 yazılımı kullanılmıştır.

### 2.3 Çalışmanın yöntemi

Çalışmanın yöntemi; dijital ayak izlerinin Wikiloc'tan elde edilmesi, Wikiloc'tan elde edilen veriler ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkinin SPSS yazılımında Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmesi ve son olarak ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi bölümlerinden oluşmaktadır.

#### 2.3.1 Verilerin toplanması ve doğrulanması

Wikiloc web uygulamasının "rota ara" işlevi ile 01 Ocak 2015 - 31 Aralık 2022 tarihleri arasında Ilgaz Dağı Milli Parkı sınırları içerisindeki 307 adet bireysel doğa yürüyüşü rotasına erişilmiştir. Doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren ziyaretçilerin izledikleri rotalar, .gpx formatı dosyasında teker teker indirilmiştir. Bu dosya, ziyaretçilerin konum (enlem, boylam) ve yükseklik verilerini, izledikleri rotaların dijital izlerini ve zamansal bilgilerini içermektedir. Her dijital izin kullanıcı kimliğinden ve zaman damgasından faydalanılarak 307 adet günübirlik tekil kullanıcı belirlenmiştir. Bu sayı milli parka gelen günübirlik ziyaretçi sayısının bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Wikiloc'tan elde edilen ziyaretçi verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü test etmek amacıyla her iki veri kaynağı için de 2015 - 2022 dönemini dikkate alan

Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Wikiloc'tan elde edilen günübirlik ziyaretçi sayısının yıllık dağılımı ile Ilgaz Dağı Milli Parkı'na gelen günübirlik ziyaretçi sayısının yıllık dağılımı SPSS yazılımında Pearson Korelasyon Testi ile değerlendirilmiştir.

Pearson Korelasyonu, ölçümle belirtilen iki sürekli değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi hakkında bilgi verir. Pearson Korelasyon katsayısı (r), (-1) ile (+1) arasında değer almaktadır. Pozitif değerler direkt yönlü doğrusal ilişkiyi; negatif değerler ise ters yönlü doğrusal ilişkiyi göstermektedir. Korelasyon katsayısının sifıra yaklaşması ilişki kuvvetinin azaldığı, bire yaklaşması ise ilişki kuvvetinin arttığı anlamına gelmektedir. Çizelge 1'de gösterilen Pearson katsayıları, verilerin arasındaki ilişki düzeyini ortaya koymaktadır (Ratner, 2009).

Çizelge 1. Pearson katsayıları, verilerin arasındaki ilişki düzeyi

Korelasyon Katsayısı ölçeği (r)	İlişki düzeyi
0,00 - 0,19	Çok zayıf
0,20 - 0,39	Zayıf
0,40 - 0,59	Orta
0,60 - 0,79	Yüksek
0,80 - 1,00	Çok yüksek

#### 2.1.3 Ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının modellenmesi

Ziyaretçi dağılımının zamansal modellerini belirlemek amacıyla kullanıcılar tarafından Wikiloc'a yüklenen dijital ayak izlerinin zamansal bilgileri kullanılarak yıllık, aylık ve saat dilimi bazında analizler gerçekleştirilmiştir.

Ziyaretçi dağılımının mekânsal analizi için QGIS yazılımında doğa yürüyüşü rotaları GPX veri formatından Shapefile'a dönüştürülmüş ve öznetelik bilgilerini içeren bir veritabanı oluşturulmuştur. Veritabanı; ziyaretçinin kullanıcı adını, bulunduğu yerin coğrafi konumunu, yüksekliğini, zamanını ve rota uzunluğunu içermektedir.

Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki yürüyüş parkurlarının popüleritesine ve kullanımına ilişkin olarak parkurların yoğunluğunu belirlemek için parkur segmenti başına düşen ziyaretçi sayıları hesaplanmıştır. Ziyaretçi sayıları eşit aralık sınıflandırma yöntemi ile beş adet yoğunluk düzeyinde sınıflandırılmıştır. Çok yüksek yoğunluk düzeyi 41-50 ziyaretçinin bulunduğu parkur segmentine, yüksek yoğunluk düzeyi 31-40 ziyaretçinin bulunduğu parkur segmentine, orta yoğunluk düzeyi 21-30 ziyaretçinin bulunduğu parkur segmentine, düşük yoğunluk düzeyi 11-20 ziyaretçinin bulunduğu parkur segmentine ve son olarak çok düşük yoğunluk düzeyi 1-10 ziyaretçinin bulunduğu parkur segmentine atanmıştır. Yoğunluk düzeyi sınıflarını temsil eden çizgilerin kalınlıkları, bağlantıların gücünü ifade etmektedir. Bu durum, daha fazla sayıya sahip parkur segmentinin, ziyaretçiler tarafından daha fazla tercih edildiği anlamına gelmektedir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Veri toplama ve doğrulama

Wikiloc'tan 01 Ocak 2015 – 31 Aralık 2022 tarihleri arasında Ilgaz Dağı Milli Parkı sınırları içerisinde doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren 307 adet ziyaretçinin dijital ayak izi indirilmiştir. Resmi kayıtlar (Sağlam Fide, 2023), 2015 - 2022 yılları arasında ziyaretçi sayısının yıllara göre dağılımından oluşmaktadır. Çizelge 2'de Wikiloc kullanıcılarının sayısı ile resmi ziyaretçi sayılarının 2015 - 2022 yılları arasındaki dağılımları gösterilmektedir.

**Çizelge 2.** Wikiloc kullanıcılarının sayısı ile resmi ziyaretçi sayılarının 2015 - 2022 yılları arasındaki dağılımı

Yıl	Wikiloc		Resmi Kayıtlar	
	Sayı	Geneldeki Yüzdesi	Sayı	Geneldeki Yüzdesi
2015	8	2,61	43450	7,02
2016	9	2,93	38745	6,26
2017	12	3,91	45853	7,41
2018	46	14,98	83185	13,44
2019	54	17,59	111314	17,99
2020	49	15,96	96614	15,61
2021	58	18,89	110504	17,86
2022	71	23,13	89076	14,40

Wikiloc kullanıcılarının sayısı ile resmi ziyaretçi sayıları arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü test etmek amacıyla her iki veri kaynağının geneldeki yüzdeleri kullanılarak SPSS yazılımında Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Çizelge 3'te Pearson korelasyon analizi sonuçları ve Şekil 2'de ise veriler arasındaki korelasyonun noktasal dağılım grafiği verilmiştir.

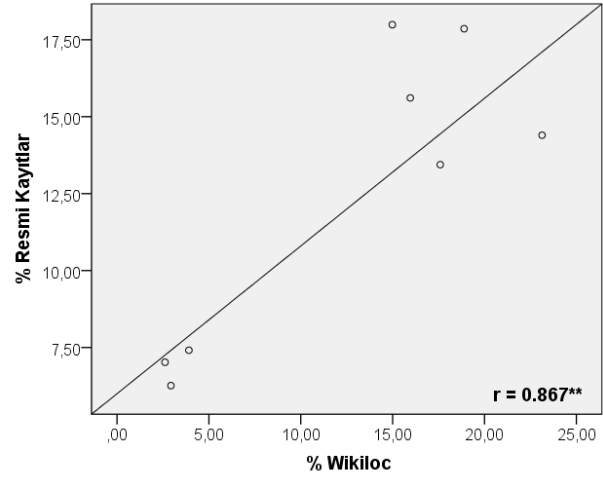
**Çizelge 3.** Pearson korelasyon analizi sonuçları

		Wikiloc	Resmi Kayıtlar
Wikiloc	Pearson Correlation	1	0,867**
	Sig. (2-tailed)		0,005
	N	8	8
Resmi Kayıtlar	Pearson Correlation	0,867**	1
	Sig. (2-tailed)	0,005	
	N	8	8

\*\* . Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed)

Pearson korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde; Wikiloc kullanıcılarının sayısı ile resmi ziyaretçi sayıları arasında pozitif yönde çok gcl ( $r=0,867$ ) ve istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

Yoshimura and Hiura (2017) araştırmalarında, 2010 ve 2014 yılları arasında Japonya'daki Hokkaido'da gelen turist sayısını, aynı dönemde Flickr'da fotoğraf paylaşan kullanıcıların sayısı ile karşılaştırmıştır. İki veri kaynağı arasında pozitif yönde gcl ( $r=0,61$ ,  $p<0,001$ ) bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Tenkanen et al. (2017), sosyal medya verileri ile resmi ziyaretçi verilerini karşılaştırarak Güney Afrika ve Finlandiya'daki milli parkların yarısında Pearson korelasyon katsayısının ( $r$ ) 0,7'ye eşit veya daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.



**Şekil 2.** Wikiloc verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki korelasyonun noktasal dağılım grafiği (\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.)

Sinclair et al., (2020), Almanya'daki 15 milli park için 2005 – 2018 yılları arasındaki günlük ziyaretçi sayıları ile Flickr verileri arasında pozitif yönde çok gcl ( $r=0,97$ ,  $p<0,01$ ) ve anlamlı bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Barros et al. (2020), İşpanya'daki Teide Milli Parkı'nda, 2010 - 2016 yılları arasında Flickr verileri ile resmi ziyaretçi veriler arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü test etmek amacıyla Pearson korelasyon katsayısını hesaplamışlardır. Sonuçlar, iki veri kaynağı arasında pozitif yönde çok gcl ( $r=0,84$ ,  $p<0,001$ ) ve anlamlı bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur.

Bu alışmanın Pearson korelasyon analizi bulguları ile önceki çalışmaların bulguları benzerlik göstermektedir. Böylece, ziyaretçi verilerinin temsili göstergesi olarak Wikiloc'tan elde edilen dijital ayak izlerinin, Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki ziyaretçilerin zamansal ve mekansal dağılımlarını modellemek için kullanılabileceği doğrulanmıştır.

#### 3.2 Zamansal analiz

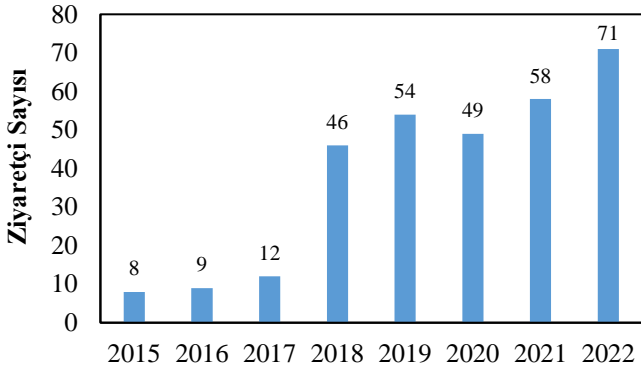
Ilgaz Dağı Milli Parkı sınırları içerisinde, 1 Ocak 2015 – 31 Aralık 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen 307 adet doğa yürüyüşü aktivitesine ilişkin tanımlayıcı bilgiler izelge 4'te gösterilmektedir.

**Çizelge 4.** Doğa yürüyüşü aktivitesine ilişkin temel rota istatistikleri

Kategori	Açıklama
En kısa rota mesafesi	1,11 km
En uzun rota mesafesi	20,66 km
Ortalama rota mesafesi	11,43 km
En kısa aktivite süresi	29 dk
En uzun aktivite süresi	6 saat 52 dk
Ortalama aktivite süresi	3 saat 22 dk

Doğa yürüyüşü aktivitesini gerçekleştiren ziyaretçilerin zamansal modelleri; yıllık, aylık ve günlük bazda değerlendirilmiştir. Şekil 3'te doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren ziyaretçilerin yıllık bazdaki dağılımı gösterilmektedir.

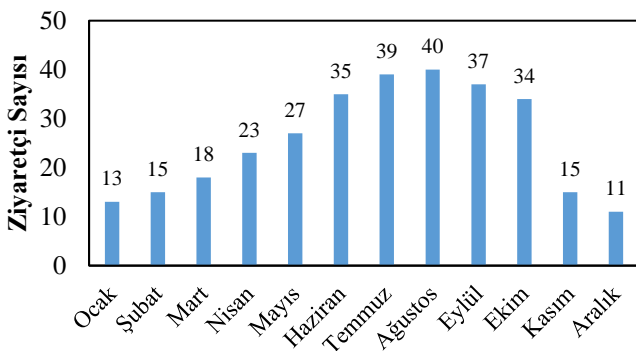
Şekil 3 incelendiğinde; Ilgaz Dağı Milli Park'ına yapılan, en fazla ziyaretin 2022 yılında, en az ziyaretin ise 2015 yılında gerçekleştiği görülmektedir. 2017'den sonra ziyaretçi sayısında yaklaşık üç kat artış yaşandığı gözlemlenmiştir. 2020 yılında yaşanan düşüşün Covid-19 pandemisi sürecinde uygulanan karantinalardan ve seyahat kısıtlamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3. Ziyaretçi sayısının yıllara göre dağılımı

Sağlam Fide (2023) araştırmasında, 2002 - 2017 yılları arasında Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki günlük ziyaretçi sayısının dalgalı bir grafik çizdiğini, 2017'den sonra ziyaretçi sayısında yaklaşık iki kat bir artışın gerçekleştiğini, ziyaretçi sayılarındaki değişimlerin iklim koşulları, Covid-19 pandemisi vb. etkenlerle ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte araştırmada, 2018'e kadar milli park alanının giriş kontrol noktalarında, mesai saatleri içerisinde ziyaretçi kayıtlarının idare tarafından yapıldığı, 2018'de giriş kontrol noktalarının özel sektöre devredilmesi ile birlikte ziyaretçi sayılarının 24 saat süreyle kayıt altına alındığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda, giriş kontrol noktalarının özelleşmesi, milli parka yönelik turizm aktivitelerinin çeşitlenmesi ve Yurduntepe Kayak Merkezi'nin açılmış olmasından dolayı son yıllarda ziyaretçi sayılarında artış yaşandığı belirtilmiştir. Araştırmanın bulguları ile bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir. Şekil 3'te 2018 yılından sonra ziyaretçi sayılarındaki artış, milli parktaki giriş kontrol noktalarının özelleşmesi, parktaki turizm ve rekreasyonel aktivitelerin çeşitlenmesi ve Yurduntepe Kayak Merkezi'nin açılmış olması ile ilişkilendirilebilir.

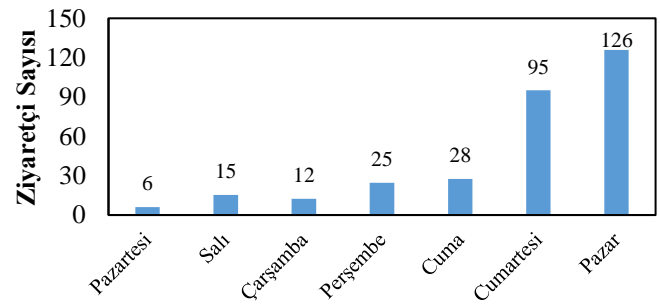
Şekil 4'te Ilgaz Dağı Milli Park'ına gelen ziyaretçilerin aylara göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 4. Ziyaretçi sayısının aylara göre dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde; Ilgaz Dağı Milli Park'ına yapılan en fazla ziyaretin ağustos ayında, en az ziyaretin ise aralık ayında gerçekleştiği görülmektedir. Sağlam Fide (2023) araştırmasında, 2002-2022 yılları arasındaki ziyaretçi sayılarının aylık ortalama dağılımını değerlendirmiştir. Araştırmada, kayak sporu etkinliğinin yapıldığı aralık, ocak, şubat ve mart aylarında ziyaretçi sayısının diğer aylara nazaran daha yüksek olduğu; haziran, temmuz ve ağustos aylarında ise iklim koşullarıyla ilişkili olarak doğa yürüyüşü, manzara seyiri, piknik vb. aktiviteler gerçekleştiren ziyaretçilerin milli parkı daha çok tercih ettikleri belirtilmiştir. Araştırmanın bulguları ile bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir. Mevsimsel ve iklimsel koşulların, doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren ziyaretçilerin aylık bazdaki dağılımını etkilediği söylenebilir.

Şekil 5'te Ilgaz Dağı Milli Park'ına gelen ziyaretçilerin günlere göre dağılımı gösterilmektedir.



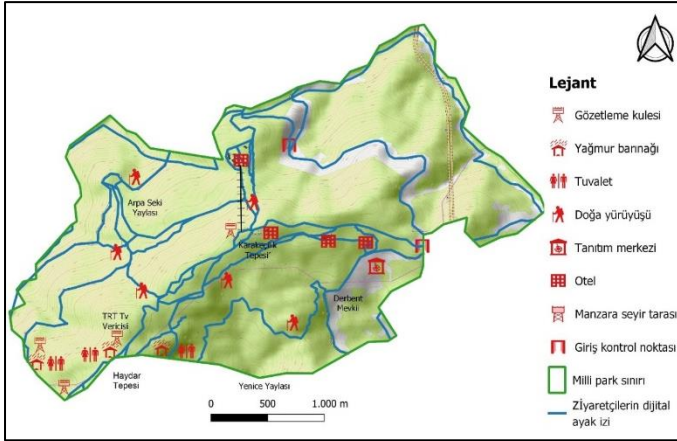
Şekil 5. Ziyaretçi sayısının günlere göre dağılımı

Şekil 5 incelendiğinde; Ilgaz Dağı Milli Park'ına yapılan ziyaretlerin hafta sonu yoğunlaştığı görülmektedir. Hafta içi günlerinin iş günleri olması dolayısıyla bu günlerde ziyaretçi sayısı nispeten düşüktür. Barros et al. (2019) araştırmalarında, İspanya'daki 15 adet milli parka gelen ziyaretçilerin sayısının, tatil olması dolayısıyla hafta sonlarında yoğunlaştığını tespit etmişlerdir. Araştırmacıların bulguları, bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

### 3.3 Mekânsal analiz

Doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren ziyaretçilerin mekânsal analizi QGIS yazılımında gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da Ilgaz Dağı Milli Parkı'nda doğa yürüyüşü aktivitesi gerçekleştiren ziyaretçilerin dijital ayak izleri gösterilmektedir. Ziyaretçilerin mekânsal dağılımları, Şekil 2'de gösterilen parkur ağları ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.



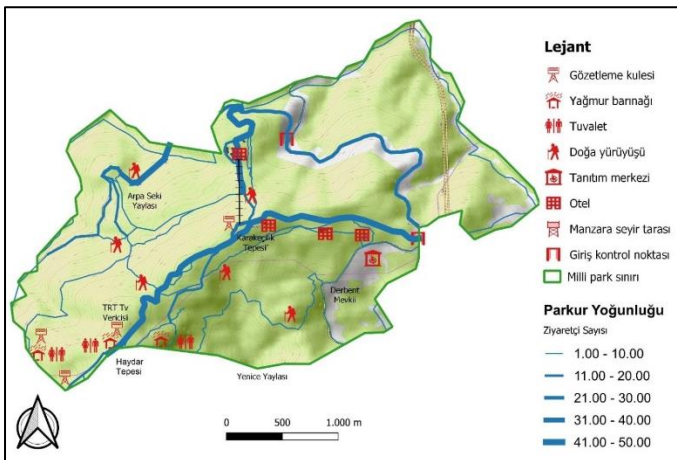


**Şekil 6.** Ilgaz Dağı Milli Parkı'nda doğa yürüyüşü aktiviteleri için dijital ayak izleri

Şekil 6 incelendiğinde; doğa yürüyüşü aktiviteleri için dijital ayak izleri, parkın farklı bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Ziyaretçilerden 259'unun, resmi yürüyüş parkurlarını kullandıkları, 48'inin ise resmi olmayan patikaları kullandıkları tespit edilmiştir. Resmi yürüyüş parkurları ormanın içinden geçmekte, doğal manzara alanlarını, flora ve fauna zenginliğine sahip alanları birbirine bağlamaktadır. Gayri resmi parkurlar, orman ve diğer bitki örtüsü türlerine kıyasla otlaklarda ve çayırlarda yoğunlaşmıştır.

Resmi yürüyüş parkurları genellikle çevre üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek için planlanmakta, ziyaretçiler tarafından doğal ve kültürel manzara alanlarına, ilgi çekici noktalara veya su kaynaklarına erişmek için kullanılmaktadır. Fakat ziyaretçiler tarafından resmi parkurlar arasında gayri resmi patikalar oluşturulmakta ve kullanılmaktadır (D'Antonio et al., 2016). Gayri resmi patika ağları habitat parçalanmasına, peyzaj düzeyinde hasara ve yaban hayatı üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır (Barros and Marina Pickering, 2017). Bu bağlamda gayri resmi patika ağlarının, Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki doğal ve kültürel değerler üzerinde baskı oluşturarak olumsuz etkilere neden olabileceği söylenebilir.

Şekil 7'de Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki yürüyüş parkurlarının popüleritesine ve kullanımına ilişkin olarak parkurların yoğunluğu gösterilmektedir.



**Şekil 7.** Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki yürüyüş parkurlarının popüleritesine ve kullanımına ilişkin olarak parkurların yoğunluğu

Şekil 7 incelendiğinde; milli parkın güney giriş kapısından başlayarak, Karakeçilik Tepesine uzanan ve TRT TV verici istasyonunda son bulan parkurda ziyaretçi yoğunluğu en yüksek düzeydedir. Parkur üzerinde manzara seyir noktaları, yaban hayatı gözetleme kuleleri, yağmur barınakları, göknar ve sarıçam ormanlarının eşsiz peyzaj manzaraları bulunmaktadır. Bu parkurun, doğa yürüyüşü gerçekleştiren ziyaretçiler açısından cazibe merkezi durumunda olduğu söylenebilir.

Milli parkın kuzey giriş kapısından başlayarak, oteller bölgesine uzanan ve kayak tesislerinde son bulan parkurda ziyaretçi yoğunluğu en yüksek düzeydedir. Bu parkurun, kar ve doğa manzarası seyretmek isteyen ziyaretçiler tarafından tercih edildiği düşünülmektedir.

Milli parkın kuzey giriş kapısından başlayarak, orman içerisinden Arpa Seki Yaylasına uzanan parkurda ziyaretçi yoğunluğu orta düzeydedir. Milli parkın zengin bitki örtüsünü ve orman dokusunu deneyimlemek isteyen ziyaretçilerin bu parkuru tercih ettikleri söylenebilir. Bununla birlikte Ilgaz Dağı Milli Parkı'nın içerisinden geçen, Çankırı'nın kuzey-güney istikametinde yer alan ve Ankara ile Kastamonu'yu bağlayan D765 devlet karayolu kenarında doğa yürüyüşü gerçekleştiren ziyaretçilerin yoğunluğu orta düzeydedir. Trafik güvenliği açısından doğa yürüyüşü yapan ziyaretçiler ve sürücüler için ciddi tehlikelere sebep olabileceği için yoğunluğun düşük düzeyde kaldığı düşünülmektedir.

Karakeçilik Tepesinden başlayarak Haydar Tepesine uzanan parkurda ziyaretçi yoğunluğu düşük düzeydedir. Güzergahın eğimli bir araziden geçmesi dolayısıyla ziyaretçiler tarafından çok tercih edilmediği düşünülmektedir.

Milli parkın güney giriş kapısından başlayarak sırasıyla Derbent Mevkiine ve Haydar Tepesine uzanan parkurda ziyaretçi yoğunluğu çok düşük düzeydedir. Bununla birlikte gayri resmi patikalarda ziyaretçi yoğunluğu çok düşük düzeydedir. Bu patikaları, resmi parkurların dışında kalan manzaralı alanları keşfetmek isteyen ziyaretçiler tarafından kullanıldığı düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Ilgaz Dağı Milli Parkı'na gelen ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarını modellemek için Wikiloc platformundaki dijital ayak izlerinin veri kaynağı olarak kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Wikiloc'tan elde edilen ziyaretçi verileri ile resmi ziyaretçi verileri arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü test etmek amacıyla her iki veri kaynağı için de 2015 – 2022 dönemini dikkate alan Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Pearson korelasyon analizi sonuçları veri kaynakları arasında pozitif yönde çok güçlü ( $r=0,867$ ) ve istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bir ilişki olduğunu ( $p<0,01$ ) göstermiştir. Böylece, ziyaretçi verilerinin temsili göstergesi olarak Wikiloc'tan elde edilen dijital ayak izlerinin, ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarını modellemek için kullanılabilirliği doğrulanmıştır. Wikiloc, tüm verilerin tek seferde indirilmesini sağlayan uygun bir Uygulama Programlama Arayüzü (API) desteği sunmamaktadır (WIKILOC, 2023). Bu durum çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak görülmektedir.

Çalışmanın sonuçları, sosyal ağ uygulamalarından elde edilen dijital ayak izlerinin, ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal dağılımlarının haritalanmasında etkili bir araç olduğunu ve



geleneksel veri kaynaklarına alternatif veya tamamlayıcı bir kaynak olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Çalışma, Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki ziyaretçi tercihlerinin ve davranış özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve alandaki rekreatif etkinliklerin sürdürülebilir kullanımı için politika yapımcıların kararlarına ve eylemlerine katkıda bulunmak adına önemli pratik çıkarımlar sunmaktadır. Bu çıkarımlar aşağıda sıralanmıştır:

- Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki ziyaretçi sayısı son yıllarda artmış, haftanın günlerine, aylara ve mevsimlere bağlı olarak farklı dağılım göstermiştir. Ziyaretçiler, hafta sonlarında, ağustos ayında ve yaz mevsiminde yoğunlaşmıştır.
- Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki yürüyüş parkurlarının popülaritesine ve kullanımına ilişkin olarak milli parkın güney giriş kapısından başlayıp, Karakeçilik Tepesi'ne uzanan ve TRT TV verici istasyonunda son bulan parkurda ziyaretçi yoğunluğunun en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Parkur üzerindeki manzara seyir noktalarının, yaban hayatı gözetleme kulelerinin, yağmur barınaklarının, göknar ve sarıçam ormanlarının, bu parkuru doğa yürüyüşü gerçekleştiren ziyaretçiler açısından ilgi çekici kıldığı düşünölmektedir.
- Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki toplam parkur ağlarının %19'unu, gayri resmi parkurların oluşturduğu tespit edilmiştir. Gayri resmi parkurların, ormanlara ve diğer bitki örtüsü türlerine kıyasla otlaklarda ve çayırlarda yoğunlaştığı görölmüştür. Bu parkurlar, milli parktaki doğal ve kültürel değerler üzerinde baskı oluşturabilir ve olumsuz etkilere neden olabilir.

Bu alışma, dijital ayak izlerinin avantajlarından faydalanarak korunan alanların sürdürülebilir yönetimi, planlama ve karar alma süreçlerinin desteklenmesi bakımından gelecekteki araştırmaların önünü açmaktadır. Çalışmanın bulguları ve sonuçları dikkate alınarak bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Ziyaretçi dağılımının zamansal ve mekânsal dinamiklerinin modellenmesi, kamp alanları, tuvaletler ve acil durum noktaları gibi farklı hizmetlerin en uygun konumunu belirlemek, yeni parkurlar için en uygun rotaları tasarlamak ve en az kullanılan parkurların erişilebilirliğini en üst düzeye çıkarmak için kullanılabilir.
- Zamansal ve mekânsal yoğunluk analizleri aracılığıyla ziyaretçileri yoğunluğu daha düşük olan parkurları kullanmaya teşvik eden politikalar uygulanarak yüksek baskı altındaki parkurlarda oluşabilecek insan-doğa etkileşimleri azaltabilir.
- Çalışma, ziyaretçilerin Ilgaz Dağı Milli Parkı'nı tercih etmelerindeki itme ve çekme faktörlerini göstermesi bakımından sınırlıdır. Gelecekteki araştırmalar, ziyaretçilerin dijital ayak izlerini ve destinasyon tercihlerindeki itme çekme faktörlerini bir arada değerlendirerek doğa temelli turizminin gelişimine ve pazarlanmasına önemli katkılar sağlayabilir.
- Çalışmada kullanılan veriler, ziyaretçilerin sosyodemografik özelliklerini içermemektedir. Gelecekteki araştırmalarda, dijital ayak izleri ile anket verileri birlikte değerlendirerek analiz sonuçlarının doğruluğu önemli ölçüde artırılabilir.

- Gelecekteki araştırmalarda, Endomondo, GPSies, MapMyRide, Runtastic, Sports-tracker, Strava, Flickr ve Twitter gibi sosyal ağ uygulamalarından elde edilecek coğrafî konumlu verilerin entegrasyonu ile ekoturizm destinasyonlarındaki rekreatif potansiyel belirlenebilir ve ziyaretçilerin davranış özellikleri daha iyi değerlendirilebilir.

## Kaynaklar

- Barros, A., Marina Pickering, C., 2017. How networks of informal trails cause landscape level damage to vegetation. *Environmental Management*, 60(1), 57-68.
- Barros, C., Moya-Gómez, B., García-Palomares, J. C., 2019. Identifying temporal patterns of visitors to national parks through geotagged photographs. *Sustainability*, 11(24), 6983.
- Barros, C., Moya-Gómez, B., Gutiérrez, J., 2020. Using geotagged photographs and GPS tracks from social networks to analyse visitor behaviour in national parks. *Current Issues in Tourism*, 23(10), 1291-1310.
- Buckley, R., 2003. Ecological indicators of tourist impacts in parks. *Journal of Ecotourism*, 2(1), 54-66.
- Buultjens, J., Ratnayake, I., Gnanapala, A., Aslam, M., 2005. Tourism and its implications for management in Ruhuna national park (Yala), Sri Lanka. *Tourism Management*, 26(5), 733-742.
- Cessford, G., Muhar, A., 2003. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for nature conservation*, 11(4), 240-250.
- D'Antonio, A., Monz, C., Larson, N., Rohman, A., 2016. An application of recreation resource assessment techniques to inform management action in an urban-proximate natural area. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 14, 12-21.
- Di Minin, E., Tenkanen, H., Toivonen, T., 2015. Prospects and challenges for social media data in conservation science. *Frontiers in Environmental Science*, 3, 63.
- Eagles, P. F., McCool, S. F., 2002. *Tourism in national parks and protected areas: Planning and management*. Cabi Publishing.
- Farrell, T. A., Marion, J. L., 2001. Identifying and assessing ecotourism visitor impacts at eight protected areas in Costa Rica and Belize. *Environmental Conservation*, 28(3), 215-225.
- Fisher, D. M., Wood, S. A., White, E. M., Blahna, D. J., Lange, S., Weinberg, A., Tomco, M., Lia, E., 2018. Recreational use in dispersed public lands measured using social media data and on-site counts. *Journal of environmental management*, 222, 465-474.
- Göker, G., Ünlüönen, K., 2019. Açık alanda yapılan doğa temelli rekreatif etkinlikler ve destinasyon markalaşması: Ilgaz Dağı Milli Parkı örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(70), 774-789.
- Göktuğ, T.H., Arpa, N.Y., 2015. Korunan alanlar yönetimi bağlamında kayak merkezlerinin fiziksel ve sosyal taşıma kapasitelerinin analizi: Ilgaz Dağı Milli Parkı, Ilgaz Kış Sporları Turizm Merkezi, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakötesi Dergisi, 15(1) 104-119.
- Hausmann, A., Toivonen, T., Slotow, R., Tenkanen, H., Moilanen, A., Heikinheimo, V., Di Minin, E., 2018. Social

- media data can be used to understand tourists' preferences for nature-based experiences in protected areas. *Conservation Letters*, 11(1), e12343.
- Heikinheimo, V., Di Minin, E., Tenkanen, H., Hausmann, A., Erkkonen, J., Toivonen, T. 2017. User-generated geographic information for visitor monitoring in a national park: A comparison of social media data and visitor survey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 85.
- Horst, L., Taczanowska, K., Porst, F., Arnberger, A., 2023. Evaluation of GNSS-based volunteered geographic information for assessing visitor spatial distribution within protected areas: A case study of the Bavarian Forest National Park, Germany. *Applied Geography*, 150, 102825.
- Huang, R., 2023. Analyzing national parks visitor activities using geotagged social media photos. *Journal of Environmental Management*, 330, 117191.
- Kuter, N., 2008. Ilgaz Dağı Milli Parkı'nın orman peyzajı ve estetiğı açısından değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 36-47.
- Mancini, F., Coghill, G. M., Lusseau, D., 2018. Using social media to quantify spatial and temporal dynamics of nature-based recreational activities. *PloS one*, 13(7), e0200565.
- Mou, N., Zheng, Y., Makkonen, T., Yang, T., Tang, J. J., Song, Y., 2020. Tourists' digital footprint: The spatial patterns of tourist flows in Qingdao, China. *Tourism Management*, 81, 104151.
- Orams, M. B., 1996. Using interpretation to manage nature-based tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 4(2), 81-94.
- Orsi, F., Geneletti, D., 2013. Using geotagged photographs and GIS analysis to estimate visitor flows in natural areas. *Journal for Nature Conservation*, 21(5), 359-368.
- Pearson, K., 1896. VII. Mathematical contributions to the theory of evolution.-III. Regression, heredity, and panmixia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, (187), 253-318.
- Ratner, B., 2009. The correlation coefficient: Its values range between +1/-1, or do they?. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 17(2), 139-142.
- Sağlam Fide, İ., 2023. Ilgaz Dağı Milli Parkında Korunan Alan Turizm İlişkisinin Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 10(1), 30-48.
- Schirpke, U., Meisch, C., Marsoner, T., Tappeiner, U., 2018. Revealing spatial and temporal patterns of outdoor recreation in the European Alps and their surroundings. *Ecosystem services*, 31, 336-350.
- Sinclair, M., Mayer, M., Woltering, M., Ghermandi, A., 2020. Using social media to estimate visitor provenance and patterns of recreation in Germany's national parks. *Journal of Environmental Management*, 263, 110418.
- Sonter, L. J., Watson, K. B., Wood, S. A., Ricketts, T. H., 2016. Spatial and temporal dynamics and value of nature-based recreation, estimated via social media. *PLoS one*, 11(9), e0162372.
- Tenkanen, H., Di Minin, E., Heikinheimo, V., Hausmann, A., Herbst, M., Kajala, L., Toivonen, T., 2017. Instagram, Flickr, or Twitter: Assessing the usability of social media data for visitor monitoring in protected areas. *Scientific reports*, 7(1), 17615.
- Thapa, B., 2012. Why did they not visit? Examining structural constraints to visit Kafue National Park, Zambia. *Journal of Ecotourism*, 11(1), 74-83.
- TOB, 2023. T.C. Tarım ve Orman BAKANLIğI 10. Bölge Müdürlüğü. <https://bolge10.tarimorman.gov.tr/Menu/40/Ilgaz-Dagi-Milli-Parki>, Erişim: 03.11.2023.
- Uslu, A., 2021. Sosyal medya verileri ile İhlara Vadisi'ne yapılan ziyaretlerin zamansal ve mekânsal değişimlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 395-407.
- Uslu, A., 2022. Gönüllü coğrafi veriler ile dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi: Dațça Yarımadası örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 22-32.
- Walden-Schreiner, C., Rossi, S. D., Barros, A., Pickering, C., Leung, Y. F., 2018. Using crowd-sourced photos to assess seasonal patterns of visitor use in mountain-protected areas. *Ambio*, 47, 781-793.
- Wikiloc, 2023. Dünyanın rotaları. <https://tr.wikiloc.com/>, Erişim: 03.11.2023.
- Wood, S. A., Guerry, A. D., Silver, J. M., Lacayo, M., 2013. Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific reports*, 3(1), 2976.
- Wood, S. A., Winder, S. G., Lia, E. H., White, E. M., Crowley, C. S., Milnor, A. A., 2020. Next-generation visitation models using social media to estimate recreation on public lands. *Scientific reports*, 10(1), 15419.
- Yoshimura, N., Hiura, T., 2017. Demand and supply of cultural ecosystem services: Use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosystem services*, 24, 68-78.
- Zhang, H., van Berkel, D., Howe, P. D., Miller, Z. D., Smith, J. W., 2021. Using social media to measure and map visitation to public lands in Utah. *Applied Geography*, 128, 102389.



## Pürüzsüz ve pürüzlü kabuk yapısına sahip ağaçlarda gövdeden akışın karşılaştırılması

Zehra İnan<sup>1</sup>, Hüseyin Şensoy<sup>2</sup>, İlyas Bolat<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Orman Mühendisi, Elbistan/Kahramanmaraş, Türkiye,

<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 03/12/2023

Kabul Tarihi: 15/04/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1399729>

\*Sorumlu Yazar:

hsensoy@bartin.edu.tr

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* Hidrolojik döngünün önemli bir parçası olan intersepsiyon üzerinde açık alana düşen toplam yağış, orman altı yağış ve gövdeden akış bileşenleri belirleyicidir. Bu bileşenlerden biri olan gövdeden akışı etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de kabuk özellikleridir. Özellikle pürüzsüz ve

pürüzlü kabuklar yağmurun gövdeden akarak yere ulaşmasında belirleyici olabilmektedir. Bu çalışmada pürüzsüz (*Carpinus betulus* L.) ve pürüzlü (*Quercus cerris* L.) gövde kabuğuna sahip ağaçların gövdeden akış değerlerinin belirlenmesi ve sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Gövdeden akış, birey ağaçların gövdesine sarmal şekilde yerleştirilen plastik oluklardan gelen yağmurun, ağzı kapalı bir toplama tankında biriktirilmesiyle tespit edilmiştir. Çalışma alanına düşen toplam yağmur miktarının belirlenmesinde orman içinde uygun bir açıklığa tesis edilen yağışölçer kullanılmıştır.

*Bulgular* Çalışma süresince gövdeden akış üreten sekiz yağış sonrasında toplam 175,4 mm yağmur düşmüştür. Toplam on ağaçtan sekiz yağmur olayı sonrasında elde edilen veriler, kabuk pürüzlülüğünün gövdeden akışa etki ettiğini ortaya koymuştur ( $p<0,05$ ). Açık alana düşen yağışla karşılaştırıldığında gürgen ve meşe ağaçlarında sırasıyla ortalama %2,36 ve %1,35 oranında gövdeden akış gerçekleşmiştir.

*Sonuçlar* Bu sonuç pürüzlü ağaç kabuklarının gövdeden akış üzerinde belirleyici bir öge olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın gürgen ve meşe meşcerelerinde hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bartın, *Carpinus betulus* L., intersepsiyon, *Quercus cerris* L., yağış

## Comparison of stemflow in trees with smooth and rough bark structure

### ABSTRACT

*Background and aims* Precipitation, throughfall and stemflow are significant on interception, which is an important part of the hydrological cycle. Many factors affect the stemflow, which is a component of interception. One of the factors affecting the stemflow is the bark characteristics. Especially smooth and rough bark characteristics can be decisive in the stemflow. In this study, stemflow yield of trees with smooth (*Carpinus betulus* L.) and rough (*Quercus cerris* L.) bark were determined, and the results were compared. *Methods* Stemflow was determined by collecting the precipitation coming from plastic gutters placed spirally on the trunks of individual trees in a closed collection tank. A precipitation gauge installed in a suitable clearing in the forest was used to determine the total amount of rain falling in the study area.

*Results* After eight rainfall events that produced stemflow, the total amount of precipitation recorded as 175.4 mm during the study period. The data obtained after eight rainfall events on a total of ten individual trees revealed that the bark roughness affected the stemflow ( $p<0.05$ ). Compared to the precipitation in the open field, an average of 2.36% and 1.35% of stemflow occurred in hornbeam and oak trees, respectively.

*Conclusions* This result reveals that the roughness of the barks is a determining factor on the stemflow. It is anticipated that the study may contribute to the determination of stemflow per hectare in hornbeam and oak stands.

**Key Words:** Bartın, *Carpinus betulus* L., interception, *Quercus cerris* L., precipitation

*Bu makaleye atf:*

İnan, Z., Şensoy, H., Bolat, İ., 2024. Pürüzsüz ve pürüzlü kabuk yapısına sahip ağaçlarda gövdeden akışın karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 9-15.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Bitkilerin yaprak, dal, gövde gibi toprak üstü organları tarafından tutulan ve yeryüzüne ulaşmadan buharlaşan yağış miktarı intersepsiyon (Özhan, 2004); ağaçların tepe çatısı ve diğer toprak üstü kısımlarınca tutulan yağışın, gövdeden aşağıya doğru akarak zemine ulaşması ise gövdeden akış olarak tanımlanmaktadır (Özhan, 1982; Çepel, 1993). Hidrolojik döngünün bir ögesi olan intersepsiyonun iki önemli bileşeninden biri orman altı yağış, diğeri gövdeden akış olsa da (Honda ve ark., 2015); genellikle gövdeden akış, intersepsiyonun küçük bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Carlyle-Moses 2004; Limin ve ark., 2015). Bunun nedeni ise orman altına ulaşan brüt yağışın %0 ile %10'u arasındaki küçük kısmını gövdeden akışın oluşturmasıdır (Van Stan ve Gordon 2018). Belki de bu yüzden birçok çalışmada gövdeden akış, diğer bileşen olan orman altı yağış kadar incelenmemiş (Park ve ark., 2000; Honda ve ark., 2015), hatta orman altı yağışın büyük çoğunluğu oluşturması gövdeden akışın tamamen ihmal edilmesine neden olmuştur (Levia ve Frost 2003).

Gövdeden akış bitki gövdesindeki çözünür maddelerin yağışla birlikte noktasal olarak toprağa ulaşmasını sağladığından, tarım alanları ve orman ekosistemlerinde hidrolojik ve ekolojik öneme sahiptir (Levia ve Frost 2003). Özellikle ormanlarda gövdeden akışın zamansal değişimi, yüzey altı akışlarda önemli rol oynamaktadır (Levia ve ark., 2010). Diğer yandan gövdeden akışın özellikle kurak bölgelerde, bitkilerin hayatta kalmasına katkı sağladığı düşünülmektedir (Carlyle-Moses, 2004). Bu yönüyle gövdeden akış, ekolojik anlamda da önemlidir.

Birçok biyotik ve abiyotik faktörün etkisi altında olan gövdeden akış (Honda ve ark., 2015), bu faktörlerin karmaşık etkileşiminin bir fonksiyonu olarak da değerlendirilmektedir (Levia ve ark., 2015). Yağmur miktarı ve süresi (Carlyle-Moses, 2004; Staelens ve ark., 2008), rüzgâr hızı (Xiao ve ark., 2000; Sraj ve ark., 2008; Van Stan ve ark., 2011), atmosferik su isteği (Staelens ve ark., 2008) gibi meteorolojik faktörler ile ağaç türü (Levia ve Frost, 2003), yaprak özellikleri (Honda ve ark., 2015), gövde yapısı (Schooling ve Carlyle-Moses, 2015), tepe çatı alanı ve gövde çapı (Fan ve ark., 2015; Şensoy ve Tanyel 2021), dallanma açısı (Gotsch ve ark., 2018; Magliano ve ark., 2019) gibi vejetatif faktörler gövdeden akış üzerinde etkilidir. Etkili vejetatif faktörlerden birisi de kabuk yapısı ve karakteristikleridir (Livesley ve ark., 2014, Van Stan ve ark., 2016).

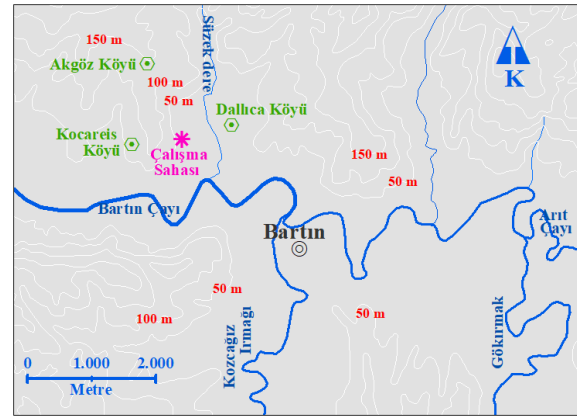
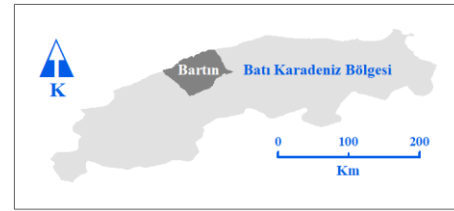
Kalınlık, pürüzlülük, oluk deseni, geçici su depolama kapasitesi gibi etmenler gövdeden akışı etkileyen kabuk karakteristikleridir (Crockford ve Richardson 2000; Livesley ve ark., 2014; Van Stan ve ark., 2016; Şensoy ve Tanyel 2021; İlek ve ark., 2021). Örneğin kabuk kalınlığı ve tipi; ıslanabilirliği ve akışkanlığı etkilediği için gövdeden akış üzerinde değişkenlik oluşturabilmektedir. (Crockford ve Richardson, 2000). Kabuk özelliklerinin gövdeden akış üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar halen güncelliğini korumaktadır (Gonzalez-Martinez ve ark., 2022; Siegert ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2023). Kabuk özelliklerinden biri olan, pürüzlülüğün etkilerini ortaya koyan benzer çalışmalar olmakla birlikte; farklı ağaç türlerinin gövdeden akış üzerinde oluşturduğu dinamik etki değişkendir. Türler göre pürüzlü ve pürüzsüz gövde kabuklarından oluşan gövdeden akış değerleri çok farklı olabilmektedir. Dolayısıyla

bu çalışmada pürüzlü ve pürüzsüz kabuklara sahip iki farklı türde meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesi ve aralarında farklılık olup olmadığının ortaya konulması hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanının tanıtımı

Araştırma Bartın şehir merkezine 3 km uzaklıkta olan Kocareis-Dallıca köyü sınırlarında yer alan ormanlık alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı (41°39'01" 32°18'47") koordinatlarında, ortalama 35 m yükseltiye sahip bir orman olup, etrafı çevrili ve korunan özelliktedir.



Şekil 1. Araştırmanın gerçekleştirildiği çalışma sahasının haritası

Çalışma alanının bakışı doğu, ortalama eğimi %25-30 aralığındadır. Çalışma alanına yakın ve güneydoğusunda konumlu olan Bartın kent merkezinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,74 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 1039,73 mm olarak belirtilmektedir (Şensoy ve Ateşoğlu 2018). Bölgenin ortalama bağıl nemi %76,5 olup; kış en fazla, ilkbahar ise en az yağış görülen mevsimlerdir (Şensoy, 2010).

Gövdeden akışın belirlenmesinde bölgede geniş yayılış gösteren ve çalışma amacına uygun iki tür tercih edilmiştir. Bu türler saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ve gürgen (*Carpinus betulus* L.) olup; türlerin kabuk yapısının çalışma amacına uygun olması en önemli tercih nedenidir. Bu türlerin haricinde akçaağaç, kızılıçık, defne, kocayemiş, kurtbağrı gibi ağaç ve çalılar, çalışma alanında yaygın bulunan diğer türlerdir. Çalışma alanındaki birey ağaçlar mümkün olduğunca yatay bir hat gözetilerek seçilmişlerdir. Bu yatay doğrultunun toplam uzunluğu 240 metredir. Bu şekilde mümkün olduğunca kısa ve dar bir hat seçilerek, meteorolojik faktörlerin etkisinin minimize edilmesi amaçlanmıştır.

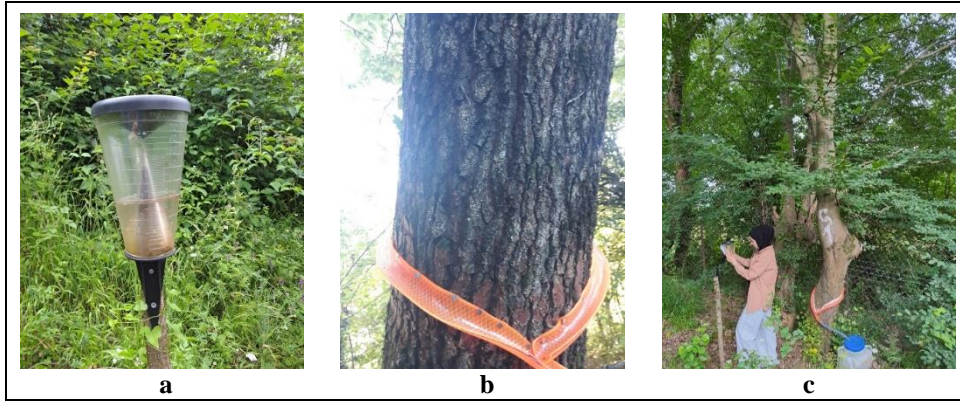


## 2.2 Yağmur miktarı ve gövdeden akışın belirlenmesi

Çalışma alanına düşen toplam yağmur miktarının belirlenmesinde orman içinde uygun bir açıklığa tesis edilen yağışölçer kullanılmıştır. Yağış ölçümleri Kasım ve Aralık 2022 tarihleri içinde iki aylık dönemde, her yağmur olayı sonrasında gerçekleştirilmiştir. Yağmur miktarı her yağış olayı sonrasında belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 2a). Yağışölçerin yağmur tutma haznesinin çapı ve tutulan toplam yağmur miktarı, birim alana (m<sup>2</sup>) oranlanarak metrekareye düşen miktar belirlenmiştir. İki yağmur olayının farklı yağışlar olarak kabul edilebilmesi için aralarında yağışsız belli bir zaman dilimi olması göz önünde bulundurulmaktadır. Birçok araştırmacı bu zaman dilimini dört saat olarak uygulamıştır (Xiao ve ark., 2000; Nytech ve ark., 2019; Şensoy ve Tanyel, 2021; Şensoy ve Tanyel, 2022). Bu çalışmada da iki yağışı farklı olaylar şeklinde değerlendirmek için aralarında en az dört saatlik yağışsız süre olması esas alınmıştır. Miktarı belli bir değerin altında olan yağışlar gövdeden akış oluşturmadığından (Silva ve Okumura, 1996;

Zabret ve ark., 2018), gövdeden akış ölçümlerinde 7 mm seviyesinin altındaki yağışlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Gövdeden akış, birey ağaçların gövdesine sarmal şekilde yerleştirilen plastik oluklardan (Şekil 2b) gelen yağmurun, ağzı kapalı bir toplama tankında biriktirilmesiyle tespit edilmiştir (Şekil 2c). Oluklar ağaç gövdesine tesis edilmeden önce, bazı ağaçların gövdesinde mevcut olan sarmaşık, ökse otu gibi yabancı materyaller ağaç gövdesine zarar vermeden temizlenmiştir. Olukların sarmal şekilde ağaç gövdesine tespiti için 4,5 cm çapa sahip, uygun ve yeterli uzunlukta plastik malzeme kullanılmıştır. Bu plastik oluklar öncelikle ince çiviler yardımıyla ağaç gövdelerine tutturulmuş, ardından arada kalan küçük boşluklar su geçirmez yapıştırıcılar kullanılarak doldurulmuştur. Bu şekilde gövdeden akan yağışların oluklarda tutularak bir toplayıcı tanka aktarılması sağlanmıştır. Tanklarda biriken gövdeden akış suyu, yağış miktarının belirlenmesinde olduğu gibi, her yağmur olayı sonrasında ölçülmüş ve kaydedilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanına tesis edilen yağış ölçer (a), gövdeden akış düzeneği (b) ve toplama tankı (c)

Gövdeden akışın her ağaç için mm cinsinden derinliğinin belirlenmesinde, o ağacın toplam gövde akış miktarı ve tepe örtü alanı arasındaki ilişki esas alınmıştır (Livesley ve ark., 2014; Honda ve ark., 2015).

$$D_{GA} = T_{GA} / TÖA \quad [1]$$

Eşitlik 1'de  $D_{GA}$ , gövdeden akış derinliğini (mm),  $T_{GA}$ , toplam gövdeden akış miktarını (m<sup>3</sup>),  $TÖA$  ise ölçüm ağacının tepe örtü alanını (m<sup>2</sup>) ifade etmektedir. Tepe örtü alanı, her ağaç için yer yüzeyine düşen yatay izdüşümün ölçülmesiyle belirlenmiştir. Bunun için sekiz yönde tepe izdüşüm uç noktaları ile ağaç gövdesi arasındaki uzaklık belirlenmiş ve ortalaması alınarak tepe örtüsü çap değeri tespit edilmiş ve örtü alanının belirlenmesinde kullanılmıştır (Bellot ve Escarre, 1998; Ahmadi ve ark., 2009). Sonrasında gövdeden akış, açık alana düşen yağışın yüzdesi olarak da belirlenmiştir. Hesaplama alttaki formül (Eşitlik 2) kullanılmıştır.

$$\%GA = (T_{GA} / TY) * 100 \quad [2]$$

Eşitlik 2'de  $TY$ , açık alana düşen brüt yağışı (mm),  $GA$  ise gövdeden akışın toplam yağışa oranını (%) ifade etmektedir.

## 2.3 Birey ağaçların tespiti ve kabuk pürüzlülüğünün belirlenmesi

Pürüzlü gövde kabuğuna sahip saçlı meşe ve pürüzsüz gövde kabuğuna sahip gürgen türlerinin her birinden beş adet örnek ağaç çalışma alanında rastgele belirlenmiştir. Ağaçların göğüs seviyesindeki kabuklarının pürüzlü (çatlaklı) derinlikleri hassas şekilde ölçülerek kabuk pürüzlülüğü belirlenmiştir (Levia ve Herwitz, 2005). Bu belirlemede mekanik olarak en az dört farklı noktadan alınan pürüzlü kabuk derinliği ölçülmüş ve ortalaması kullanılmıştır (Van Stan ve ark., 2016). Bu işlem sonrasında meşe bireylerinde ortalama kabuk pürüzlülüğü 0,4 cm olarak belirlenmiştir. Gürgen bireylerinde ise kabuk pürüzlülüğü çok az olduğundan, pürüzlülük değeri sıfır olarak alınmıştır. Öte yandan çalışma alanındaki ağaçların boy ve çapları da çeşitlilik göstermektedir. Meşe ağaçlarının boyları 9 ile 23 m, çapları ise 20,5 ile 57 cm arasında; gürgen ağaçlarının boyları 11,5 ile 25 m, çapları ise 20,5 ile 38 cm arasında değişmektedir. Meşelerde ortalama boy 17,6 (±6,23) m ve ortalama çap 39,4 (±16,37) cm iken; gürgenlerde ortalama boy 17,1 (±5,20) m ve ortalama çap ise 27,2 (±7,25) cm olmuştur (Çizelge 1).



**Çizelge 1.** Örnek ağaçlara ilişkin bazı morfolojik parametreler

Ağaç No	Ağaç çapı (cm)	Ağaç boyu (m)	Tepe Örtü Alanı (m <sup>2</sup> )	Kabuk Pürüzlülüğü (cm)
Gürgen 1	29,0	25,0	44,15	0
Gürgen 2	20,5	19,0	70,84	0
Gürgen 3	38,0	11,5	53,42	0
Gürgen 4	28,0	16,0	53,42	0
Gürgen 5	20,5	14,0	21,63	0
Meşe 1	44,0	22,0	63,58	0,4
Meşe 2	57,0	23,0	143,06	0,5
Meşe 3	20,5	9,0	28,26	0,3
Meşe 4	51,5	21,0	159,40	0,5
Meşe 5	24,0	13,0	23,74	0,3

## 2.4 İstatistik analiz

Çalışmada elde edilen sonuçlar istatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Analizde bağımsız örneklem olarak gövdeden akış alınmış ve farklı kabuk kalınlığına sahip gürgen ve meşe türleri ise grupları oluşturmuştur. Farklı kabuk derinliğine sahip meşe ve gürgen ağaçlarından oluşan gövdeden akış değerleri arasında fark olup olmadığı ve verilerin homojenlik durumu bağımsız t testi (Independent Samples T-test) ve Levene testi ile ortaya konulmuştur. Sonuçlar  $\alpha=0,05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0, 2015).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında çalışma dönemi boyunca gövdeden akış oluşturan toplam sekiz yağmur olayı gerçekleşmiş ve m<sup>2</sup>'ye toplam 175,4 mm yağış düşmüştür. Öte yandan çalışma döneminde gövdeden akış oluşturmayan yağış olayları da gerçekleşmiş ancak değerlendirmeye alınmamıştır. Açık alana düşen toplam yağış miktarı ve ölçüm zamanı Çizelge 2'de görülmektedir.

**Çizelge 2.** Açık alanda ölçümlenen yağış olaylarının miktarı ve tarihleri

Yağış Olayı	Ölçüm Tarihi	Yağış Miktarı (mm)
1	18.11.2022	14,2
2	25.11.2022	68,3
3	26.11.2022	25,8
4	27.11.2022	7,0
5	04.12.2022	12,4
6	14.12.2022	20,3
7	16.12.2022	12,4
8	27.12.2022	15,0
Toplam		175,4

Gövdeden akış derinliği (mm) ve gövdeden akışın açık alana düşen toplam yağışa oranı (%) gürgen ve meşelerde sekiz yağış olayında belirlenmiştir. Bu yağış olaylarında gürgen ve meşelerde ayrı ayrı 40, toplamda ise 80 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin toplam miktar, derinlik ve açık alana düşen yağışa oranı Çizelge 3'te gösterilmiştir. Gövdeden akışın toplam yağışa oranı göz önüne alındığında, gürgenlerin meşelerden daha fazla ortalama gövde akışı ürettiği belirlenmiştir

**Çizelge 3.** Gürgen ve meşe türlerinde belirlenen gövdeden akış değerleri ve toplam yağışa oranları

Ağaç No	Toplam Gövdeden Akış Miktarı (mm)	Toplam Gövdeden Akış Derinliği (mm)	Açık Alana Düşen Toplam Yağışa Oranı (%)
Gürgen 1	324,3	7,35	4,50
Gürgen 2	159,45	2,25	1,35
Gürgen 3	156,63	2,93	1,78
Gürgen 4	96,54	1,81	1,21
Gürgen 5	98,75	4,57	2,97
Meşe 1	294,37	4,63	2,35
Meşe 2	173,06	1,21	0,63
Meşe 3	112,97	4,00	2,10
Meşe 4	146,84	0,92	0,51
Meşe 5	48,35	2,04	1,14

Toplam 80 yağış olayı esas alındığında gövdeden akışın düşen yağışa yüzdesi gürgen ağaçlarında en yüksek Gürgen1'de %4,50 ve en düşük ise Gürgen4'te %1,21 olurken; ortalama %2,36 ( $\pm 0,32$ ) olarak gerçekleşmiştir. En yüksek gövdeden akış 16 Aralık 2022'deki yağmurdan sonra Gürgen1'de % 8,77 olarak belirlenmiştir. Meşelerde ise en yüksek ve en düşük gövdeden akış oranları Meşe1 ve Meşe4'te sırasıyla %2,35 ve %0,51 olmuştur. Meşelerdeki ortalama gövdeden akış oranı ise %1,35 ( $\pm 0,24$ ) şeklindedir. En düşük gövdeden akış 18 Kasım 2022'deki yağmurdan sonra Meşe4'te %0,04 olarak tespit edilmiştir. 80 gövdeden akış verisi kullanılarak gerçekleştirilen istatistik analiz sonucunda gürgen ve meşe türlerinin ürettiği gövdeden akış miktarları arasında fark olduğu belirlenmiştir ( $p \leq 0,05$ ) (Çizelge 4).

Bu çalışmada pürüzlü kabuk özelliği gösteren meşeler, açık alana düşen yağışın %1,35'i kadar gövdeden akış oluşturmuşlardır. Daha önce yapılan çalışmalarda meşe türlerinde çok farklı seviyelerde gövdeden akış değerleri ölçümlenmiştir. Bu değerler toplam yağışın %1'inden daha düşük olabildiği gibi (Andre ve ark., 2008), %1,1 (Cayuela ve ark., 2018), %2,3 (Cruz-Garcia ve ark., 2020), %9,8 (Özhan, 1982) gibi değerler de raporlanmıştır. Bu çalışma sonuçları her ne kadar farklı meşe türlerinde elde edilmiş olsa da genel anlamda gövdeden akış oldukça değişken sonuçlar içerebilmektedir (Levia ve Frost, 2006, Levia ve ark., 2010). Öyle ki aynı türlerin bireyleri arasında bile çok farklı gövdeden akış değerleri görülebilmektedir (Park ve Cameron, 2008; Cayuela ve ark., 2018). Bu çalışmada gürgende ortalama %2,36 oranında gövdeden akış gerçekleşmiştir. Gürgen baltalığı ya da meşceresinde önceki çalışmalarda raporlanan gövdeden akış değerleri meşelere oranla daha yüksektir. Kramer ve Hölscher (2009) kayın ve gürgen gibi pürüzsüz gövdelere sahip meşcilerinin dişbudak, çınar türlerinden daha fazla gövdeden akış ürettiğini belirtmektedir. Benzer şekilde çoğunluğu (%85 oranında) gürgenden oluşan baltalık meşceresinde %17,1 oranında gövdeden akış belirlenmiştir (Özhan, 1982). Genel olarak bakıldığında gürgen, kayın gibi pürüzsüz gövdelerin, pürüzlü diğer ağaçlara oranla daha fazla gövdeden akış ürettiği ifade edilebilir.

**Çizelge 4.** Gürgen ve meşede oluşan gövdeden akış verilerine ilişkin grup değerleri ve t-testi sonuçları

Değişken	Gruplar	N	X	SS	T testi		
					t	sd	p
Gövdeden Akış	Gürgen	40	2,36	2,02	2,545	78	0,013
	Meşe	40	1,35	1,51			

Kabuk özelliklerinin gövdeden akışı etkilediği birçok çalışmada ortaya konmuştur (Navar, 1995; Levía ve Herwitz, 2005; Van Stan ve ark., 2016; Oka ve ark., 2021; Şensoy ve Tanyel, 2021). Kabuğu daha çatlaklı-pürüzlü türler düz kabuk yapısına sahip türlerden daha düşük gövdeden akış üretmekte (Andre ve ark., 2008; Van Stan ve Levía 2010) ve kabuk dokusu benzer ağaç türlerindeki gövdeden akış değerlerinin farklı olmasında önemli bir etken olarak belirtilmektedir (Levia ve ark., 2010). Bu çalışmada elde edilen değerler de kabuk pürüzlülüğünün gövdeden akışı etkilediği şeklinde raporlanan bulguları doğrular niteliktedir.

Gövdeden akış toprak-su dinamiklerini etkilediği için (Gonzalez-Ollauri ve ark., 2020) toprak-su-bitki ilişkilerinde önemli bir yere sahiptir. Gövdeden akış sonucunda toprağın nemlilik hali açık alanda oluşan yağıştan yaklaşık 4,5 kat daha fazladır (Navar, 2011). Çalılar ağaçlara oranlara daha yüksek gövdeden akış oluşturdıkları için (Magliano ve ark., 2019), bitki formasyonu da gövdeden akışı etkilemektedir. Bu örneklerden anlaşılacağı gibi gövdeden akış bitki-toprak-su arasındaki geçişler ve hidrolojik ilişkiler açısından oldukça önemlidir. Hidrolojik ilişkilerin yanında ekolojik olarak da gövdeden akışın önemli bir işleve sahip olduğu ifade edilebilir. Gövdeden akış oluşumunun özellikle yıllık yağışın düşük olduğu kesimlerde odunsu bitkilerin büyümesine katkı sağladığı (Chen ve ark., 2021) göz önünde bulundurulduğunda, bu koşullara uyum sağlayabilen bir meşe meşceresinde gövdeden akışın ekolojik açıdan da çok önemli bir görev üstlendiği ifade edilebilir.

Diğer yandan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, özellikle gürgen ve meşe ormanlarında ağaç sayısı ve gövde alanı verileriyle ilişkilendirilerek; hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesinde kullanılabilir. Çünkü hektarda gövdeden akışın belirlenmesinde ağaç sayısı ve gövde yüzey alanı sonuç üzerinde belirleyici olmaktadır (Dezhban ve ark., 2020). Temsil niteliği dikkate alınarak ağaç seçimi yapıldığında veya bir meşcere üzerinde deneme alanı alınarak örnekler belirlendiğinde gövdeden akışa ilişkin daha belirgin sonuçlar elde edilebilir.

#### 4. Sonuçlar

Daha çatlaklı ve pürüzlü bir kabuk yapısına sahip olan meşenin (açık alana düşen toplam yağışa oranı %1,35) birim alandan ürettiği gövdeden akış miktarı, nispeten pürüzsüz olan gürgenden (açık alana düşen toplam yağışa oranı %2,36) daha düşük gerçekleşmiştir. Nitekim gürgende, meşenin iki katına yakın gövdeden akış gerçekleşmiştir ve aralarında önemli bir farklılık mevcuttur. Çalışmanın gürgen ve meşe meşcerelerinde hektarda meydana gelen gövdeden akışın belirlenmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

Buradan hareketle ormanlık havzalarda yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında infiltrasyon, toprak nemi dinamikleri ve dolayısıyla yağış sularının yeraltında depolanmasını etkileyen gövdeden akış oluşumu dikkate alınarak; su üretimin esas amaç olduğu havzalarda uygun ağaç türü/türleri tercih edilmelidir. Bir intersepsiyon ögesi olarak her ne kadar miktarı az gibi görünse de yağış dağılımındaki düzensizliklerin sonrasında yer altı su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi ile hidrolojik dengenin bozulmasını engellemesi yönüyle, gövdeden akış miktarı önemli bir bileşen olabilir. Bu

nedenle, gelecekteki çalışmalar, yağış olayları sırasında ağacın yakın çevresinde meydana gelen hidrolojik ve biyojeokimyasal süreçlerde gövde akışının etkisini dikkate almalıdır.

#### Teşekkür

Bu çalışma 1919B012109760 başvuru numaralı TÜBİTAK 2209 projesi kapsamında desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R., Fathi, J., 2009. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 557-568.
- Andre, F., Jonard, M., Ponette, Q., 2008. Influence of species and rain event characteristics on stemflow volume in a temperate mixed oak-beech stand. *Hydrological Processes*, 22, 4455-4466.
- Bellot, J., Escarre, A., 1998. Stemflow and throughfall determination in a resprouted Mediterranean holm-oak forest. *Annals of Forest Sciences*, 55, 847-865.
- Carlyle-Moses, D.E., 2004. Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community. *Journal of Arid Environments*, 58, 181-202.
- Cayuela, C., Llorens, P., Sanchez-Costa, E., Levía, D.F., Latron, J., 2018. Effect of biotic and abiotic factors on inter- and intra-event variability in stemflow rates in oak and pine stands in a Mediterranean mountain area. *Journal of Hydrology*, 560, 396-406.
- Chen, N., Zhang, Y., Zhao, C., 2021. On the importance of stemflow to the woody plants in drylands: Individual vs. ecosystem scales. *Journal of Hydrology*, 601, 126591.
- Crockford, R.H., Richardson, D.P., 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes*, 14, 2903-2920.
- Cruz-Garcia, F., Gonzalez, J.C.M., Teclé, A., Wehenkel, C., Perez-Verdin, G., 2020. Effects of stand variables on stemflow and surface runoff in pine-oak forests in northern Mexico. *Plos One*, 0235320.
- Çepel, N. 1993. Toprak Su Bitki İlişkileri, İÜ Yayın No 3794, 236 sayfa, İstanbul.
- Dezhban, A., Attarod, P., Amiri, G.Z., Pypker, T.G., Nanko, K., 2020. The variability of stemflow generation in a natural beech stand (*Fagus orientalis* Lipsky) in relation to rainfall and tree traits, *Ecohydrology*, 13(3), e2198.
- Fan, J., Oestergaard, K.T., Guyot, A., Jensen, D.G., Lockington, D.A., 2015. Spatial variability of throughfall and stemflow in an exotic pine plantation of subtropical coastal Australia. *Hydrological Processes*, 29, 793-804.
- Gonzalez-Martinez, T.M., Williams-Linera, G., Holwerda, F., 2022. Interactive effects of functional traits and rainfall event size on stemflow in a tropical montane cloud forest, *Ecohydrology*, 15(8), e2466.
- Gonzalez-Ollauri, A., Stokes, A., Mickovski, S.B., 2020. A novel framework to study the effect of tree architectural

- traits on stemflow yield and its consequences for soil-water dynamics. *Journal of Hydrology*, 582, 124448.
- Gotsch, S.G., Draguljic, D., Williams, C.J., 2018. Evaluating the effectiveness of urban trees to mitigate storm water runoff via transpiration and stemflow. *Urban Ecosystems*, 21, 183-195.
- Honda, E.A., Mendonça, A.H., Durigan, G., 2015. Factors affecting the stemflow of trees in the Brazilian Cerrado. *Ecohydrology*, 8, 1351-1362.
- Ilek, A., Van Stan, J.T., Morkisz, K., Kucza, J., 2021. Vertical variability in bark hydrology for two coniferous tree species. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 687907.
- Kramer, I., Hölscher, D., 2009. Rainfall partitioning along a tree diversity gradient in a deciduous old-growth forest in Central Germany. *Ecohydrology*, 2, 102-114.
- Levia Jr., D.F., Frost, E.E., 2003. A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. *Journal of Hydrology*, 274, 1-29.
- Levia, D.F., Herwitz, S.R., 2005. Interspecific variation of bark water storage capacity of three deciduous tree species in relation to stemflow yield and solute flux to forest soils. *Catena*, 64, 117-137.
- Levia Jr., D.F., Frost, E.E., 2006. Variability of throughfall volume and solute inputs in wooded ecosystems. *Progress in Physical Geography*, 30(5), 605-632.
- Levia, D.F., Van Stan II, J.T., Mage, S.M., Kelley-Hauske, P.W., 2010. Temporal variability of stemflow volume in a beech-yellow poplar forest in relation to tree species and size. *Journal of Hydrology*, 380, 112-120.
- Levia, D.F., Michalzik, B., Nathe, K., Bischoff, S., Richter, S., Legates, D.R., 2015. Differential stemflow yield from European beech saplings: the role of individual canopy structure metrics. *Hydrological Processes*, 29, 43-51.
- Limin, S.G., Oue, H., Sato, Y., Budiasa, I.W., Setiawan, B.I., 2015. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in clove (*Syzygium aromaticum*) plantation in Upstream Saba River Basin, Bali, *Procedia Environmental Sciences*, 28: 280-285.
- Livesley, S.J., Baudinette, B., Glover, D., 2014. Rainfall interception and stemflow by eucalypt street trees—The impacts of canopy density and bark type. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 192-197.
- Magliano, P.N., Whitworth-Hulse, J.I., Baldi, G., 2019. Interception, throughfall and stemflow partition in drylands: Global synthesis and meta-analysis. *Journal of Hydrology*, 568, 638-645.
- Navar, J., 1993. The causes of stemflow variation in three semi-arid growing species of northeastern Mexico. *Journal of Hydrology*, 145, 175-190.
- Navar, J., 2011. Stemflow variation in Mexico's northeastern forest communities: Its contribution to soil moisture content and aquifer recharge. *Journal of Hydrology*, 408 (1-2), 35-42.
- Nytch, C.J., Melendez-Ackerman, E.J., Perez, M.E., Ortiz-Zayas, J.R., 2019. Rainfall interception by six urban trees in San Juan, Puerto Rico. *Urban Ecosystems*, 22, 103-115.
- Oka, A., Takahashi, J., Endoh, Y., Seino, T., 2021. Bark effects on stemflow chemistry in a Japanese Temperate Forest I. The Role of Bark Surface Morphology. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 654375.
- Özhan, S., 1982. Belgrad Ormanındaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve sonuçlarının ampirik modellerle karşılaştırılması, İÜ Yayın No 2906, 183 sayfa, İstanbul.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İÜ Yayın No 4510, 384 sayfa, İstanbul.
- Park, H., Hattori, S., Kang, H., 2000. Seasonal and inter-plot variations of stemflow, throughfall and interception loss in two deciduous broad-leaved forests. *Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources*, 13(1), 17-30.
- Park, A., Cameron, J.L., 2008. The influence of canopy traits on throughfall and stemflow in five tropical trees growing in a Panamanian plantation. *Forest Ecology and Management* 255, 1915-1925.
- Schooling, J.T., Carlyle-Moses, D.E., 2015. The influence of rainfall depth class and deciduous tree traits on stemflow production in an urban park. *Urban Ecosystems*, 18, 1261-1284.
- Siegert, C., Ilek, A., Wade, A., Schweitzer, C., 2023. Changes in bark properties and hydrology following prescribed fire in *Pinus taeda* and *Quercus montana*, *Hydrological Processes*, 37(1), e14799.
- Silva, I.C., Okumura, T., 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in a mixed white oak forest (*Quercus serrata* Thunb.). *Journal of Forest Research*, 1, 123-129.
- SPSS v.22.0, 2015. Guide to Data Analysis.
- Sraj, M., Brilly, M., Mikos, M., 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148(1), 121-134.
- Staelens, J., De Schrijver, A., Verheyen, K., Verhoest, N.E.C., 2008. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology. *Hydrological Processes* 22, 33-45.
- Şensoy, H., 2010. Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi FBE, 163 s. Bartın.
- Şensoy, H., Ateşoğlu, A., 2018. Bartın yöresinde iklim tipi değişikliğine yönelik bir değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 576-582.
- Şensoy, H., Tanyel, M., 2021. Effects of heavy rainfall on stemflow generation in some individual trees. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(06B), 7579-7595.
- Şensoy, H., Tanyel, M., 2022, Effect of heavy rain conditions on throughfall in evergreens and conifers in urban settings, *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(1), 271-279.
- Van Stan, II J.T., Levia Jr., D.F., 2010. Inter- and intraspecific variation of stemflow production from *Fagus grandifolia* Ehrh. (American beech) and *Liriodendron tulipifera* L. (yellow poplar) in relation to bark microrelief in the eastern United States. *Ecohydrology*, 3, 11-19.
- Van Stan, J.T., Siegert, C.M., Levia, D.F. Jr., Scheick, C.E., 2011. Effects of wind-driven rainfall on stemflow generation between codominant tree species with differing crown characteristics. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(9), 1277-1286.
- Van Stan, J.T., Lewis, E.S., Hildebrandt, A., Rebmann, C., Friesen, J., 2016. Impact of interacting bark structure and rainfall conditions on stemflow variability in a temperate

- beech-oak forest, central Germany. *Hydrological Sciences Journal*, 61(11), 2071-2083.
- Van Stan, J.T., Gordon, D.A., 2018. Mini-review: stemflow as a resource limitation to near-stem soils. *Frontiers in Plant Science*, 9, 248.
- Xiao, Q., McPherson, E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E., 2000. A new approach to modeling tree rainfall interception. *Journal of Geophysical Research*, 105(23), 29173-29188.
- Zabret, K., Rakovec, J., Sraj, M., 2018. Influence of meteorological variables on rainfall partitioning for deciduous and coniferous tree species in urban area. *Journal of Hydrology*, 558, 29-41.
- Zhang, Y., Yuan, C., Chen, N., Levia, D.F., 2023. Rainfall partitioning by vegetation in China: A quantitative synthesis, *Journal of Hydrology*, 617(A), 128946.



## Türkiye’de biyokaçakçılığa ilişkin mücadele yönetimi hakkında güncel değerlendirme

Cemal Topdağ<sup>1</sup>, Okan Ürker<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yaban Hayatı Anabilim Dalı, 18200 Merkez, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Şabanözü MYO, Çevre Sağlığı Programı, Çankırı, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 04/01/2024

Kabul Tarihi: 01/07/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1415028>

\*Sorumlu Yazar:

[cemaltopdag58@gmail.com](mailto:cemaltopdag58@gmail.com)

### ÖZ

*Giriş ve Hedefler* Doğadaki her canlı türünün özel bir rolü olduğu göz önüne alındığında, bir türün kaybının doğal yaşamı nasıl etkileyebileceği önemli bir sorundur. Doğadan izinsiz alınan bitki ve hayvanlar veya onlara ait parçaların uluslararası ticareti, "biyokaçakçılık" veya diğer adıyla "biyokorsanlık" olarak bilinir. Bu araştırma,

Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinin önemini vurgulayarak, biyokaçakçılığın neden olduğu biyolojik çeşitlilik azalmasına dikkat çekmeyi ve Türkiye’de biyokaçakçılığın önlenmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, dünya genelinden ve Türkiye’den biyokaçakçılıkla ilgili mevzuat ve kurumsal yapılar hakkında bilgiler sunulmaktadır.

*Yöntemler* Çalışmanın materyalleri, internet üzerinde yapılan araştırmalardan elde edilen veriler, konuyla ilgili yayımlanmış makaleler ve ilgili kamu kurumlarından alınacak vaka verilerini içermektedir. Yöntem olarak, derleme, farkındalık analizleri ve süreç yönetimi metodları kullanılmıştır. Olayların medyada nasıl yansındığını anlamak amacıyla, daha önce yayımlanan dokümanlar incelenmiş ve bu veriler, 2013 yılında ilan edilen Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi'nin uygulanmasındaki etkinlik ve verimliliği değerlendirmek için 2003-2012 ve 2013-2022 dönemlerinde analiz edilmiştir.

*Bulgular* Biyokaçakçılık olayları son beş yıl incelendiğinde giderek artmaktadır ve bu artışa yaz aylarında daha fazla rastlanmaktadır. Bunlarla mücadele kapsamında özellikle 2014 yılından itibaren bazı kurum ve kuruluşlar etkin bir rol oynamaktadır.

*Sonuçlar* Çalışmanın sonucunda, biyokaçakçılık ile mücadeledeki güncel sorunlar tespit edilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokaçakçılık, biyolojik çeşitlilik, farkındalık analizleri, kurumsal yapılar, süreç yönetimi

### Araştırma Makalesi

## Current evaluation on the management of combating biosmuggling in Türkiye

### ABSTRACT

*Background and Aims* Considering that each living species has a special role in nature, how the loss of a species can affect natural life is an important problem. International trade in plants and animals or their parts taken from nature without permission is known as "biosmuggling" or "biopiracy". This research aims to highlight the importance of Türkiye's biological diversity, draw attention to the decrease in biodiversity caused by biosmuggling, and contribute to the prevention of biosmuggling in Turkey. In this context, information about legislation and institutional structures regarding biosmuggling from around the world and from Türkiye is presented.

*Methods* The materials of the study include data obtained from research conducted on the internet, published articles on the subject and case data from relevant public institutions. As methods, compilation, awareness analysis and process management methods were used. In order to understand how the events were reflected in the media, previously published documents were examined and these data were analyzed in the 2003-2012 and 2013-2022 periods to evaluate the effectiveness and efficiency in the implementation of the "Fighting Biosmuggling Guide" announced in 2013.

*Results* Biosmuggling incidents have been increasing over the last five years, and this increase is more common in the summer months. Some institutions and organizations have been playing an active role in the fight against these, especially since 2014.

*Conclusions* As a result of the study, current problems in the fight against biosmuggling were identified and solution suggestions were presented.

**Key Words:** Biosmuggling, biodiversity, awareness analysis, institutional structures, legislation, process management

*Bu makaleye atf:*

Topdağ, C., Ürker, O., 2024. Türkiye’de biyokaçakçılığa ilişkin mücadele yönetimi hakkında güncel değerlendirme. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 16-25.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

Türkiye, biyolojik çeşitlilik bakımından zengin bir ülkedir, içerisinde birçok farklı canlı türü barındırmaktadır. Türkiye, yapılan araştırmalara göre dünya genelinde en zengin biyolojik çeşitliliklere ev sahipliği yapan ülkelerden biridir (Demirayak, 2002; Yücel ve Babuş, 2005; Çakmak, 2008).

Ülkemiz, flora ve fauna açısından son derece zengin bir yapıya sahiptir ve dünya genelinde 37 farklı flora bölgesinden üçüne, yani Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz bölgelerine ev sahipliği yapmaktadır (Davis, 1965). Ayrıca, Türkiye, dünya gen merkezlerinden iki tanesine ve beş mikro gen merkezine sahip olmasıyla öne çıkar ve birçok tarım ürününün doğal habitatı olarak bilinir. Bu nedenle, sadece biyolojik çeşitlilik açısından değil, aynı zamanda bitki genetik biyoçeşitlilik konusunda da zengin bir kaynağa sahiptir (Çakmak, 2008). Özellikle tarım ve gıda bölgelerinde, bitki ve hayvan gen havuzları arasında belirgin bir çeşitlilik bulunmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumu, topografyası, iklim tipleri ve jeolojik değişimler gibi faktörler, ülkenin biyolojik zenginliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır (Davis, 1965; Keçeli ve ark., 2015). Türkiye'de 11,707 takson tespit edilmiş olup, bu taksonların %31,82'si, yani 3649'u endemik türleri temsil etmektedir. Avrupa genelinde ise 12,000 takson bulunmaktadır ve bunun yaklaşık 2750'si endemik türlerden oluşmaktadır (Güner ve ark., 2012). Bilimsel çalışmalar, ülkemizin bitki türlerinin yaklaşık %34'ünün endemik olduğunu göstermektedir.

Canlıların biyolojik ve fizyolojik özellikleri, genlerinde gizli bir şekilde kodlanmıştır. Genler, canlıların hayatları boyunca gerçekleştirecekleri temel fonksiyonların yanı sıra kendilerine özgü özellikleri ve önceki nesillerden gelen genetik özellikleri bir sonraki nesillere aktarma görevini üstlenirler. Modern biyoteknolojinin bir parçası olan genetik mühendislik, canlıların genetik yapılarını değerli kaynaklara dönüştürme kapasitesine sahiptir. Bu bağlamda, canlıların genetik özelliklerinin yanı sıra varlıklarının da değerli olması, özellikle endemik canlılar ve onların üzerindeki haklar konusunda kime ait olduğu konusunda tartışmalara neden olmaktadır (Özbek, 2014)

Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, devletlere bu konuda yetkiler vererek, kendi sınırları içindeki endemik varlıkları ve bu varlıklar üzerindeki hakları koruma yükümlülüğünü getirmiştir. Devletler, biyoçeşitlilik zenginliklerini koruma amacıyla, kendi genetik kaynaklarına erişim konusunda düzenlemeler yapma hakkına sahiptirler (Topçu, 2012).

Biyolojik çeşitliliğin zenginliği, bilimsel araştırmacılar için özellikle endemik türlerde gerçekleştirilen çalışmalara, nadir parçaların peşinde olan koleksiyonculara ve ticari amaçları olan bireyler için biyokaçakçılığın cazip hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu durum, endemik türleri barındıran ülkelerin biyokaçakçılık açısından çekici olmasına neden olmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması, her ülkenin ekonomik kalkınması ve insanlığın geleceği açısından da büyük bir önem taşımaktadır (Erken ve ark., 2022).

Kaçakçılık eyleminin tarihsel olarak insanların materyal sahibi olma isteğiyle başladığı ve zamanla ticaret kurallarının ortaya çıktığı dönemlere kadar gittiği belirtilmektedir. İnsanlar, istedikleri materyale ulaşmak için çeşitli yollara başvurmuşlardır. Bunların içinde en yaygın olanı olan yasadışı

kaçakçılık, denetimlere tabi olmayacak şekillerde farklı yöntemlerle malzemeyi sınır içine sokmaya veya sınır dışına çıkarmaya çalışma faaliyetidir. Biyokaçakçılık, genellikle bölgeye özgü endemik biyolojik materyallerin yasal izin almadan satın alınması, taşınması veya satılması olarak tanımlanır. Bu, canlı hayvanlar, bitkiler, tohumlar, mikroplar, genetik materyaller ve diğer biyolojik ürünleri içerir (Başaran, 2017).

Biyokaçakçılık, uluslararası düzeyde önemli bir sorun haline gelmiştir ve genetik çeşitlilikten faydalanmak isteyen ülkeler ile kaynak sahibi ülkeler arasındaki yasal çerçeve içindeki paylaşımları zorlaştırmaktadır. Bu konuda daha ileri gitmek isteyen, ancak kalkınma düzeyi daha düşük olan ülkelerin vatandaşları veya şirketleri, bilim ve teknolojiye ilerlemek adına yasal olmayan yolları tercih ederek biyolojik materyallere ulaşmaya çalışmaktadır (Öcalan, 2014).

Biyolojik kaçakçılık, bu tür yasa dışı faaliyetlerin biyoçeşitliliği etkileyerek, bir ülkenin doğal kaynaklarını ve ekosistemini olumsuz yönde etkileyebileceği bir risk oluşturmaktadır. Bu durum, uluslararası işbirliği ve daha etkin yasal düzenlemelerin önemini vurgular. Kaçakçılığın hedefi genellikle yüksek değere sahip ürünler olabildiği gibi, ender bulunan canlı veya cansız türleri içerebilir (Soule Michael, 1986).

Türkiye, biyoçeşitliliği açısından zengin bir ülke olmasından dolayı, bu zenginlik biyokaçakçılık gibi önemli risklerle karşılaşmaktadır (Elvan, 2014). Anadolu coğrafyası, 1500'lü yıllardan bu yana bitkilerin sökülerek götürüldüğü bir bölge olarak bilinmektedir (Gözcü ve Çakmak, 2019). Bu coğrafya, dünya genelinde birçok yabancı araştırmacının önemli bir durak noktası olmuştur. Ancak biyokaçakçılıkla ilgili Anadolu'da o dönemlere ait kayıtlar bulunmamakta ve elde edilen veriler, bazı araştırmacıların yayımlarından elde edildiği kadarıyla bilinmektedir (Erat ve Balık, 2022)

Biyokaçakçılık örneklerinden biri olarak lale, tarihî bir öneme sahiptir. Kanuni Sultan Süleyman döneminde Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun elçisi olan Busbecq'in 1554 yılında İstanbul'dan veya Amasya'dan Avusturya'ya lale soğanları göndermesiyle başlamış olabilir. Lale, Avrupa'ya tanıtılan ve lale endüstrisini kuran kişi olarak bilinen Hollandalı Carolus Clusius tarafından popüler hale getirilmiştir. Avrupa'ya kaçırılan lale, özellikle Hollanda ve Almanya'da rağbet gören bir çiçek haline gelmiştir. Bu dönem, lale soğanlarına yatırım yapan kişilerin varlığıyla "lale hastalığı" olarak adlandırılan bir çılgınlık dönemine dönüşmüştür. Hollanda, Osmanlı İmparatorluğu'nun rakibi olarak lale ticaretinde dünya çapında merkez haline gelmiştir. Ayrıca Lale, Orta Asya'dan Anadolu'ya yayılmış ve 13. yüzyıldan itibaren birçok sanat dalında motif olarak kullanılmıştır (Baytop, 2004). Lale Devri'nde nadir laleler ticari bir mal haline gelmiş ve yüksek fiyatlarla alınıp satılmıştır. Ancak savaşlar ve ekonomik krizlerin etkisiyle lale yetiştiricileri ve bilgileri unutulmuş, lale ticareti tamamen Hollanda'nın kontrolüne geçmiştir. Günümüzde Hollanda, yılda üç milyar lale soğanı üretmekte ve bunun yaklaşık iki milyarı ihraç edilmektedir (Karaer, 2014).

Ülkemizdeki türlerin yurtdışına götürülmesinde önemli rol oynayan bir isim, bitki toplayıcı Edward K. Balls'tir (1892-1984). Balls, Kew Gardens için çalışarak ülkemizi detaylı bir şekilde gezip örnekler almıştır. Bu çalışmalarda at üzerinde seyahat etmiş, güvenlik güçleri ve yerel halkın yardımını

almıştır. Ancak bazı dönemlerde, devlet ve halkın şüphelerine maruz kalmış, hatta 1935'te ülkemize tekrar gelip çalışmalarına devam etmekte izin verilmemiştir. Yaptığı çalışmalarda, günlüklerinde ve anılarında bu zorluklardan bahsetmiş ve halkın ve devletin kuşklarını anlatmıştır (Baytop, 2008).

Son yıllarda biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kalkınmanın önemi giderek artmaktadır. (Akın, 2019) Bu bağlamda, biyokaçakçılık, özellikle Türkiye gibi biyoçeşitliliğin zengin olduğu ülkelerde, büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de son 20 yılda biyokaçakçılık konusundaki farkındalık analizlerini inceleyerek, güncel olayları değerlendirip, uzun vadeli bir farkındalık oluşturmayı hedeflemektedir. Biyokaçakçılığın ekosistemlere olan etkilerini anlamak ve bu alandaki farkındalığı artırmak, biyoçeşitliliği koruma çabalarını güçlendirmek için temel bir adımdır. Bu bağlamda, makalemiz, biyokaçakçılığın boyutlarını açıklığa kavuşturarak, bu sorunun çözümü için etkili stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, biyokaçakçılığın genel durumunu değerlendirmeyi, mevcut sorunları tanımlamayı ve bu alanda etkili çözümler önermeyi amaçlamaktadır. Sadece yaban hayvanlarının resmi olmayan yollardan doğadan toplanmasını, taşınmasını ve ticaretini konu edinen yaban hayatı kaçakçılığından farklı olarak (Elvan, 2014), tüm yaban hayvanlarını da içine alacak biçimde likenler, planktonlar, algler, karayosunları, mantarlar, damarlı-damarsız bitkiler gibi canlı alemlerine ait tüm bileşenleri ifade eden 'biyokaçakçılık kavramı' bu çalışmada ana unsur olarak ele alınmıştır.

Öncelikle, Türkiye ve dünya genelinde medyaya yansıyan biyokaçakçılık olayları üzerinde detaylı bir tarama gerçekleştirilmiştir. Bu tarama, biyokaçakçılık faaliyetlerinin coğrafi dağılımını, yaygınlığını ve bu olayların medya üzerindeki yansımalarını anlamak adına önemli bir araştırma kaynağı olmuştur.

Elde edilen veriler, 2013 yılında ilan edilen Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi (Yorulmaz, 2014)'nin yayınlandığı tarihin öncesi (2003-2012) ve sonrasını (2013-2022) 10'ar yıllık zaman dilimlerinde kapsayacak biçimde ayrılarak, rehberin uygulanmasındaki etkinlik/verimlilik durumu kıyaslanarak tablolar aracılığıyla farkındalık analizi yapılmıştır.

Bununla birlikte, biyokaçakçılıkla mücadelede önleyici önlemler ve çözüm stratejileri üzerine detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, mevcut yöntemlerin güçlü yönleri ve zayıflıkları belirlenerek, daha etkili ve sürdürülebilir çözümlere ulaşma yolları üzerinde durulmuştur. Önerilen stratejiler hem ulusal hem de uluslararası düzeyde biyokaçakçılıkla mücadelede daha koordineli ve etkili bir yaklaşımın benimsenmesini amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma biyokaçakçılık konusunda kapsamlı bir analiz sunmayı, mevcut bilgi eksikliklerini ortaya koymayı ve bu alandaki çeşitli paydaşlar arasında iş birliğini teşvik etmeyi hedeflemektedir. Bu sayede, biyokaçakçılıkla mücadelede daha etkili ve kalıcı çözümlerin bulunmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın temel hedefleri arasında, 2013 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen biyokaçakçılık çalıştayı (Yorulmaz, 2014) öncesinde ve sonrasında durum değerlendirmeleri yapmak ve biyokaçakçılığı önleme konusunda çeşitli değerlendirmelerde bulunmak gerekmektedir. Çalışmada, Türkiye'de ve dünya genelinde medyaya yansıyan biyokaçakçılık olaylarının genel bir taraması yapılmıştır. Bu taramalar sonucunda tablolar oluşturulmuş, elde edilen veriler genel olarak değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular

Biyokaçakçılıkla ilgili medyada yer alan haberler, 2009-2022 yılları arasındaki verilere dayanarak incelendiğinde, bu tür olaylara karışan kişilerin çeşitli ülkelerden olduğu görülmektedir. Çizelge 1'e göre, 76 biyokaçakçılık olayında uyuşu belirlenemeyen kişilerin yanı sıra ABD, Almanya, Azerbaycan, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda, İran, İsviçre, İtalya, Japonya, Macaristan, Rusya, Suriye ve Türkiye vatandaşlarının bu olaylara karıştığı tespit edilmiştir.

Özellikle İstanbul'da gerçekleşen biyokaçakçılık olaylarına baktığımızda, 45 yabancı uyruklu kişinin 18'inin bu şehirde biyokaçakçılık yapmaya çalıştığı belirlenmiştir. Ayrıca, 5 Türk vatandaşının da 2'sinin İstanbul'da bu olaya karıştığı gözlemlenmiştir. İstanbul'un ardından en fazla biyokaçakçılık olayının yaşandığı ikinci il ise Artvin olmuştur (Aydemir, 2019). Artvin'deki on biyokaçakçılık olayında ise ikisinin uyuşu belirlenememiş olup, diğer kişilerin Almanya, Fransa, Hollanda, İsviçre, İtalya, Japonya, Macaristan ve Türkiye vatandaşları olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 1.** 2009 - 2022 yılları arasında medyaya yansıyan biyokaçakçılık haberlerine konu olan ülke vatandaşları.

MEDYAYA YANSIYAN OLAYLARDA ELE GEÇİRİLEN ÜLKE VATANDAŞLARI																																					
Ülkeler	Adana	Adıyaman	Ağrı	Ankara	Anıyaya	Arvin	Aydın	Balıkesir	Bursa	Denizli	Edirne	Elazığ	Ezazurum	Gaziantep	Gümüşhane	Hakkâri	Hatay	İğdır	İstanbul	İzmir	Karaman	Kayseri	Kırklareli	Kilis	Koceli	Konya	Mersin	Muğla	Neveşehir	Osmaniye	Rize	Sirt	Van	Genel Toplam			
ABD																																				1	1
Almanya					1	1															1																3
Almanya, Türkiye						1																															1
Azerbaycan																			1																		1
Bulgaristan																								1													1
Bulgaristan, Türkiye											1																										1
Çek Cumhuriyeti											1				1																						2
Fransa, Almanya						1																															1
Hollanda						1							1							1																	3
İran																																			1	1	
İsviçre						1																															1
İtalya						1					1																										2
Japon, Macaristan						1																															1
Macaristan			1															1																			2
Rus																						1						1									2
Rus, Türkiye				1																																	1
Suriye																								1													1
Türkiye								1				1	1							2																	5
Yabancı Uyruklu						1																															1
Tespit Edilemedi	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	18	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	45	
Genel Toplam	1	1	1	2	2	10	1	1	1	1	5	3	2	1	1	1	1	2	1	21	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	76	

Çizelge 2'ye göre, 2009-2022 yılları arasında toplam yetmiş altı biyokaçakçılık haberi rapor edilmiştir. Yıllara göre yapılan incelemede, 2021 yılı bu dönemde yaşanan on beş olayla en fazla biyokaçakçılık olayına sahne olmuştur. Özellikle bu yıl içerisinde yaşanan dokuz olayın tamamı İstanbul il sınırları içinde meydana gelmiştir. 2022 yılında on üç, 2020 yılında on bir, 2019 yılında on ve 2018 yılında dokuz biyokaçakçılık olayı yaşanmıştır. Bu verilere göre, son beş yılda biyokaçakçılık olaylarında sürekli bir artış gözlemlenmiştir.

İllere göre incelendiğinde, biyokaçakçılık olaylarının en yoğun yaşandığı il İstanbul'dur. İkinci sırada, özellikle 2012 yılında altı olayla dikkat çeken Artvin bulunmaktadır. Üçüncü sırayı üç farklı yıl içinde beş olayla karış karış anılan Edirne almıştır. Dördüncü sırada, 2018 yılında üç biyokaçakçılık olayına ev sahipliği yapan Elazığ, beşinci sırada ise 2018, 2019 ve 2022 yıllarında üçer olay yaşanan Van ili yer almaktadır.

**Çizelge 2.** 2009-2022 yılları arasında medyaya yansıyan biyokaçakçılık haberlerinin yayınlandığı döneme göre illerin durumu.

İLLER	MEDYAYA YANSIYAN OLAYLARIN DÖNEMLERİNE GÖRE İLLERİN DURUMU															Tespit Edilemedi	Genel Toplam
	2003-2012				2013-2022												
	2009	2011	2012	Toplam	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Toplam			
Adana											1			1		1	
Adıyaman													1	1		1	
Ağrı										1				1		1	
Ankara											1		1	2		2	
Antalya									1				1	2		2	
Artvin		1	6	7								1	2	3		10	
Aydın												1		1		1	
Balıkesir									1					1		1	
Bursa						1								1		1	
Denizli										1				1		1	
Edirne	1	1		2					1		1		1	3		5	
Elazığ									3					3		3	
Erzurum		1		1					1					1		2	
Gaziantep											1			1		1	
Gümüşhane			1	1												1	
Hakkâri												1		1		1	
Hatay											1		1	2		2	
İğdir													1	1		1	
İstanbul									1	6	4	9	1	21		21	
İzmir					1								1	2		2	
Karaman															1	1	
Kayseri								1						1		1	
Kırklareli										1				1		1	
Kilis												1		1		1	
Koceli												1		1		1	
Konya													1	1		1	
Mersin							1							1		1	
Muğla											1		1	2		2	
Nevşehir								1						1		1	
Osmaniye												1		1		1	
Rize															1	1	
Siirt											1			1		1	
Van									1	1			1	3		3	
Genel Toplam	1	3	7	11	1	1	1	2	9	10	11	15	13	63	2	76	

**Çizelge 3.** Medyaya yansıyan bilgilendirme faaliyetlerinin aylara göre dağılımı

MEDYAYA YANSIYAN OLAYLARIN AYLARINA GÖRE İLLERİN DURUMU														
İller	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Tespit Edilmedi	Genel Toplam
Adana		1												1
Adıyaman			1											1
Ağrı											1			1
Ankara				1			1					1		2
Antalya	1		1											2
Artvin				1	1	3	4	1						10
Aydın			1											1
Balıkesir	1													1
Bursa						1								1
Denizli												1		1
Edirne	1		1	1			1		1					5
Elazığ	2			1										3
Erzurum		1				1								2
Gaziantep									1					1
Gümüşhane					1									1
Hakkari			1											1
Hatay							1		1					2
İğdir		1												1
İstanbul	4		2	1		4	2	1		4	3			21
İzmir							1		1					2
Karaman													1	1
Kayseri	1													1
Kırklareli				1										1
Kilis										1				1
Koceli												1		1
Konya				1										1
Mersin					1									1
Muğla		1		1										2
Neşehir										1				1
Osmaniye								1						1
Rize													1	1
Siirt				1										1
Van					1			1				1		3
Genel Toplam	10	4	7	9	4	8	11	4	4	6	4	3	2	76

Ülkemizde biyokaçakçılık olaylarının önlenmesi, yakalanması ve ihbarların değerlendirilmesi konusunda başlıca sorumlulukları üstlenen kurumlar arasında Doğa Koruma ve Milli Parklar, Gümrük Müdürlükleri, Jandarma, Tarım ve Orman Bakanlığı Bölge Müdürlüğü ekipleri ve Polis kuvvetleri bulunmaktadır. Çizelge 4'e göre, biyokaçakçılıkla mücadelede en fazla yakalama yapan kurum polis ekipleridir. Özellikle İstanbul'da yaşanan yirmi bir biyokaçakçılık olayının tamamına yakın polis birimleri aktif bir görev üstlenmiştir.

Biyokaçakçılık günümüzde küresel bir sorun haline gelmiştir ve Türkiye'de de bu konuda mücadele veren birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Biyokaçakçılık, sebep veya yöntem fark etmeksizin birçok canlı türünde devam eden bir sorundur. Özellikle endemik bitki ve hayvan türleri, yasadışı yollarla yurtdışına çıkarılmaya çalışılmaktadır. Bu durum, biyolojik çeşitliliği tehdit eden bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

**Çizelge 4.** 2009-2022 yılları arasında medyaya yansıyan biyokaçakçılık olaylarını yakalayan kurumlar

MEDYAYA YANSIYAN OLAYLARI YAKALAYAN KURUMLAR						
İller	Doğa Koruma ve Milli Parklar	Gümrük Müdürlüğü	Jandarma	Tarım ve Orman Bakanlığı Bölge Müdürlüğü Ekipleri	Polis	Genel Toplam
Adana					1	1
Adıyaman					1	1
Ağrı	1					1
Ankara		1			1	2
Antalya	1				1	2
Artvin	7	3				10
Aydın					1	1
Balıkesir			1			1
Bursa				1		1
Denizli					1	1
Edirne		3	1		1	5
Elazığ			1		2	3
Erzurum		1	1			2
Gaziantep					1	1
Gümüşhane	1					1
Hakkari			1			1
Hatay			1		1	2
İğdir			1			1
İstanbul			1		20	21
İzmir		2				2
Karaman	1					1
Kayseri					1	1
Kırklareli		1				1
Kilis		1				1
Koceli					1	1
Konya					1	1
Mersin	1					1
Muğla			1		1	2
Neşehir			1			1
Osmaniye					1	1
Rize	1					1
Siirt			1			1
Van			1		2	3
Genel Toplam	13	12	12	1	38	76

Biyokaçakçılığı önleme amacıyla birçok kurum ve kuruluş, 2009-2022 yılları arasında gerçekleştirdikleri çalışmalarda toplumu ve çalışan personellerini bilgilendirmek amacıyla çeşitli etkinlikler düzenlemiştir. Bu etkinlikler arasında seminerler, çalıştaylar, konferanslar, kongreler, eğitimler ve bilgi toplantıları yer almaktadır. Medyaya yer alan haberlere göre oluşturulan Çizelge 5'de bilgilendirme faaliyetlerini yürüten kurumlar arasında özellikle üniversiteler ve Doğa Koruma ve Milli Parklar'ın öne çıktığını göstermektedir. Biyokaçakçılık konusunda en fazla bilgilendirme faaliyetini yürüten kurumların başında, 2014-2022 yılları arasında Doğa Koruma ve Milli Parklar bulunmaktadır.

Çizelge 5'e göre, Mülga Orman ve Su İşleri İl Şube Müdürlükleri, 2013-2015 yılları ve 2014-2022 yılları arasında sadece kendi alanlarında değil, aynı zamanda üniversitelerde de biyokaçakçılık konusunda bilgilendirme faaliyetlerine katkıda bulunmuşlardır. Türkiye genelinde, 2014-2022 yılları arasında çeşitli kategorilerde (seminer, eğitim, çalıştay vb.) gerçekleştirilen bilgilendirme faaliyetleri, biyokaçakçılıkla mücadelede geniş kapsamlı bir çabanın olduğunu göstermektedir.



Çizelge 5. Medyaya yansıyan bilgilendirme faaliyetlerini yürüten kurumlar.

MEDYAYA YANSIYAN BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİNİ YÜRÜTEN KURUMLAR																								
İLLER	DOĞA KORUMA VE MİLLÎ PARKLAR										ORMAN VE SU İŞLERİ İL ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ				ÜNİVERSİTE						BELİRSİZ		Genel Toplam	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOPLAM	2013	2014	2015	TOPLAM	2014	2015	2016	2017	2018	2022	TOPLAM	2014		TOPLAM
ADANA								1	1															1
BARTIN		1							1															1
BİLEÇİK												2	2											2
BİNGÖL						1		1	1	3														3
BİTLİS		1		1					2															2
BOLU														1	1						2			2
BURDUR						1			1															1
DENİZLİ	1								1															1
DÜZCE															1	1					2			2
EDİRNE															1						1			1
ERZİNCAN								1	1															1
ERZURUM															1			1			2			2
GAZİANTEP			2					1	3								1				1			4
GÜMÜŞHANE			1						1												1			1
İĞDIR								2	2	2	2	4												6
İSPARTA		1							1															1
İSTANBUL														1								1		1
İZMİR											1	1								1	1			2
KAHRAMANMARAŞ		1	1						2			1	1											3
KARABÜK							1	1	2															2
KARAMAN				1	1			1	3															3
KARS											1	1												1
KASTAMONU																		1			1			1
KIRIKKALE																1					1			1
KIRŞEHİR		1							1															1
KONYA																			1		1			1
MALATYA	1								1															1
MANİSA	1								1															1
MUĞLA									2	2														2
NEVŞEHİR	1								1															1
ORDU					1		1		1	3														3
RİZE					1				1															1
SAMSUN											1	1												1
SINOP																						1	1	1
ŞANLIURFA					1			1	2															2
VAN											1		1											1
YOZGAT																2								2
Genel Toplam	5	6	4	2	4	2	2	8	5	38	2	2	7	11	3	7	2	2	1	1	16	1	1	66

Çizelge 6'ya göre, 2013-2022 yılları arasında medyada yer alan bilgilendirme faaliyetleri özellikle Doğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Bölgeler arasında incelendiğinde, 2014 ve 2015 yıllarında bilgilendirme faaliyetlerinin daha belirgin olduğu görülmektedir. Özellikle 2014 yılında, çalıştay faaliyetleri bu

bilgilendirme çabalarının önemli bir parçasını oluşturmuştur. Benzer şekilde, 2015 yılında hem çalıştay hem de seminer faaliyetleri, bilgi aktarımı ve farkındalık oluşturma amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6. Medyaya yansyan bilgilendirme faaliyetlerinin yapıldığı bölgeler ve iller

BÖLGELER/ İLLER	MEDYAYA YANSIYAN BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİNİN YAPILDIĞI BÖLGELER VE İLLER																																				
	2013		2014					2015					2016				2017		2018			2019		2020		2021		2022		Genel Toplam							
	SEMİNER	Toplam	ÇALIŞTAY	KONFERANS	TOPLANTI	BİLGİLENDİRME E-TOPLANTISI	ÇALIŞTAY	EĞİTİM	KONFERANS	SEMİNER	TOPLANTI	Toplam	EĞİTİM	KONGRE	PANEL	SEMİNER	Toplam	EĞİTİM	KONFERANS	EĞİTİM	SEMİNER	Toplam	EĞİTİM	SEMİNER	Toplam	EĞİTİM	SEMİNER	Toplam	EĞİTİM		SEMİNER	Toplam					
<b>AKDENİZ BÖLGESİ</b>			1			1	1		2	3	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	10				
ADANA																																1					
ANTALYA			1			1																										1					
BURDUR																																1					
ISPARTA							1			1													1	1								1					
KAHRAMANMARAŞ									2	2	1				1																	3					
KARAMAN															1		1	1	1	1								1	1			3					
<b>DOĞU ANADOLU BÖLGESİ</b>	2	2	2	1	1	4			2	1	3				1	1	2				1	1				3	1	4		1	17						
BİNGÖL																																1					
BİTLİS										1	1																					2					
ERZİNCAN																																1					
ERZURUM				1		1																										2					
İĞDIR	2	2							2	2																						6					
KARS			1			1																										1					
MALATYA			1			1																										1					
VAN					1	1																										1					
<b>EGE BÖLGESİ</b>				2		2			1	1	1	3																		1	2	3	8				
AFYONKARAHİSAR																																2					
DENİZLİ				1		1			1	1		2																				1					
İZMİR									1	1																						1					
MANİSA				1		1																										1					
MUĞLA																																1					
<b>GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ</b>													1	2	3				1	1							2	2		1	1	2					
GAZİANTEP													1	2	3												1	1				4					
ŞANLIURFA																											1	1				2					
<b>İÇ ANADOLU BÖLGESİ</b>			1			1	4				4									1	1	1	1								6						
KIRIKKALE							1				1																					1					
KİRSEHİR							1				1																					1					
KONYA																																1					
NEVŞEHİR			1			1																										1					
YOZGAT							2				2																					2					
<b>KARADENİZ BÖLGESİ</b>			1			1	1		2	3	1	1	1	2		1	1	2	2							1	1	2	1	1	1	13					
BARTIN											1	1																				1					
DÜZCE									1	1					1	1																2					
GÜMÜŞHANE													1			1																1					
KARABÜK																																1					
KASTAMONU																																1					
ORDU																																1					
RİZE																																1					
SAMSUN																																1					
SİNOP			1			1																										1					
<b>MARMARA BÖLGESİ</b>			2			2			2	4																						6					
BİLECİK									2	2																						2					
BOLU			1			1			1	1																						2					
EDİRNE							1			1																						1					
İSTANBUL			1			1																										1					
<b>Genel Toplam</b>	2	2	7	2	1	11	1	7	1	1	9	1	20	2	1	1	2	6	2	2	4	4	1	5	1	1	2	1	1	2	6	2	8	3	3	6	66

#### 4. Tartışma

Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği, bilim dünyası için önemli bir kaynak oluştururken, aynı zamanda bir milli güvenlik tehdidi sayılabilecek biyokaçakçılık tehdidini de beraberinde getirmektedir (Sümer, 2016). Bilim dünyasının bu konudaki çalışmaları, biyokaçakçılığı önlemede etkili projeler geliştirmeye ve teknolojik gelişmelerle bu olayları engellemeye yönlendirecektir. Kamu, kurum ve kuruluşlardaki personelin biyokaçakçılık konusundaki bilinci, eğitimlerle daha da artırılmalıdır (Dayıoğlu ve ark., 2019).

Aydoğan (2013)' e göre 2000 yılından itibaren Türkiye'de dijital habercilik önemli bir ivme kazanmış, medya şirketleri ise bu dönemde internet sitelerini halka daha fazla sunarak açıklık ve erişilebilirlik konusunda önemli adımlar atmıştır. CITES sözleşmesine dayalı olarak 2004 yılında resmî gazetede duyurulan yasal düzenlemelerle birlikte denetimler artırılmıştır. Bu süreç, kaçakçılıkla ilgili haberlerde de belirgin bir artışa neden olmuştur. Toplumun bu konudaki farkındalığı arttıkça, internet tabanlı haberciliğin yaygınlaşmasıyla birlikte yerel haberler ülke genelinde daha geniş bir kitleye ulaşabilir hale gelmiş ve bu da bilgiye daha kolay erişim sağlamıştır. Araştırmamız odak noktasını oluşturan kaçakçılık haberlerindeki artış, bu gelişmelerle paralel bir seyir izlemektedir. Toplumdaki artan farkındalık, olayların haber değeri kazanmasını teşvik ederek dijital haberciliğin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Bu

süreçle birlikte, internet tabanlı haberleşme giderek yaygınlaşmış, bu da yerel haberlerin ülke genelinde daha geniş bir izleyici kitlesi tarafından erişilebilir olmasına ve elde edilen verilerin miktarının artmasına yol açmıştır.

Türkiye'de biyokaçakçılıkla mücadele etmek üzere özel bir yönetim birimi, teşkilat veya organizasyon mevcut değildir. Kamusal alanda bu alanda çalışacak yeterli personel eksikliği bulunmaktadır. Türkiye'den yurtdışına lokal tür kaçakçılığı yapan yabancı uyruklu bireylerin varlığı, biyokaçakçılığın önlenmesi için sıkı tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir (Güler ve Mutlu, 2018). Ayrıca, doğa turizmi kapsamında biyoçeşitlilikle ilgili uzman kişilerin yurtdışından düzenlediği gezilerin titizlikle araştırılması önemlidir. Doğa turizminin artmasıyla birlikte, nitelikli biyokaçakçılığa yol açabilecek ortamların oluşumunu önlemek amacıyla, ilgili faaliyetleri düzenleyen ve ziyaretçilere rehberlik yapan kişilerin biyokaçakçılık konusunda eğitilmesi büyük bir öneme sahiptir (Arıkan ve ark., 2021). Doğa turizminin artmasıyla birlikte, nitelikli biyokaçakçılığa yol açabilecek ortamların oluşumunu önlemek amacıyla, ilgili faaliyetleri düzenleyen ve ziyaretçilere rehberlik yapan kişilerin biyokaçakçılık konusunda eğitilmesi büyük bir öneme sahiptir (Arıkan ve ark., 2021).

Uzun vadeli kalkınma hedeflerinin belirlenmesinde çevresel değerler ve doğa korumaya öncelik verilmesi, sürdürülebilir kalkınmanın temel prensiplerinden biridir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2019). Bu hedeflerin başarılabilmesi için toplumun bu

amaçlara sahip çıkması ve süreçlere aktif bir şekilde katılması gerekmektedir. Bilimin, toplumdan ayrı bir faaliyet olmadığı, aksine büyük ölçüde toplumsal bir boyut taşıdığı vurgulanmaktadır (Öğüt ve ark., 2019). Yaban hayatını koruma amacıyla, iletişim ve bilgilendirmenin önemi büyüktür, bu bağlamda medya önemli bir araç olarak öne çıkmıştır. Bu tespit bizim çalışmamızla da uyumlu bulunmuştur (Blewitt, 2011).

Televizyonda evcil ve vahşi hayvanlara dair programlar genellikle büyük bir izleyici kitlesi tarafından ilgiyle karşılanırken, hayvan ticareti ve esaret altındaki canlılara odaklanan programlar genellikle az talep görebilmektedir. Bu durum, günümüzde internetin biyokaçakçılık konusundaki farkındalığı artırmak için önemli bir platform olarak öne çıkmıştır (Coulon and Nouet, 2018).

Türkiye'deki karar verici kurumlar, resmi internet siteleri ve medya kanalları aracılığıyla yayınladıkları haberlerde biyokaçakçılık konusuna daha fazla vurgu yaparak, bu alandaki farkındalığı artırmayı hedeflediklerini göstermektedirler (Kurt ve ark., 2019; Dayıoğlu ve ark., 2019). Ancak, karar verici kurumlarda biyologların yeterli sayıda bulunmaması, biyokaçakçılıkla mücadelede güvenlik birimlerinin halkla etkili bir iletişimi sınırlayabilir. Bu bağlamda, yerel halkın biyokaçakçılık ihbarları, kaçakçıların yakalanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçların halka daha sade ve anlaşılır bir biçimde iletilmesi de kritik bir öneme sahiptir (Akin, 2019).

2013 yılından bu yana Tarım ve Orman Bakanlığı'nın biyokaçakçılıkla ilgili gerçekleştirdiği toplum bilinci artırma çabaları biyokaçakçılık sorununu kamuoyu gündemine taşımıştır. Ancak, bu çabaların, vatandaşlara Türkiye'deki biyokaçakçılık sorununun boyutları hakkında yeterli bilgi sunmadığı belirtilmektedir. Biyokaçakçılıkla ilgili farkındalığı artırmak için en etkili kaynakların medya ve kitle iletişim araçları olduğu vurgulanmaktadır (Akin, 2019). Bu araştırmada, Türkiye genelinde medyada yer alan biyokaçakçılık ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Vakalar, kaçakçılığın gerçekleştiği coğrafi bölgeler, iller, haberin tarihi, çeşitli kategorilere göre sınıflandırılmıştır. Haber içeriklerinde görsel verinin bulunmasının, habere olan güveni artırdığı ve hedef kitlede farkındalık yaratma açısından önemli olduğuna dair elde edilen verilerin, literatürde yer alan benzer çalışma bulguları ile uyumluluk arz ettiği teyit edilmiştir (Başaran, 2017; Dayıoğlu ve ark., 2019; Arıkan ve ark., 2021).

## 5. Sonuç

Biyokaçakçılıkla mücadelede, 2013-2022 yılları arasında medyaya yansıyan bilgilendirme faaliyetleri, ülkemizdeki olayların genellikle Doğu Anadolu, Karadeniz, Akdeniz ve Ege bölgelerinde gerçekleştiğini göstermektedir. Bu süre zarfında, biyokaçakçılık olaylarına karışan kişilerin uyrukları belirlenemeyen vatandaşların yanı sıra ABD, Almanya, Azerbaycan, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda, İran, İsviçre, İtalya, Japonya, Macaristan, Rusya, Suriye ve Türkiye vatandaşları da yer almaktadır. Bu olaylara jandarma ve polis ekiplerinin müdahale ettiği gözlemlenmiştir.

Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013)'nin 2003-2012 ve sonrasında 2013-2022 olmak üzere iki ayrı dönemde yayımlanmasının ardından, medya

aracılığıyla topluma ulaşan olaylar gözle görülür bir artış göstermiştir. Bu durum, halkın bu kaçakçılık türünün varlığına dair farkındalığının arttığını göstermektedir. Ancak, bu bilgilendirme faaliyetlerinin sayıca yetersiz olduğu ve daha fazla çaba sarf edilmesi gerektiği gözlemlenmektedir.

Genetik kaynakların biyokaçakçılıkta önlenmesi için alınacak önlemler arasında, bu kaynakların kayıt altına alınması, erişimlerin düzenlenmesi, paylaşım sistemlerinin kurulması ve bu kaynaklardan türetilen yeni ürünlerin elde edilmesine yönelik çalışmaların hayata geçirilmesi bulunmaktadır. Bu hedeflere ulaşmak için üniversiteler, sanayi kuruluşları ve kamu kurumları arasında iş birliği ve ortak mekanizmaların kurulması amacıyla yeni projelerin başlatılması da önemli bir adım olacaktır. Küresel çapta biyokaçakçılığın ciddi bir tehdit olarak algılanması, dünya genelinde bu konuda alınan tedbirlerin önemini vurgulamaktadır. Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi projesi, bu alandaki önemli çalışmalardan biridir ve rehberde yer alan bilgiler, biyokaçakçılığı önlemeye yönelik yapılacak çalışmaların ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. 2013 yılında hayata geçirilen Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi projesi öncesinde yapılan değerlendirmelerde (Keçeli ve ark., 2015) genel bir rapor sunulmuştur.

Üniversiteler tarafından yapılan bilgilendirme faaliyetlerinin 2014-2022 yılları arasında artırılması, özellikle Covid-19 dönemindeki biyokaçakçılık olaylarını göz önüne alarak önemli bir adım olacaktır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün yıllık olayları ve olaya karışan kişilerin ülkelerini açıklaması, kamuoyunda farkındalık oluşturmak adına önemli bir katkı sunmaktadır.

Çalıştay ve rehberin yayımlanmasının toplumsal farkındalıkta kilit bir rol oynadığı açıktır. Ancak, bu farkındalığın devam ettirilmesi ve güçlendirilmesi için ilerleyen dönemde daha fazla bilgilendirme semineri, kurs, konferans gibi etkinlikler düzenlenmelidir. Özellikle ilkökul düzeyinde çocuklara yönelik eğitimler, gelecekteki nesillerin bilinçlenmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, biyokaçakçılık, biyolojik çeşitliliğin korunması adına ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışma, mevcut sorunları anlamak ve çözüm önerileri sunmak amacıyla yapılmıştır. Biyokaçakçılıkla mücadelede daha etkin, koordineli ve sürdürülebilir bir yaklaşım benimsemek, ulusal ve uluslararası düzeyde daha güçlü iş birlikleri kurmak, eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerini artırmak; bu tehditle daha etkili bir mücadele yürütmek adına kritik öneme sahiptir. Bu çabalar, biyokaçakçılığı engellemenin ve biyolojik çeşitliliği korumanın anahtarını oluşturacaktır. Bu çaba, sadece biyokaçakçılığı engellemekle kalmayıp aynı zamanda biyolojik çeşitliliği koruma amacına da hizmet edecektir. Biyokaçakçılıkla mücadelede kararlılıkla yürütülen bu çabalar, gelecek nesillere daha sağlıklı bir çevre bırakma yolunda önemli bir adım olacaktır.

## Teşekkür

Bu makale ilk yazarın Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde ikinci yazarın danışmanlığı altında tamamladığı "Türkiye'de Biyokaçakçılığa (Yaban Hayatı Kaçakçılığı) İlişkin Farkındalık Analizi, Son 20 Yıl İçerisindeki Değişim ve Mücadele Yönetimi Hakkında Güncel Değerlendirme" başlıklı yüksek lisans tezinden geliştirilmiştir.

Çalışmayı akademik olarak destekleyen Çankırı Karatekin Üniversitesi'ne ve değerli fikirlerini bizimle paylaşan Doç. Dr. Tarkan YORULMAZ'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Akın, H. Y. 2019. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyolojik Kaçakçılık Kavramına Yönelik Görüşleri, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Arıkan, K. G., Büyük, Ö. G., Yeni, B., Per, E. 2021. Türk Medyasında Yaban Hayatı Kaçakçılığı [Wildlife Smuggling in the Turkish Media]. *Acta Infologica*, 5(2), 299-317.
- Aydemir, Y., 2019. Artvin'deki Biyokaçakçılığın Durumu ve Önlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Aydoğan, D. 2013. Türkiye'de dijital gazetecilik: Habertürk ve Hürriyet gazeteleri örneği. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 3(3), 26-40.
- Başaran, G. 2017. Türkiye'de biyokaçakçılık. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Baytop, A. 2004. Türkiye'de botanik tarihi araştırmaları. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Baytop, A. 2008. Edward Kent Balls (1982-1984), bitki toplayıcı ve yetiştiricisi. *Osmanlı Bilim Araştırmaları Dergisi*, X-1.
- Biyokaçakçılıkla Mücadele Çalıştayı Sonuç Raporu, (2014), (İstanbul Üniversitesi Kongre Merkezi 26 Haziran 2014), [http://www.milliparklar.gov.tr/belgeler/istanbul\\_bc\\_rapor.pdf](http://www.milliparklar.gov.tr/belgeler/istanbul_bc_rapor.pdf).
- Blewitt, J. 2011. The media, animal conservation and environmental education, *Environmental Education Research*, 17(6), 711-718.
- Coulon, J. M., ve Nouet, J. C. 2018. Hayvan Hakları. İstanbul: Kırmızı Kedi Yayınevi.
- Çakır, G. 2016. Çevresel ve Milli Güvenlik Boyutları Açısından Biyolojik Çeşitlilik ve Tehlikeler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 207-230.
- Çakmak N. Münci. 2008. Biyolojik çeşitliliğin hukuken korunması ve kamu yararı. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 57(1), 133-166.
- Davis, P.H. (Ed.). 1965. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Dayıoğlu, H., Yılmaz, A., Başaran, G. (2019). Türkiye'de Biyokaçakçılık, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 43: 74-90.
- Demirayak, F. 2002. Biyolojik çeşitlilik doğa koruma ve sürdürülebilir kalkınma. TÜBİTAK Vizyon 2023 Projesi Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, Ankara. Konferans Bildirisi.
- Elvan, D. O., 2014. İ.Ü. Orman Fakültesi Çevre ve Orman Hukuku ABD CITES Sözleşmesi ve Biyokaçakçılık Suçunun Hukuki Olarak İncelenmesi, Biyokaçakçılıkla Mücadele Çalıştayı Sonuç Raporu 26 Haziran, s.144-146.
- Erat, K., Balık, H. İ., 2022. Bitkisel biyoçeşitlilik ve genetik kaynaklar. *Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT)*. 3(2), 117-125.
- Erken, K., Parlak, S., Yılmaz, M. 2022. Endemik taksonların korunması ve tür koruma eylem planları. *Ağaç ve Orman*, 3(1), 33-46.
- Gözcü, A., & Çakmak, F. (2019). Cumhuriyet'in ilk yıllarında Türkiye'nin güney sınırında gerçekleştirilen kaçakçılık faaliyetleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 683-714.
- Güler, E., ve Mutlu, A. 2018. Türkiye'de Biyokaçakçılık Sorunu: Küre Dağları Milli Parkı Örneği. 12.Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu Bildiriler e-kitabı, 978-605-84963-1-6, 500.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T. 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları.
- Karaç, F. 2014. Geçmişin geleceğe saklandığı, dağların arasındaki inci şehir: Amasya. Yar ile Gezdiğim Amasya İçinde (s. 363-399). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Keçeli, T., Yaprak, A. E., Allı, H., Danışman, T. Yorulmaz, T., Kılınçarslan, H., Demircan, A. Kocuklu, B. ve Erdoğan, S. 2015. Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi (3. Baskı). İstanbul: Diasan Yayıncılık.
- Kışlalıoğlu, M., ve Berkes, F. 2019. Çevre ve Ekoloji. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Kurt, O., Çelik, N., Göre, M., Kurt, H. (2019). Threats to Biodiversity Bio-Trafficking in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (2), 46-51.
- Öcalan, E. 2014. Genetik kaynaklar geleneksel bilgi ve folklorik ifadelerin fikri mülkiye ile korunmasında gelinen uluslararası boyut tartışmalı konular ve ülkemizdeki durum. Uzmanlık Tezi. T.C. Türk Patent Enstitüsü Patent Dairesi Başkanlığı, Ankara. Web sitesi.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013. Biyokaçakçılıkla mücadele rehberi. Mattek Matbaacılık Basım Yayın Tanıtım Tic. San. Ltd. Şti. Ankara.
- Öğüt, S., Açık-Turğüter, E., ve Banguoğlu, T. 2019. Biyoloji biliminden toplumsal dünyaya bakmak: Bir bilim sosyolojisi çalışması. Ankara: Doğu Batı Yayınları.
- Özbek, K., (2014), Türkiye Tohum Gen Bankası, Biyokaçakçılıkla mücadele projesi, Ankara.
- Soulé Michael, E., (1986), "What is Conservation Biology?". *BioScience*. American Institute of Biological Sciences. 35(11), 727-34
- Sümer, G.Ç., 2016. Çevresel ve Milli Güvenlik Boyutları Açısından Biyolojik Çeşitlilik ve Tehlikeler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 207-224.
- Topçu, H. F., 2012. Biyolojik çeşitlilik sözleşmesi: Müzakereden uygulamaya. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi*. 20(1), 57-97
- Yılmaz, A., Dayıoğlu, H., Başaran, G. 2019. Türkiye'de biyokaçakçılık. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*. 43, 74-90
- Yorulmaz, T. (2014). Biyolojik Kaçakçılık ve Omurgalı Hayvanlarımız. *Tabiat ve İnsan*, 187, 3-12.
- Yücel, M., Babuş, D., 2005. Doğa Korumunun Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. *DOA Dergisi*, 1(1), 151-175.



## Atatürk Arboretumu (İstanbul) toprak tiplerinin Toprak Kaynakları İçin Dünya Referans Temeli sistemi kullanılarak belirlenmesi

Alper Gün Özturba<sup>1</sup>, Doğanay Tolunay<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD, İstanbul, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 23/01/2024

Kabul Tarihi: 25/03/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1424224>

\*Sorumlu Yazar:

[alpergun.ozturba@iuc.edu.tr](mailto:alpergun.ozturba@iuc.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* Toprakların oluşum ve gelişim süreçlerine göre değerlendirilmesi olarak tanımlanabilen toprak sınıflandırmasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Uzun yıllardan bu yana Türkiye’de tarım topraklarının sınıflandırmasında USDA tarafından geliştirilen Toprak Taksonomisi, orman topraklarının sınıflandırmasında ise Orta Avrupa toprak sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Bunlara nazaran yeni bir sistem olan Toprak Kaynakları İçin Dünya Referans

Temeli (DRT) isimli sistem ise ülkemizde oldukça az çalışmada kullanılmış ve bu çalışmaların neredeyse tamamı tarım topraklarında gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırma sisteminin orman topraklarında uygulanması konusundaki eksiklik sebebi ile Belgrad Ormanı’nın (İstanbul) doğal bir uzantısı olan Atatürk Arboretumu Şefliği araştırma alanı olarak seçilmiş ve DRT sınıflandırma sistemine göre Referans Toprak Gruplarının ayrıntılı bir biçimde belirlenmesi amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Yapılan çalışmada öncelikle 250x250 m’lik sistematik bir ağ üzerinde toprak sondası ile 48 noktadan örnekler alınmış ve farklı horizon gelişimlerinin olduğu yerler belirlenmiştir. Ortak horizon gelişimlerinin olduğu noktalar gruplandırılmış ve ardından bu grupları temsilen ait 13 noktada toprak profil çukuru kazılarak rapor ve örneklemeler yapılmıştır.

*Bulgular* Çalışmanın sonucunda DRT el kitabı doğrultusunda bu topraklar sınıflandırılarak 4 adet farklı Referans Toprak Grubu, ön ek ve son ekleri ile belirlenmiştir. Atatürk Arboretumu Şefliği’nde gözlemlenen bu gruplar rastlanma sırasına göre Stagnosol, Cambisol, Alisol ve Acrisol’dür.

*Sonuçlar* Özellikle ormancılık disiplinde DRT sınıflandırma sistemi ile referans toprak gruplarını belirleyebilecek uzman eksikliği bulunmaktadır. Bu uzman eksikliğinin yapılacak bilimsel çalışmalarla ve eğitimler ile arttırılması gerekmektedir. Çalışmanın, orman topraklarında DRT sınıflandırma sisteminin kullanılacağı çalışmalara uygun bir örnek teşkil ettiği düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Belgrad ormanı, FAO, Toprak genetiği, Toprak sınıflandırması, WRB

## Determination of Atatürk Arboretum (İstanbul) soil classes by utilizing the World Reference Base for Soil Resources

### ABSTRACT

*Background and aims* There are different approaches for genetic and quantitative soil classification, which can be defined as evaluating soils according to their formation and development processes. In Türkiye, the soil taxonomy system developed by the USDA was used for classifying agricultural soils for many years. For forest soils, the Central European Soil Classification System was used. Until today, the World Reference Base for Soil Resources (WRB) classification system was used in a few studies in Türkiye and almost all of these have been done on agricultural lands. Due to the lack of surveys according to WRB on forest soils, the Atatürk Arboretum Management Unit, a natural extension of Belgrade Forest (Istanbul), is selected as the research area.

*Methods* Soil samples are taken from 48 plots with a soil probe on a 250x250 m systematic grid, and the locations where different horizon developments exist are determined. The plots with common horizon developments are grouped, thus 13 representative soil profile pits were excavated for further evaluation.

*Results* As a result of the study, these soils are classified in line with the WRB guidelines, and 4 different Reference Soil Groups are determined with their prefixes and suffixes. The identified soil groups in the Atatürk Arboretum Management Unit are Stagnosol, Cambisol, Alisol, and Acrisol.

*Conclusions* The lack of expertise in forest soil classification with WRB is visible and this shortage needs to be overcome through scientific studies and training. It is thought that this study constitutes a suitable example for soil classification practices to be carried out in the future using the WRB classification system in forests.

**Key Words:** Belgrade forest, FAO, Soil genetics, Soil classification, WRB

*Bu makaleye atf:*

Özturba, A. G., Tolunay, D., 2024. Atatürk Arboretumu (İstanbul) toprak tiplerinin Toprak Kaynakları İçin Dünya Referans Temeli sistemi kullanılarak belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 26-34.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

İnsanlar topraklardan çoğunlukla beslenme ve barınma ihtiyaçlarını karşılamak üzere yararlanmaktadır. Sağladığı hizmetler nedeniyle uzun yıllardır toprakların çeşitli özellikleri ile ilgilenilmiş ve topraklar sınıflandırılmaya ve haritalanmaya çalışılmıştır. Toprakların sınıflandırılması ve haritalanmasının 7 faktöre dayanılarak yapıldığını bildiren McBratney ve ark., (2003) bunları bir alanın (1) toprak yapısı; (2) iklim özellikleri; (3) yer örtücü ve doğal vejetasyonu da içeren organizma çeşitliliği; (4) arazi özellikleri ve sınıflarını da kapsayan topoğrafyası; (5) anakaya ya da anamateryali; (6) zaman faktörü olarak yaşı ve (7) mekânsal verileri ve coğrafik konumu olarak özetlemiştir.

Toprakların genetik ve nicelik sınıflandırmalarında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan en yaygın olanı Toprak Taksonomisi olarak bilinen ve Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture (USDA)) tarafından geliştirilen toprak sınıflandırma sistemidir (Soil Survey Staff, 1999). Türkiye’de tarım topraklarının sınıflandırılmasında USDA Toprak Taksonomisi, orman topraklarının sınıflandırılmasında ise yoğunlukla Alman ekolünce geliştirilmiş Orta Avrupa toprak sınıflandırma sistemi (Wittman, 1997; Kantarcı, 2000) kullanılmıştır. Aynı bölgenin farklı ülkelerinde farklı sistemler kullanıldığı gibi ülkemizde de gözlemlendiği üzere aynı ülkede dahi farklı disiplinlerce yine farklı toprak sınıflandırma sistemlerinin tercih edilebilmesi nedeniyle Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 1982 yılında yeni bir toprak sınıflandırma sistemi önerilmiştir (IUSS Working Group WRB, 2007). İleriki yıllarda Toprak Kaynakları için Dünya Referans Temeli (DRT) (World Reference Base for Soil Resources (WRB)) olarak adlandırılan bu görece yeni sistem, çoğunlukla Amerikan sistemindeki teşhis horizonları usulünü kullanmaktadır. Fakat DRT, teşhis horizonlarının ve toprakların bir bütün olarak belirlenmesi, değerlendirilmesi ve isimlendirmelerine birçok farklı açıdan yaklaşmaktadır.

Mekânsal olarak orman, tarım ve mera alanlarındaki toprakların sınıflandırılmasında ayrı kullanım amaçları ve farklı sınıflandırma kriterleri ortaya çıkmaktadır. DRT ülkemizde oldukça az çalışmada kullanılmış ve bu çalışmaların neredeyse tamamı tarım topraklarında gerçekleştirilmiştir. Sunulan bu çalışmada, DRT toprak sınıflandırma sisteminin ülkemiz orman topraklarında uygulanması, buradan edinilecek tecrübe ve bilgi birikimi ile bu sınıflandırma sisteminin daha geniş alanlara yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Çalışma alanı, Çepel ve Günay (1984) tarafından Orta Avrupa Toprak Sınıflandırma Sistemi’ne göre topraklarının sınıflandırıldığı Atatürk Arboretumu (İstanbul) olarak seçilmiştir.

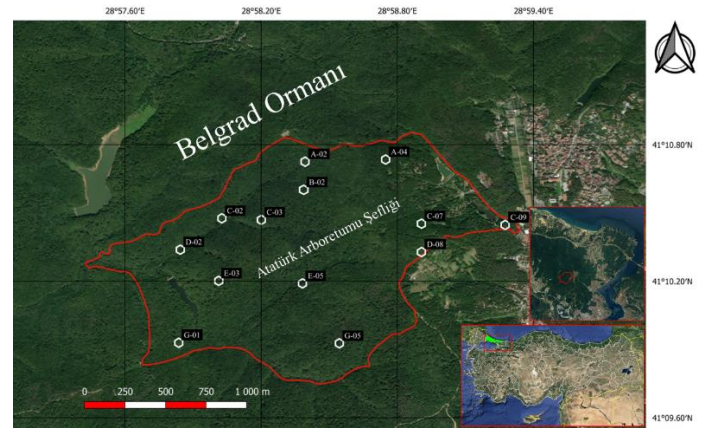
## 2. Materyal ve Yöntem

Toplam alanı 295,2 ha kadar olan Atatürk Arboretumu Şefliği, İstanbul ilinin Sarıyer ilçesinde, 41°09'48" - 41°10'55" kuzey enlemleriyle 28°57'27" - 28°59'27" doğu boylamları arasında, İstanbul’un en önemli rekreasyon alanı olan Belgrad Ormanı’nın güneyinde yer almaktadır (OGM, 2012). Atatürk Arboretumu Plan ünitesi, Arboretum ve Arboretum rezerv bölmelerinden oluşmaktadır. Rezerv bölmelerinde asli ağaç türleri meşe (*Quercus* sp.), doğu kayını (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus* sp.) gibi doğal türlerdir. Ayrıca küçük bir alan

karaçam (*Pinus nigra*) ile ağaçlandırılmıştır. İstanbul Boğazı’ndan 6 km, Karadeniz’den ise 9 km uzaklıkta olan alanın topografyasının 70-166 m arasında değiştiği ve ortalama eğiminin % 16 civarında olduğu bildirilmiştir (Şat, 2002). Belgrad Ormanında olduğu gibi Atatürk Arboretumu’nda Karbonifer dönemine ait grovak-toztaşı şistleri ile neojen dönemine ait henüz taşlaşmamış Pliosen I tortulları bulunmaktadır (Kantarcı, 1980). Çalışma alanının Çepel ve Günay (1984) tarafından yapılan anakaya haritasında sahanın güneyinde ve batısında grovak-toztaşı şistlerinin yer aldığı, diğer bölümlerinde ise pliosen tortullarının bulunduğu gösterilmektedir.

Toprak Kaynakları için Dünya Referans Temeli’nde yer verilen her toprak tipi Referans Toprak Grubu (RTG) olarak adlandırılmaktadır. Birçok RTG’nin toprak örtüsüne kapsamlı bir genel bakış sağlamak amacıyla ana toprak bölgelerini temsil ettiği düşünülmekte ve her bir RTG’nin belirlenmesinin ardından kullanıcının öncelik sırasına göre olası örnek ve son ek niteleyicileri de kullanarak daha kapsamlı bir toprak sınıflandırması yapabileceği belirtilmektedir (IUSS Working Group WRB, 2007).

Araştırma alanındaki RTG’lerin belirlenebilmesi için sistematik olarak (250x250 m) belirlenen 48 adet örnekleme noktasında 1 m’lik çelik toprak sondası ile çalışılmıştır. Sondalar üzerinde yapılan incelemeler ile toprak horizonları belirlenmiş, örnekleme noktalarından alınan topraklar ve doldurulan yetiştirme ortamı tanıtım tabloları kullanılarak aynı anakayadan oluşmuş ve benzer toprak horizonlara sahip noktalar gruplandırılmıştır. Daha sonra gruplar göz önünde bulundurularak toplam 13 noktada toprak çukuru açılmasına karar verilmiştir (Şekil 1). Laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere, açılan toprak çukurlarında rastlanan her bir horizontdan 100 cm<sup>3</sup>’lük hacim silindirleri ile 5 tekrarlı bozulmamış toprak örneği alınmış ve bunlardan karma örnek oluşturulmuştur. Bu şekilde, toplam 69 adet toprak örneği laboratuvara getirilmiş ve sınıflandırma işlemlerine devam edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Toprak Kaynakları için Dünya Referans Temeli sınıflandırma sistemine göre Atatürk Arboretumu’nda bulunan Referans Toprak Gruplarının ortaya konmasında DRT el kitabındaki (IUSS Working Group WRB, 2007) fiziksel ve kimyasal toprak analiz yöntemlerinin kullanıldığı 3 aşama izlenmiştir. Bu aşamalar (1) Toprak çukurlarında ayırt edilen her bir horizontun arazide belirlenen kalınlık, renk, lekeler, horizon sınırları, taşlılık vb. özelliklerine ek olarak laboratuvarda gerçekleştirilen toprakların tekstür (tanelilik), pH, EC, renk,

katyon değişim kapasitesi (KDK), baz doygunlukları (BD) gibi çeşitli analizlere dayalı parametreleri yardımıyla teşhis horizonlarının, bunların özelliklerinin ve tanımlayıcı materyallerinin belirlenmesi, (2) DRT el kitabındaki teşhis anahtarı kullanılarak Referans Toprak Grubunun ortaya konması ve (3) "niteleyiciler" olarak belirtilen ön ek ve son eklerin belirlenmesi ve sonuçta üzerinde çalışılan toprak çukurundaki toprakların detaylarıyla sınıflandırılması olarak özetlenebilir.

### 3. Bulgular

Çalışma alanında incelenen 13 adet toprak çukurunun DRT sistemine göre sınıflandırılma süreçlerine; belirlenen Referans Toprak Grupları, bunların tanımlayıcı ekleri ve nihai adlandırmalarını kapsayacak biçimde aşağıda yer verilmiştir. Detaylı analiz sonuçlarına Özturna (2013)'den ulaşılabilen toprak teşhis horizonlarının belirlenmesinde kullanılan başlıca fiziksel ve kimyasal değerler Çizelge 1'de yer almaktadır.

A-02 isimli toprak çukuru, toprak yüzeyinden itibaren ilk 50 cm'de rastlanılan *indirgenme koşullarına* rağmen *yıkama uzantıları (albeluvic tonguing)* bulunmaması sebebi ile *Stagnosol* isimli RTG'ye dâhil edilmiştir. *Argic horizon* koşullarına sahip çukurdaki RTG, KDK ve BD oranı sebebi ile *Stagnosol*, *Alic* ön ekini almaktadır. Ayrıca toprak kesiti boyunca (100 cm) demir nodüllerine rastlanmasından dolayı *Ferric* son eki de çukurun RTG'sine eklenmiştir. Aynı durum A-04 isimli toprak çukurunda da gözlemlenmekte olup, bu çukur da DRT (IUSS Working Group WRB, 2007)'ya göre *Alic Stagnosol (Ferric)* olarak isimlendirilebilmektedir. B-02 isimli toprak çukurunda rastlanan *Argic horizon*'unun KDK değeri ve BD sebebi ile bu toprak çukurundaki topraklar *Alisol* ismini almaktadır. Ael horizonunun *Albic* karakterde olması ve toprak yüzeyinden itibaren ilk 100 cm'de yer almasıyla bu grup *Albic* ön ekini de almaktadır. Bu bilgilere ek olarak, toprak çukurundaki durgunsu oluşumunun toprak yüzeyinden olan mesafesi, çukurda *indirgenme koşullarına* rastlanması ve bu durumun mevcut toprak hacmini etkileme durumu bu RTG'ye *Endostagnic* ön ekini kazandırmaktadır. Rastlanan benekler ve bu oluşumların yarısından fazlasının siyah renkte olması sebebi ile bu grup *Manganiferic* son ekini almaktadır.

C-02 isimli toprak çukurundaki Bts horizonu *Argic horizon* özelliğindedir. İlgili horizonun KDK değeri ve BD sebebi ile bu çukurun *Acrisol* isimli RTG'ye girdiği belirlenmiştir. Yapılan analizlerin sonuçlarına göre, nitelendirici listesinde yer alan herhangi bir ön ek ile ilişkisi bulunamayan bu *Acrisol*, *Haplic* ön eki ile tanımlanmıştır. Cv horizonunun bir *Clayic horizon* olması sebebi ile (derinlik kademesine de bağlı olarak) *Endoclayic* son ekini almaktadır. C-03 isimli toprak çukurunda belirlenen Bts horizonu ve bu horizonun KDK değeri ve BD, bu çukuru *Haplic Alisol* RTG'sine sokmaktadır. Bts ve Cv horizonların *Clayic horizon* karakterinde olması sebebi ile (derinlik kademesine de bağlı olarak) bu RTG *Clayic* son ekini de almaktadır. C-07 isimli toprak çukuru, A-02 ve A-04 isimli toprak çukurlarında gözlemlenen benzer teşhis horizonları sebebi ile *Alic Stagnosol* olarak adlandırılmıştır. Aynı zamanda çukur, G-01 isimli çukur ile benzer edafik özelliklere sahiptir. C-07 ve G-01 isimli çukurlar, *Albic Horizon* karakterinde bir katmana sahip olmalarına, toprak kesitleri boyunca beneklerin gözlemlenmesine (bu oluşumların yarısından fazlasının siyah renkte olmasına) ve *Clayic horizon*larının derinlik kademelerine bağlı olarak *Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Endoclayic)* ve *Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Clayic)* olarak tanımlanmışlardır. Benzer şekilde, D-08 isimli toprak çukuru da *Alic Stagnosol* olarak tanımlanabilmektedir. Toprak kesiti boyunca gözlemlenen benekler ve toprak çukurunda yer alan 30 cm kalınlığında, ağır kil tekstürlü bir B-C - Sd horizonunun varlığı sebebi ile bu RTG *Manganiferic* ve *Clayic* son ekleri almaktadır. *Argic Horizon* olarak tanımlanabilen C-09 isimli toprak çukurunun Bts-Sw horizonuna ait KDK değeri ve BD, bu toprak çukurundaki toprakları *Alisol* isimli RTG'ye dâhil etmektedir. Rastlanan *indirgenme koşullarının* yeri ve bu durumun derinlik kademesi ve mevcut toprak hacminin etkilemesi derecesi ile bu RTG *Endostagnic* ön ekini de almaktadır. C-09 toprak çukurundaki gruba toprak kesiti boyunca (100 cm) demir nodüllerine rastlanmasından dolayı *Ferric*, yine toprak yüzeyinden itibaren ilk 100 cm. derinlikte bir *Ani Tekstürel Değişim* özelliği görülmesinden dolayı *Abruptic* son ekleri verilmiştir.

**Çizelge 1.** Atatürk Arboretumu (İstanbul) topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Çukuru	Horizon Simgesi	Horizon Kalınlığı (cm)	Kil Oranı (%)	Toprak Tekstür Sınıfı	Renk (Kuru)	Renk (Yaş)	pH	KDK (cmolc kg <sup>-1</sup> toprak)	BD (%)
A-02	Ah	3	16,0	KuKB	10 YR 4/1	10 YR 3/1	5,63	33,46	38,93
	Ale	19	32,5	BK	10 YR 8/6	10 YR 6/4	4,71	33,03	3,81
	A-B	15	44,4	BK	10 YR 7/4-6	10 YR 7/6	4,86	34,40	14,86
	Bts - Sw	20	50,0	K	10 YR 7-8/6	10 YR 6/6	4,78	44,65	15,69
	B-C - Sd	17	45,7	K	10 YR 7/6	10 YR 6/6	4,80	44,39	12,62
	Cv - Sd	26	37,7	BK	10 YR 7/8	10 YR 6/8	4,84	36,92	13,17
A-04	Ah	2	11,1	KuB	10 YR 4/1	10 YR 2/2	6,36	47,91	63,14
	Ale	4	25,7	KuK	10 YR 6/3	10 YR 4/2	5,08	23,92	51,38
	Bts - Sw	22	42,3	BK	10 YR 7/6	10 YR 6/6	4,23	83,69	9,70
	I B-C - Sw	20	36,4	BK	10 YR 7/4	5 Y 8/4+	4,23	88,78	6,84
	II B-C - Sd	30	34,6	BK	10 YR 8/6	5 Y 6/4+	4,30	79,92	7,68
	Cv - Sd	22	55,3	K	10 YR 8/6	10 YR 6/6	4,55	52,29	13,38
B-02	Ah	5	15,7	KuKB	10 YR 5/2	10 YR 4/1	5,80	10,16	69,28
	Ael	22	24,3	KuKB	10 YR 7/3	10 YR 6/4	4,41	32,15	1,07
	Bst - Sw	22	41,2	BK	10 YR 6/4	10 YR 5/8	4,85	27,44	17,53
	B-C - Sw	24	43,3	BK	10 YR 6/4	10 YR 5/6	4,85	32,55	22,45
	Cv - Sd	27	39,6	BK	10 YR 7/4	10 YR 6/6	4,93	35,59	27,21
C-02	Ah	2	21,8	KB	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/2	6,05	20,13	94,95
	Ale	10	26,7	BK	10 YR 5/3-4	10 YR 5/4	4,82	27,08	30,48
	Bts	17	38,5	BK	10 YR 6/4	10 YR 4/4	5,08	21,94	21,74
	B-C	22	41,4	BK	10 YR 5/4	10 YR 4/4	5,28	17,62	33,43
	Cv	49	42,1	BK	10 YR 6/4	7,5 YR 4/4	5,10	13,79	36,94
C-03	Ah	2	22,1	KuKB	10 YR 5/2	10 YR 3/1	5,39	22,80	71,91
	Ale	14	34,3	BK	10 YR 7/4	10 YR 6/4	4,59	36,39	1,81
	Bts	38	50,4	K	10 YR 6/6	5 YR 5/6	4,64	49,57	7,91
	Cv	46	63,1	K	10 YR 6/8	5 YR 4/6	4,60	82,56	6,66
C-07	Ah	2	17,1	KB	10 YR 3/2	10 YR 3/2	5,70	43,31	59,71
	Ael	7	34,5	BK	10 YR 7/2	10 YR 4/2	4,98	24,11	47,07
	A-B	11	37,7	BK	10 YR 6/2	10 YR 5/2	4,76	38,20	25,84
	Bst - Sw	17	49,7	K	10 YR 7/2	2,5 Y 5/2	4,58	67,09	17,56
	B-C - Sd	28	54,7	K	10 YR 6/6	2,5 Y 7/2	4,69	70,72	24,6
	Cv - Sd	35	55,5	K	10 YR 6/8	2,5 Y 6/2	4,79	58,05	30,82
C-09	Ah	3	22,1	KuKB	10 YR 4/1	10 YR 2/1	6,40	30,61	84,44
	Ale - Sw	22	21,9	KB	2,5 Y 7/4	10 YR 6/4	4,60	97,84	4,85
	Bts - Sw	25	51,6	K	2,5 Y 7/4	10 YR 6/4	4,78	118,8	6,02
	B-C - Sw	10	49,7	K	2,5 Y 7/4	10 YR 5/4	4,67	92,72	6,15
	Cv - Sd	20	48,0	K	10 YR 8/6	10 YR 5/3	4,72	150,72	6,35

Kısaltmalar: K: Ağır Kil; BK: Balçıklı Kil; KB: Killi Balçık; KuKB: Kumlu Killi Balçık; KuB: Kumlu Balçık; KuK: Kumlu Kil; KDK: Katyon değişim kapasitesi; BD: Baz doygunluğu.

**Çizelge 2.** Atatürk Arboretumu (İstanbul) topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri. (Devamı)

Toprak Çukuru	Horizon Simgesi	Horizon Kalınlığı (cm)	Kil Oranı (%)	Toprak Tekstür Sınıfı	Renk (Kuru)	Renk (Yaş)	pH	KDK (cmolc kg <sup>-1</sup> toprak)	BD (%)
D-02	Ah	2	13,0	KuB	10 YR 4/2	10 YR 3/2	5,44	37,83	58,44
	Ale	11	31,4	KuK	10 YR 6/3	10 YR 5/4	4,52	43,45	13,16
	A-B	18	27,4	KuK	10 YR 7/4	10 YR 5/4	4,75	40,38	10,1
	Bts	27	37,2	BK	10 YR 6/4	10 YR 5/6	5,14	26,39	23,42
	Cv	42	40,2	BK	7,5 YR 5-6/4	7,5 YR 4/4	5,31	16,4	30,36
D-08	Ah	3	11,9	KuB	10 YR 4/1	10 YR 3/2	6,19	37,98	57,64
	Ale	24	27,5	BK	10 YR 6/3	10 YR 5/4	4,23	46,86	2,03
	Bts - Sw	16	38,3	BK	10 YR 6/4	7,5 YR 5/4	4,40	51,72	4,47
	B-C - Sd	30	54,0	K	10 YR 7/4	10 YR 6/4	4,36	116,52	3,66
	Cv - Sd	12	49,3	K	2,5 YR 8/4	2,5 YR 7/4	4,23	165,84	2,21
E-03	Ah	1	23,0	KB	10 YR 4/2	7,5 YR 3/2	7,02	34,56	79,11
	I Bv	6	45,6	K	10 YR 6/4	10 YR 3/3	5,64	19,42	63,31
	II Bv	18	45,4	K	10 YR 8/6	10 YR 5/6	4,86	46,53	13,09
	B-C	30	52,5	K	7,5 YR 7/6	7,5 YR 5/6	5,01	42,97	21,71
	Cv	45	60,2	K	5 YR 5/8 +	5 YR 4/8 +	4,82	51,65	11,56
E-05	Ah	3	12,1	KuB	10 YR 4/1	5 YR 3/2	6,89	27,65	59,4
	Ael	14	21,8	KuKB	10 YR 7/3	10 YR 5/3	4,57	39,30	1,16
	A-B	17	24,8	KB	10 YR 6/4	10 YR 5/4	4,48	68,05	0,84
	Bts	18	36,7	BK	10 YR 6/6	5 YR 5/6	4,54	69,62	1,89
	Cv - Sd	48	42,7	BK	7,5 YR 6/6	7,5 YR 5/6	4,74	66,8	6,38
G-01	Ah	2	16,9	KuKB	10 YR 6/2	10 YR 3/3	5,84	20,16	64,68
	Ael	4	22,8	KuKB	10 YR 7/2	10 YR 4/2	4,85	32,83	13,06
	A-B	18	27,5	KuK	10 YR 7/3	10 YR 5/4	4,51	59,34	3,32
	Bst - Sw	11	28,7	BK	2,5 Y 7-8/4	2,5 Y 5/4	4,78	35,40	5,15
	B-C - Sd	19	51,6	K	10 YR 6/6 +	10 YR 5/6 +	4,81	74,52	12,71
	Cv - Sd	46	57,6	K	5 YR 5/8 +	10 YR 5/6 +	4,96	117,23	14,63
G-05	Ah	3	30,8	BK	10 YR 4/2	10 YR 3/2	5,58	36,09	49,55
	Ale	15	42,4	BK	10 YR 6/4	10 YR 4/3	4,42	60,26	2,69
	A-B	9	66,1	K	10 YR 6/6	10 YR 5/6	4,60	82,16	4,92
	I Bts - Sw	20	76,3	K	10 YR 6/6	5 YR 5/6	4,69	99,76	10,29
	II Bts - Sd	24	76,1	K	10 YR 6/6	10 YR 6/4	4,76	97,30	13,48
	Cv - Sd	29	49,9	K	10 YR 7/6	10 YR 6/4	4,81	115,97	14,03

Kısaltmalar: K: Ağır Kil; BK: Balçıklı Kil; KB: Killi Balçık; KuKB: Kumlu Killi Balçık; KuB: Kumlu Balçık; KuK: Kumlu Kil; KDK: Katyon değişim kapasitesi; BD: Baz doyunluğu.

C-03 isimli toprak çukuru ile benzer özellikler gösteren D-02 isimli toprak çukuru da Haplic Alison RTG'sine dâhil edilmiştir. Fakat C-03'den farklı olarak bu çukurdaki topraklar, ilk 100 cm'de % 40 ya da fazla taşlılık içeren bir horizonun varlığı sebebi ile *Skeletalic* son ekini almaktadır. E-03 isimli toprak çukuru, çukurda rastlanan *Cambic horizon*ların başlangıç kademelerinin yeri ve yüzeyden olan uzaklığı itibarıyla *Cambisol* isimli RTG'ye dâhil edilmiştir. İlgili grubun nitelendirici listesinde yer alan herhangi bir ön ek ile ilişkisinin bulunmadığından ötürü *Haplic* ön ekini alan RTG, toprak çukurunda yer alan 30 cm kalınlığında ağır kil tekstürlü bir Cv horizonunun varlığı ile gruba *Clayic* son ekini almaktadır. E-05 isimli toprak çukurunda yer alan Bts horizonun bir *Argic Horizon* karakterindedir. Horizonun KDK değeri ve BD, bu toprak çukurundaki toprakları *Alisol* isimli RTG'ye dâhil etmektedir. Toprak çukurunda bulunan Ael horizonun, çeşitli

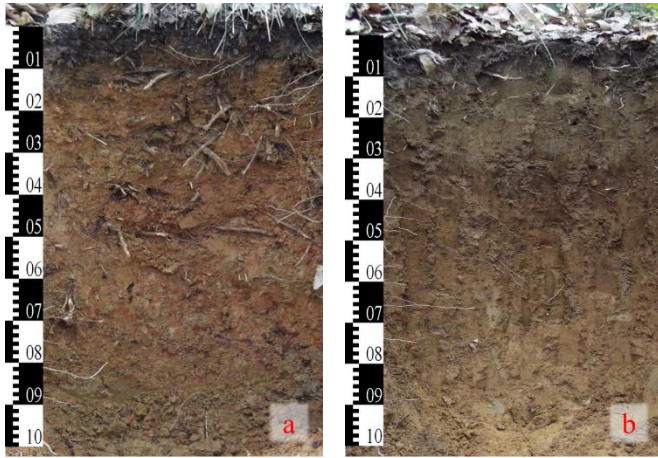
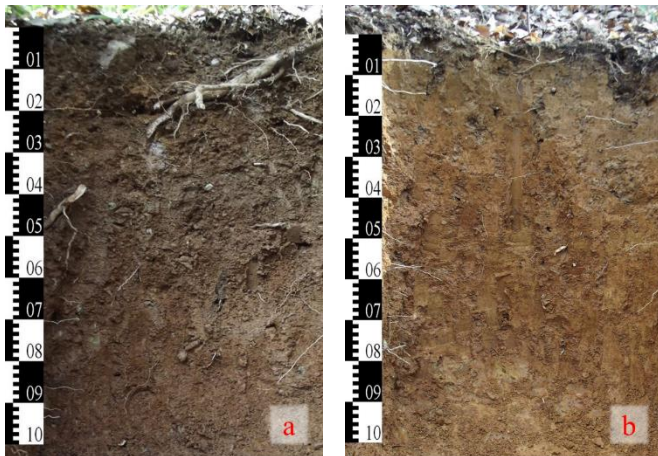
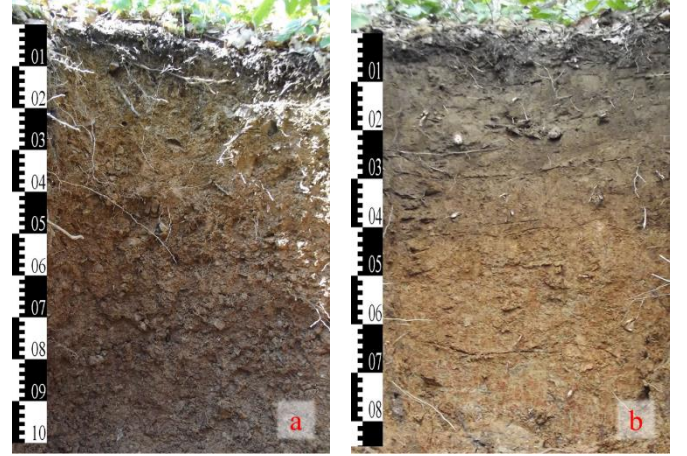
özelliklerinden dolayı *Albic horizon* koşullarını sağlamaktadır. İlgili horizonun toprak derinlik kademesindeki yeri ile bu grup *Albic* ön ekini almakta, sahip olduğu *Clayic horizon* sebebi ile (derinlik kademesine de bağlı olarak) *Endoclayic* son ekini almaktadır. Yukarıda da bahsedildiği üzere, G-01 ve C-07 isimli toprak çukurları DRT toprak sınıflandırması sistemi açısından benzer edafik özelliklere sahiptir. Benzer bir durum G-05 isimli toprak çukurunda da mevcuttur. Sahip olduğu *Argic horizon*, bu horizonun KDK değeri, BD, gözlemlenen beneklenmeler ve rastlanan *Clayic horizon*un bulunduğu derinlik kademesi sebebi ile bu toprak çukuru *Alic Stagnosol* (Manganiferic, Endoclayic) olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında açılan toprak çukurlarında belirlenen toprak tipleri Şekil 3,4,5,6,7 ve Çizelge 2'de yer almaktadır. A-02 ve A-04 isimli çukurların aynı tipte olması sebebi ile sadece A-04 isimli toprak çukurunun görseli kullanılmıştır.

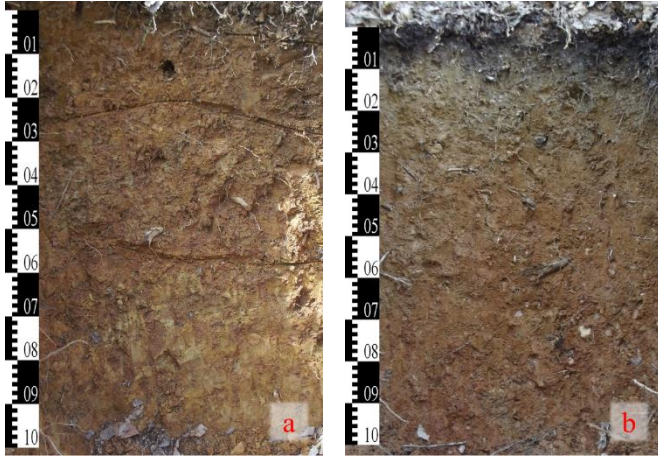


**Çizelge 2.** Çalışma alanında belirlenen toprak tipleri

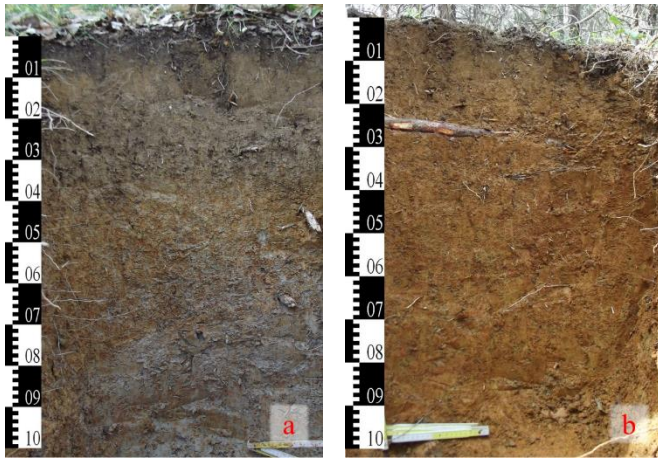
Toprak Çukuru	Dünya Referans Temeli	Orta Avrupa Sınıflandırma Sistemi (Çepel ve Günay, 1984)
A-02	Alic Stagnosol (Ferric)	Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı
A-04	Alic Stagnosol (Ferric)	Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı
B-02	Albic Endostagnic Alisol (Manganiferic)	Pseudogleyli Boz Esmer Orman Toprağı
C-02	Haplic Acrisol (Endoclayic)	Solgun Esmer Orman Toprağı
C-03	Haplic Alisol (Clayic)	Solgun Esmer Orman Toprağı
C-07	Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Clayic)	Pseudogley
C-09	Endostagnic Alisol (Ferric, Abruptic)	Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı
D-02	Haplic Alisol (Skeletal, Clayic)	Solgun Esmer Orman Toprağı
D-08	Alic Stagnosol (Manganiferic, Clayic)	Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı
E-03	Haplic Cambisol (Clayic)	Esmer Orman Toprağı
E-05	Albic Alisol (Endoclayic)	Pseudogleyli Boz Esmer Orman Toprağı
G-01	Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Endoclayic)	Pseudogley
G-05	Alic Stagnosol (Manganiferic, Endoclayic)	Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı

**Şekil 2.** (a) A-04: Alic Stagnosol (Ferric) ve (b) B-02: Albic Endostagnic Alisol (Manganiferic)**Şekil 4.** (a) C-07: Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Clayic) ve (b) C-09: Endostagnic Alisol (Ferric, Abruptic)**Şekil 3.** (a) C-02: Haplic Acrisol (Endoclayic) ve (b) C-03: Haplic Alisol (Clayic)**Şekil 5.** (a) D-02: Haplic Alisol (Skeletal, Clayic) ve (b) D-08: Alic Stagnosol (Manganiferic, Clayic)





Şekil 6. (a) E-03: Haplic Cambisol (Clayic) ve (b) E-05: Albic Alisol (Endoclayic)



Şekil 7. (a) G-01: Alic Stagnosol (Albic, Manganiferic, Endoclayic) ve (b) G-05: Alic Stagnosol (Manganiferic, Endoclayic)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Belgrad Ormanı toprakları daha önce DRT sınıflandırma sistemine göre değerlendirilmemiştir. Bu sınıflandırma sistemi ile Belgrad Ormanı'nın doğal bir uzantısı olan Atatürk Arboretumu'nda bulunan Referans Toprak Gruplarının belirlenmesi sonucunda araştırma alanındaki en yaygın RTG'nin (6 adet toprak çukurunda rastlanan ve durgunsu oluşumuna bağlı indirgenme koşullarına sahip) Stagnosoller olduğu ortadadır. Stagnosollerin ardından 5 toprak çukurunda belirlenen, yüksek KDK'ya ve düşük baz doygunluğuna sahip Alisoller bulunmaktadır. Alisol olarak sınıflandırılan çukurlardan 2 tanesinde aynı zamanda durgunsu oluşumundan kaynaklanan lekelenmeler mevcuttur. Bunların hâricinde 1 toprak çukurunda düşük KDK ve BD'ye sahip Acrisol, 1 toprak çukurunda ise Cambisol belirlenmiştir. Çepel ve Günay (1984) tarafından yine Atatürk Arboretumu toprakları için yapılan toprak sınıflandırmasında Esmer Orman Toprağı, Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı, Pseudogleyli Solgun Esmer Orman Toprağı ve Pseudogleyler gözlemlenmiştir. Atatürk Arboretumu'nu ile benzer ekolojik koşullara sahip Belgrad Ormanında yapılan araştırmalarda da aynı toprak tipleri belirlenmiştir (Kantarıcı, 1980; Eruz, 1980). Atatürk Arboretumu'nda topraklar genellikle oldukça killi olup Balçıklı Kil ve Ağır Kil tekstüründe topraklar yaygındır. Benzer

şekilde Belgrad Ormanı ve çevresindeki topraklar çoğunlukla kilce zengin tekstürlerdedir (Kantarıcı, 1980; Eruz, 1980; Çepel ve Günay, 1984, Karaöz, 1988). Toprakların kilce zengin olması sızıntı sularının derinlere doğru hareketini engellediği için durgunsu oluşumundan kaynaklanan renklemelere çoğu toprak çukurunda rastlanmıştır. Topraklara ait pH değerlerinin 4,2'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde, Atatürk Arboretumu'ndaki toprakların pH'larının 4,25-6,25 arasında değiştiği belirtilmektedir (Çepel ve Günay, 1984; Çakır ve Akburak, 2017). Ek olarak, Belgrad Ormanında Kantarıcı (1980) tarafından yapılan araştırmada toprakların pH değerlerinin 4,5-7,0 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın bulgularını oluşturan RTG'ler ile Adams ve ark. (2019)'un ılıman iklim kuşağı özelinde derledikleri bulgular benzerlik göstermektedir. Dünya toprakları üzerine en kapsamlı veri tabanları arasında yer alan ISRIC (2024) derlemesi incelendiğinde, çalışma alanında yer alan ağaç türlerinin oluşturduğu ormanlarda benzer RTG'lere rastlandığı belirlenmiştir. Örneğin meşe ve kayın ormanlarında Alisollere Kuzey Ren-Vestfalya ve Schleswig-Holstein (Almanya); Liège (Belçika); Nancy (Fransa) ve Chakvi ile Guria'da (Gürcistan) rastlanmıştır. Acrisoller Guria (Gürcistan) ve Badajoz'da (İspanya), Stagnosoller ise Kuzey Ren-Vestfalya (Almanya) ve Anderlecht'te (Belçika) belirlenmiştir. ISRIC (2024) veri tabanında oldukça geniş bir yer kaplayan Cambisoller Schleswig-Holstein ve Kuzey Ren-Vestfalya (Almanya); Bertem (Belçika); Kara Dere Ormanı (Drama); Vosges (Fransa); Conwy (Galler); Mukhrani (Gürcistan); Belmonte Arboretumu (Hollanda); Badajoz ve Lleida (İspanya); Pest (Macaristan); Ştefan Vodă (Moldova); Elblag (Polonya) ve Trikala'da (Yunanistan) yapılan çalışmalarla teşhis edilmiştir.

DRT sınıflandırma sisteminin arazi çalışmaları ülkemiz orman topraklarının sınıflandırmasında günümüze kadar kullandığımız Orta Avrupa sistemiyle oldukça benzerdir. Arazide bugüne kadar yapılan etüt verilerine bazı belirleyici özelliklerin de eklenmesi ile DRT sınıflandırma sistemine göre Referans Toprak Gruplarının belirlenmesi yaygın hâle gelebilecektir. Ancak DRT sınıflandırma sisteminin zorluğu, ek laboratuvar analizleri gerektirmesidir. Arazi çalışmalarının zaman ve emek yoğun çalışmaları olmalarının hâricinde teşhis horizonlarının belirlenmesi ve RTG'lerin ayrılması için KDK, BD, değişebilir asitlik gibi çok sayıda analiz sonucuna gereksinim bulunmakta, dolayısıyla bunu sağlayacak ekonomik şartlar göz ardı edilememektedir. Her ne kadar bu sınıflandırma sistemine ait teşhis anahtarları araştırmacılara kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde tasarlansa da, yukarıda geçen gereksinimler sebebi ile RTG ve toprak birimlerinin ayrılması oldukça uzun bir zaman ve çaba gerektirmektedir.

Türkiye'de DRT'nin kullanıldığı az sayıda çalışma dikkat çekse de bu çalışmaların neredeyse tamamı tarım toprakları üzerinde yapılmıştır. Özetlenecek olursa, Boyraz ve Cangir (2009) tarafından dağlık fakat ormanlık bir alanda yapılan araştırma ve Pamuk (2017) tarafından eski toprak verileri üzerinde kurulan yaklaşım dışında, diğer araştırmalar tarım arazilerinde gerçekleştirilmiştir (Dengiz ve Bayramin, 2003; Yiğini, 2006; Boyraz ve Cangir, 2009; Sırman, 2009; Çelimli, 2012; Dengiz ve ark., 2012; Saygın ve Dengiz, 2013; Yiğini, 2014; Everest ve Özcan, 2015). DRT'nin özellikle Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde kullanımı giderek artmaktadır (Charzynski, 2006; Reintam ve Köster, 2006; Roca ve ark., 2008; Shi ve ark., 2010; Sládková, 2010; Zádorová ve Penížek, 2011; Ließ ve ark., 2012; Charzynski ve ark., 2013; Lang ve

ark., 2013; von Huyssteen ve ark. 2014; Fuchs ve ark., 2015; Rubinić ve ark., 2015; Sitzia ve ark., 2015; Kabała ve ark., 2016; Urushadze, 2016; Camera ve ark., 2017; Quichimbo ve ark. 2017; Životić ve ark. 2017; Tsrybka ve Ustsinava, 2018). Avrupa kıtasındaki ülkeler geçmişte farklı toprak sınıflandırma sistemleri kullanırken, Avrupa Birliği'ne katılım sürecinden sonra toprak sınıflandırmalarında da aynı yöntemler kullanılması gündeme gelmiştir. Toprakların arazide çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, haritalanması, toprak bilgi ve izleme sistemi oluşturulması gibi konularda çalışılan merkez ve bürolarda toprakların sistematik sınıflandırmasında DRT sistemi kullanılmaktadır. ESNB (2005) tarafından yayınlanan 1/3.000.000 ölçekli Avrupa Toprak Haritası da söz konusu sisteme göre hazırlanmıştır. Ayrıca Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (CLRTAP) gereğince 1985 yılında kurulan "Hava Kirliliğinin Ormanları Üzerindeki Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı" kapsamında topraklarla ilgili yürütülen çalışmalarda da DRT sisteminin kullanılması gerekmektedir. Ülkemizde kısaca Uluslararası İşbirliği Programı Ormanları (ICP Forests) olarak bilinen bu programla ilgili çalışmalara 2006 yılında başlanmıştır.

Ülkemizin Avrupa Birliği'ne adaylık sürecinde bulunması, çerçeve programlar kapsamında birçok araştırma projelerinde ortak çalışılması ve Uluslararası İşbirliği Programı Ormanları gibi programlarda aynı yöntemlerin kullanılması zorunluluğu, toprak sınıflandırmalarında DRT sınıflandırmasının kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Buna örnek olarak, Uluslararası İşbirliği Ormanları Programı kapsamında yaklaşık 600 noktada etüt yapılması ve analizler için toprak örneği alınması verilebilir. Ülkemizde özellikle ormancılık disiplininde DRT sınıflandırma sistemi ile referans toprak gruplarını belirleyebilecek uzman eksikliği bulunmaktadır. Bu uzman eksikliğini yapılacak bilimsel çalışmalarla ve eğitimler ile arttırılması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmanın, gelecekte orman topraklarında DRT sınıflandırma sistemi kullanılarak yapılacak olan toprak sınıflandırma çalışmalarına uygun bir örnek teşkil ettiği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Çalışma, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış "Atatürk Arboretumu (İstanbul) Topraklarının Toprak Kaynakları İçin Dünya Referans Temeli'ne Göre Sınıflandırılması" başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir. Yüksek lisans tezi İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 31828 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Adams, M.B., Kelly, C., Kabrick, J., Schuler, J., 2019. Temperate forests and soils, in: Busse M., Giardina, C.P., Morris, D.M., Page-Dumroese, D.S. (Eds.), *Developments in Soil Science*. Chapter 6. Temperate forests and soils. Elsevier, 83-108.
- Boyras, D., Cangir, C., 2009. Yıldız orman ekosisteminde yer alan tipik toprakların sınıflandırılması ve amenajmanları. *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 65-77.

- Camera, C., Zomeni, Z., Noller, J.S., Zissimos A.M., Christoforou, I.C., Bruggeman, A., 2017. A high resolution map of soil types and physical properties for Cyprus: A digital soil mapping optimization. *Geoderma*, 285, 35-49.
- Çakır, M., Akburak, S., 2017. Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 67(2), 185-200.
- Çelimli, S.K., 2012. Tepearası-Eskiköy (Köyceğiz) yöresi topraklarının detaylı toprak etüt haritalanması ve sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çepel, N., Günay, T., 1984. *Atatürk Arboretumu Toprak Raporu, Orman Toprak Tahsil Laboratuvarı, Eskişehir*.
- Charzyński, P., 2006. Testing WRB on Polish Soils. Association of Polish Adult Educators, Toruń Branch. Toruń, Poland.
- Charzyński, P., Bednarek, R., Greinert A., Hulisz P., Uzarowicz Ł., 2013. Classification of technogenic soils according to WRB system in the light of Polish experiences. *Soil Science Annual*, 64(4/2013), 145-150.
- Dengiz, O., Bayramin, İ., 2003. Classification of great soil groups in Ankara-Gölbaşı according to different soil classification systems. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 7 (3-4), 61-68.
- Dengiz, O., Erel, A., Erkoçak, A., Durmuş, M., 2012. Basic soil properties, classification and mapping of Kuskonagi Basin, *Ege Journal of Agricultural Research*, 49(1), 71-82.
- Eruz, E., 1980. *Belgrad Ormanı'ndaki Meşe ve Kayın Ekosistemlerinin Bazı Önemli Kimyasal ve Fiziksel Toprak Özelliklerine İlişkin Araştırmalar*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Everest, T., Özcan, H., 2015. Classification of Karamenderes' Plain, Troy Region Right Cost Fluvial Soils. *Soil-Water Journal*, 4(2), (21-29).
- Fuchs, M., Láng, V., Szegi, T., Michéli, E., 2015. Traditional and pedometric approaches to justify the introduction of swelling clay soils as a new soil type in the modernized Hungarian Soil Classification System. *Catena*, 128, 80-94.
- ISRIC, 2024. ISRIC World Soil Museum. <https://museum.isric.org/content/centraltable/> (Erişim Tarihi 01.03.2024).
- IUSS Working Group WRB, 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, First update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Kabała, C., Switoniak, M., Charzyński, P., 2016. Correlation between the Polish Soil Classification (2011) and international soil classification system World Reference Base for Soil Resources (2015). *Soil Science Annual*, 67(2/2016), 88-100.
- Kantarıcı, M.D., 1980. *Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, İstanbul.
- Karaöz, M.Ö., 1988. *Belgrad Ormanı'nda bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerinin önemli edafik özellikleri ile bitkisel kütle karakteristikleri bakımından karşılaştırılması*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Láng, V., Fuchs, M., Waltner, I., Michéli, E., 2013. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: As exemplified by

- the Hungarian Brown Forest Soils and related WRB Reference Soil Groups. *Geoderma*, 192, 269-276.
- Ließ, M., Glaser, B., Huwe, B., 2012. Making use of the World Reference Base diagnostic horizons for the systematic description of the soil continuum: Application to the tropical mountain soil-landscape of southern Ecuador. *Catena*, 97, 20-30.
- McBratney, A.B., Mendonça Santos, M.L., Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1-2), 3-52.
- OGM, 2012, *İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü ve Atatürk Arboretumu Fonksiyonel Orman Amenajman Planı*. İstanbul.
- Özturna, A.G., 2013. Atatürk arboretumu (İstanbul) topraklarının toprak kaynakları için dünya referans temeli'ne göre sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Pamuk, A., 2017. Çan (Çanakkale) yöresi bazı büyük toprak gruplarının (1938) özellikleri ve sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Quichimbo, P., Jiménez L., Veintimilla, P., Tischer, A., Günter, S., Mosandl, R., Hamer, U., 2017. Forest site classification in the Southern Andean Region of Ecuador: A case study of pine plantations to collect a base of soil attributes. *Forests*, 8, 473.
- Reintam, E., Köster, T., 2006. The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and Soil Taxonomy criteria. *Geoderma*, 136, 199-209.
- Roca, N., Pazos, M.S., Bech, J., 2008. The relationship between WRB soil units and heavy metals content in soils of Catamarca (Argentina). *Journal of Geochemical Exploration*, 96, 77-85.
- Rubinić, V., Galović L., Husnjak S., Durn G., 2015. Climate vs. parent material: Which is the key of Stagnosol diversity in Croatia? *Geoderma*, 241-242, 250-261.
- Saygın F., Dengiz O., 2013. Classification and determination of different soils distribution on Fener Village and its near vicinity located in left side of Bafra Plain. *Soil-Water Journal*, 2(2), 63-72.
- Shi, X.Z., Yu, D.S., Xu, S.X., Warner, E.D., Wang, H.J., Sun, W.X., Zhao, Y.C., Gong, Z.T., 2010. Cross-reference for relating Genetic Soil Classification of China with WRB at different scales. *Geoderma*, 155, 344-350.
- Sırman, O.C., 2009. Edirne - Lalapaşa karayolu üzerinde Dörtkaya ile Hıdırağa mevkiileri arasında yer alan toprakların katenasal ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Sitzia, L., Bertran, P., Bahain, J., Bateman, M.D., Hernandez, M., Garon, H., de Lafontaine, G., Mercier, N., Leroyer, C., Queffelec, A., Voinchet, P., 2015. The Quaternary coversands of southwest France. *Quaternary Science Reviews*, 124, 84-105.
- Sládková, J., 2010. Conversion of some soil types, subtypes, and varieties between the taxonomic classification system of soils of the Czech Republic and the World Reference Base for Soil Resources. *Soil and Water Research*, 5(4), 172-185.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy - A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Agriculture Handbook Number 436, Amerika.
- Şat, B., 2002. Doğa koruma ve çevre eğitimi açısından arboretumların işlevleri ve Atatürk arboretumu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Tsyrybka, V., Ustinaeva, H., 2018. Soil classification in Belarus: History and current problems. *Bulletin of Geography*, 14, 37-47.
- Urushadze, T., Blum, W., Kvirivshvili, T., 2016. Classification of soils on sediments, sedimentary and andesitic rocks in Georgia by the WRB system. *Annals of Agrarian Science*, 14, 351-355.
- von Huisstee, C.W., Michéli, E., Fuchs, M., Waltner, I., 2014. Taxonomic distance between South African diagnostic horizons and the World Reference Base diagnostics. *Catena*, 113, 276-280.
- Wittman, O., 1997. Soil Classification of the Federal Republic of Germany. in: Working Group on Soil Classification of the German Soil Science Society - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 84, 253-275.
- Yiğini Y., 2006. Çanakkale ili Umurbey Ovası topraklarının detaylı toprak etüt haritalanması ve arazi değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Yiğini Y., 2014. Bozcaada topraklarının detaylı etüt-haritalanması ve sınıflandırılması, toprak-iklim-coğrafi konum (Terroir) özelliklerine göre bağıcılığa yönelik arazi değerlendirmesi. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Zádorová T., Penížek V., 2011. Problems in correlation of Czech national soil classification and World Reference Base 2006. *Geoderma*, 167-168, 54-60.
- Životić, L.B., Radmanović, S.B., Gajić, B.A., Mrvić, V.V., Dorđević, A.R., 2017. Classification and spatial distribution of soils in the foot and toe slopes of mountain Vukan, East-Central Serbia. *Catena*, 159, 70-83.





## Arazi kullanım değişikliğinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi: Batı Karadeniz örneği

Abdullah Hüseyin Dönmez<sup>1</sup>, Eren Baş<sup>2</sup>, Neslihan Yılmaz<sup>1</sup>, Murat Sargıncı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

<sup>2</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 07/02/2024

Kabul Tarihi: 02/07/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1433344>

\*Sorumlu Yazar:

ebas@bartin.edu.tr

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* Çalışmanın amacı Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Akçakoca ilçesindeki ormanlık alanların tarım alanlarına dönüştürülmesinin toprak yapısı üzerindeki fiziksel ve kimyasal etkilerinin araştırılmasıdır.

*Yöntemler* Araştırmada, değişik 2 doğal ormanlık alan ve geçmişte orman arazisi olup değişime uğramış 5 adet alan olmak üzere toplamda 7 farklı arazi kullanım tipi

belirlenmiştir. Her bir arazi kullanım tipinde toprak örnekleme yapılmıştır. Yapılan bu toprak örnekleme analizlerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

*Bulgular* Araştırmanın sonuçlarına göre en yüksek hacim ağırlığı ve kum içeriği değerleri tarım alanında, en yüksek iskelet miktarı ise mera alanında tespit edilmiştir. Toprak reaksiyonu bakımından endüstriyel plantasyon ve mera alanlarının nötre yakın alkali özellikte olduğu, elektriksel iletkenliğin ise en yüksek mera alanında olduğu belirlenmiştir. Toplam kireç değişime uğrayan arazi tiplerinde daha yüksek değerlerde ölçülmüştür. Organik madde, toplam karbon, azot ve katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri en yüksek mera alanında bulunmuştur.

*Sonuçlar* Arazi kullanımlarının kontrolsüzce değiştirilmesi birçok problemi beraberinde getirebilmektedir. Ancak günümüzde ufak habitatlarda bu tarz problemler göz ardı edilmekte ve sayıları gittikçe artmaktadır. Sunulan çalışma gibi tanımlayıcı araştırmaların artırılarak daha fazla örnek alanlarda yürütülmesi ve alınabilecek önlemlerin karar mercilerine bildirilerek kontrolün sağlanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akçakoca, arazi kullanımı, orman, fındık, mera, tarım, toprak özellikleri

## Effects of land use change on physical and chemical properties of soil: The case of Western Black Sea

### ABSTRACT

*Background and aims* The aim of this study is to investigate the physical and chemical effects of the conversion of forested areas to agricultural areas on soil structure in Akçakoca district located in the Western Black Sea Region of Türkiye.

*Methods* In the study, a total of 7 different land use types were determined, including 2 natural forest areas and 5 different areas that were forest land in the past but have been transformed. Soil sampling was carried out in each land use type. Physical and chemical analyzes were carried out in these soil samples.

*Results* According to the results of the study, the highest bulk density and sand content values were determined in the agricultural area and the highest skeleton content was determined in the pasture area. In terms of soil reaction, it was determined that industrial plantation and pasture areas were close to neutral alkaline, while electrical conductivity was highest in the pasture area. Total lime was higher in the land types that were subjected to change. Organic matter, total carbon, nitrogen and cation exchange capacity (CEC) values were highest in the pasture area.

*Conclusions* Uncontrolled land use causes many problems. However, today, such problems are ignored in small habitats, thus their number is increasing. Descriptive research such as this study should be carried out in more sample areas and the measures that can be taken should be reported to the decision-makers to ensure control.

**Key Words:** Akçakoca, land use, forest, hazelnut, grassland, agriculture, soil properties

*Bu makaleye atf:*

Dönmez, A.H., Baş, E., Yılmaz, N., Sargıncı, M., 2024. Arazi kullanım değişikliğinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi: Batı Karadeniz Örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 35-44.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Ormanlar, içerisindeki canlı ve cansız tüm yapı taşları ile bir bütündür. Ayrıca diğer karasal ekosistem biyomları arasında en fazla alana sahiptir. Dolayısıyla antropojen baskılardan payını fazlaca almıştır (Thomas ve Packham, 2007). Küresel bazda değerlendirildiğinde bu baskılar sadece ormanların alansal bütünlüklerini tehdit etmemiş aynı zamanda içerisinde barındırdığı karbon, azot ve su döngülerinde de bozulmalara neden olmuştur (Lal, 2002; Eynard ve ark., 2004; Baker ve ark., 2007; Oral, 2010; Dias ve ark., 2019; Macit ve ark., 2021). Son dönemde arazi kullanım sınıflandırılması tanımı yaygınlaşmakta ve bu alanlar barındırdıkları habitat özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Buradaki temel amaç, alandan en fazla verimle, sürdürülebilir olarak ve tahriplere (erozyon vb.) neden olmadan fayda sağlamaktır. Ancak artan nüfus, gıda ve barınma gibi temel ihtiyaçlar, kullanım sınıfı gözetmeksizin alanlar üzerinde antropojen baskıları artırmaktadır. Alanlarda bilinçsiz ve yanlış uygulamalar birçok çevresel ve ekolojik sorunu da beraberinde getirmektedir. Özellikle 1950'li yıllardan sonra Türkiye'de Marshall yardımları ile artan makine ve traktör sayısı birim zamanda işlenen alanların sayısını artırmış, düz ve düze yakın mera ve orman alanlarında büyük tahribata neden olmuştur. Dolayısıyla ilk olarak özellikle Konya havzası gibi düz alanlardaki mera sahaları çok kısa zamanlarda tahrip edilmiş ve yerini tarım arazilerine bırakmıştır (Bilgin ve Özalp, 2016; Yıldız ve ark., 2022). 1965 yılından itibaren devlet destekli fındık alımlarının başlaması, 1984 yılında çıkarılan 3092 sayılı kanunla da çay tarımındaki devlet tekelinin kaldırılması bu iki tarım ürünü için endüstriyel gelişmeler sağlasa da düz ve düze yakın alanlardaki tahribin yanında orta ve yüksek eğimdeki orman ekosistemlerini beraberinde etkilemiştir. Yakın geçmişte bu kanunlara paralel olarak orman ekosistemlerinin bulunduğu alanlar da hızlı bir şekilde eğim gözetilmeksizin tarım alanlarına dönüştürülmeye başlanmıştır (Duguma ve ark., 2010; Güneş, 2012; Ay, 2019). Ancak unutulmamalıdır ki her alanda olduğu gibi tarım alanlarında da birinci öncelik sürdürülebilir olarak yönetilmeleridir. Uygun olmayan alanların tarıma açılması sonucunda ağır işleme maruz kalan toprak kısa zamanda agregat yapısındaki bozulmalardan dolayı yikanma ve erozyon gibi tahribatlarla karşı karşıya kalmaktadır (Kiflu ve Beyene, 2013; Macit ve ark., 2021).

Toprak, zamana bağlı olarak iklim ve canlı faktörlerinin etkisiyle anakayanın parçalanması sonucu şekillenen, yoğun tahriplerin etkisiyle de kısa zamanda bozulmalara uğrayabilen dinamik bir yapıdır (Oğuz, 2008; Odum ve Barrett, 2008). Bu yapı özellikle üzerinde barındırdığı bitki örtüsü ve bu bitki örtüsüne ait organik madde ile değişik fiziksel ve kimyasal özellikler gösterebilmektedir (Yıldız ve ark., 2007). Toprak yapısındaki ani farklılaşmalara uyum sağlayamayan canlı formlarının alandan uzaklaşması, bu alanlarda biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine neden olmaktadır. Sadece bu durum bile ekosistem hizmetlerinin bozulmasına ve dengelerin değişmesine neden olmaktadır (Sargıncı ve ark., 2021). Antropojen baskı mevcut ekosistemleri değiştirmekle kalmayıp, özellikle tarım alanlarına dönüştürülen bu gibi yerlerde verimi artırmak için kullanılan kimyasal gübreler durumu tümüyle çıkmaza sürükleyebilmektedir (Şahin, 2016). Çünkü alanlara uygulanan bu müdahaleler sadece yerinde kalmamakta, topografik yapı ve çeşitli tip ve şiddetlerdeki yağışlar gibi çevresel faktörlerle nispeten daha az tahribe uğramış alanlara da

nüfuz edebilmektedir. Toprağa giren su ise bu müdahalelerden dolayı içerik bakımından değişebilmekte ve dolayısıyla toprak suyuna karışan bu kimyasallar hidrolojik yapıyı da tehlikeye uğratmaktadır. Nitekim karasal ekosistemlerde başlayan tahribat sucül ekosistemlere kadar ulaşabilmektedir. İlk olarak yerel su toplanma havzaları ve yer altı suyu etkilenmekte, uzun zaman içerisinde ise akarsular ile denizlere ve okyanuslara kadar taşınan kimyasallar buradaki canlı topluluklarını tehdit etmektedir (Taban ve ark., 2000; Sönmez ve ark., 2007; Sönmez ve ark., 2008; Özyazıcı ve ark., 2013; Özkutlu ve ark., 2015; Eren, 2021). Dolayısıyla yöresel (lokal) tahribatlar, kısa vadede civar ekosistemleri, uzun vadede ise küresel ölçekte biyomları dahi etkileyebilecek büyük problemlere neden olabilmektedir.

Batı Karadeniz Bölgesi, verimli tarım alanları sayesinde Türkiye'de bulunan önemli fındık (*Corylus avellana*) üretim merkezleri arasındadır (DPT, 2001). Fındık dışındaki diğer yoğun tarımsal faaliyetler ve kavakçılık uygulamaları bölgedeki diğer önemli geçim faaliyetleridir. Geçmişten günümüze gerek fındık tarlaları gerekse diğer tarımsal amaçlı faaliyetler için bölgede yoğun orman açmacılığı gerçekleşmiştir (Sezgin ve Gültekin, 2022). Orman ekosistemlerine zarar veren bu durum sadece toprak üstü florayı etkilememekte, toprak altı ve üstü fauna ile toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini de etkilemektedir. Yukarıda bahsedilen süreçlerden yola çıkılarak bu çalışmada Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Düzce ili Akçakoca ilçesinde ki orman alanlarından tarımsal alanlara dönüşümün toprak yapısı üzerindeki fiziksel ve kimyasal etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma Alanı

Çalışma, Akçakoca ilçesindeki Dadalı köyünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Dadalı köyünün kuzey doğusunda genel hâkim bakışı kuzey ve düşük – orta eğim grubunda yer alan birbirine komşu halde bulunan 2 doğal ormanlık alan ile geçmişinde orman olup sonradan değişime uğramış 5 farklı alan olmak üzere toplamda 7 farklı arazi kullanım tipi belirlenmiştir (Şekil 1). Bu arazi tipleri arazın (*Fagus orientalis* L.)-gürgen (*Carpinus betulus* L.) (KnGn), meşelik (*Quercus petraea* subsp. *pinnatifida* (K.Koch) Menitsky) (Ms), fındıklık eski açma (FndkE), fındıklık yeni açma (FndkY), mera (M), tarım (Trm) ve endüstriyel plantasyon (EndP) olarak isimlendirilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. Çalışma alanının Türkiye ve Akçakoca İlçesi'ndeki konumu 1) KnGn, 2) Ms, 3) FndkE, 4) FndkY, 5) M, 6) Trm, 7) EndP.



**Çizelge 1.** Çalışma sahalarının koordinatları ve yükseltileri

Örnek Alan	Enlem	Boylam	Yükselti
KnGn	41° 04' 12"	31° 13' 09"	112m
Ms	41° 04' 15"	31° 13' 08"	111m
FndkE	41° 04' 16"	31° 13' 12"	126m
FndkY	41° 04' 23"	31° 12' 55"	35m
M	41° 04' 26"	31° 12' 51"	28m
Trm	41° 03' 56"	31° 12' 20"	32m
EndP	41° 03' 53"	31° 12' 13"	33m

Çalışma alanında bulunan ormanlarda Batı Karadeniz iklim tipinin sahil kesiminde yer alan doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.), gürgen (*Carpinus betulus* L.) (KnGn), ve yer yer meşe (*Quercus subp.*) türleri karışım yapmaktadır. Fındıklıklar kendi içlerinde geçmiş tarihli ve yakın tarihli arazi kullanım değişikliğine uğramış sahalar olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. 'Eski açma' olarak isimlendirilen fındıklık 1980, 'Yeni açma' olarak isimlendirilen fındıklık ise 2000'li yılların başında fındık tarımına açılmış ve orman vasfını yitirmiştir. Mera alanında hem köydeki hayvancılık faaliyetleri

yapılmakta hem de fındık üretimi sırasında fındık iç ve dış kabuklarının ayıklandığı patozlama işlemleri yapılmaktadır. Dolayısıyla alanlarda sadece mera otları değil üretim artığı olarak fındık cürufu ve kabukları da bulunmaktadır. Alanın alt kısmından geçen çay ve onu besleyen dereeler sayesinde alanda su ile ilgili problemler bulunmadığından eğimin düşük olduğu noktalarda tarım ve ağırlığı kavak olan endüstriyel ağaçlandırmalar yapılmaktadır.

Çalışma alanının iklim tipi Thornthwaite (1948)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntemin belirlenmesinde, yüksekliği 10 m olan 41°05' kuzey enlemi ile 31°08' doğu boylamları içerisinde bulunan Akçakoca Merkez Meteoroloji İstasyonunun 1994-2023 yılları arasında yapmış olduğu son 30 yıllık ölçümlerden yararlanılmıştır (Çizelge 2).

Thornthwaite metoduna göre çalışma sahasının iklimsel özellikleri incelendiğinde (Thornthwaite, 1948) (Çizelge 2); sahanın nemli (B3), mezotermal (B2'), yazın su açığı olmayan veya pek az olan (r), ve okyanusal koşullara yakın (b4') bir iklime sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Çalışma sahasının Thornthwaite metoduna göre belirlenmiş iklim verileri ve su bilançosu (1994-2023), PE: Potansiyel evapotranspirasyon

Meteorolojik Veriler	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	6,0	6,4	7,8	10,9	15,5	19,9	22,5	22,8	19,3	15,2	11,0	7,9	13,8
Sıcaklık İndisi	1,3	1,5	1,9	3,3	5,5	8,1	9,7	10,0	7,8	5,4	3,3	2,0	59,7
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	16,2	17,7	23,3	37,8	62,5	89,7	106,6	109,0	86,1	61,0	38,5	23,8	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	13,5	14,7	24,0	42,0	78,1	113,0	135,4	129,7	89,5	58,5	31,6	19,0	749,0
Yağış (mm)	130,1	90,4	95,8	60,6	52,7	88,9	65,5	78,6	110,3	141,4	111,0	146,9	1172,2
Depolanan suyun değişimi (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,5	-24,0	-50,5	0,0	20,8	79,2	0,0	0,0	
Depolanan su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	74,5	50,5	0,0	0,0	20,8	100,0	100,0	100,0	
Gerçek PE (mm)	13,5	14,7	24,0	42,0	78,1	113,0	116,0	78,6	89,5	58,5	31,6	19,0	678,5
Su açığı (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4	51,1	0,0	0,0	0,0	0,0	70,5
Su fazlası (mm)	116,7	75,7	71,8	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	79,4	127,9	493,7
Yüzeysel akış (mm)	100,5	88,1	80,0	49,3	24,6	12,3	6,2	3,1	1,5	1,8	40,6	84,3	492,2
Nemlilik oranı	8,7	5,1	3,0	0,4	-0,3	-0,2	-0,5	-0,4	0,2	1,4	2,5	6,7	

## 2.2 Örneklerin Toplanması ve Laboratuvar Analizleri

Çalışma alanında her bir arazi kullanımını temsil eden 7 farklı arazi kullanım tipinden rastgele olacak şekilde, 0-20 cm toprak derinliğinden, sahayı temsil edecek şekilde 10'ar adet olmak üzere 70 adet bozulmuş ve 70 adet bozulmamış toprak örneği AMS toprak örnekleyicileri kullanılarak alınmıştır. Bu örnekleme bozulmamış seti toprak hacim ağırlığının belirlenmesi için, ikinci set olan bozulmuş toprak örnekleri ise toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri için alınmıştır. Alınan tüm örnekler fiziksel ve kimyasal analizler için Düzce Üniversite Orman Fakültesi Ekosistem Laboratuvarına getirilmiştir.

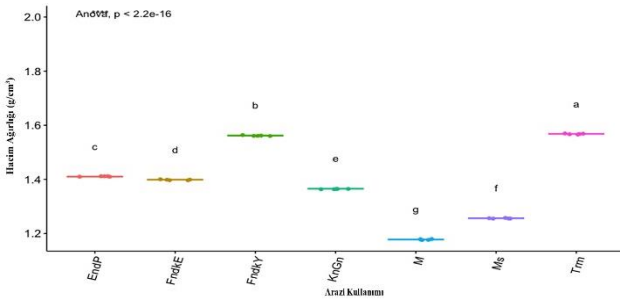
Bozulmamış toprak örnekleri kese kâğıtları içerisinde kurutma fırınında 105 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak toprağın hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri kurutma tepsilerine serilerek yaklaşık iki hafta boyunca oda sıcaklığında kurumaya alınmış ve ardından porselen havanlarda dövülerek keseklerinden ayrılmıştır. İskelet ve toprak kısımlarının ayrılması için 2mm'lik çelik elekler kullanılmıştır. Her bir kısım ayrı ayrı tartılarak kaydedilmiştir. Bu değerler daha sonra toprak iskelet miktarının belirlenebilmesi için % oran olarak hesaplanmıştır. Tanecik bileşimi (tekstür) analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre yapılmıştır (Day, 1965; Sparks ve ark., 1996). Toprakların

türü, Amerikan Toprak Tekstür Üçgeni (USDA, 1987) ile belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu (pH) hava kurusu toprak örnekleri ile saf su süspansiyonunun pH metrede okunması ile belirlenmiştir (Schofield ve Taylor, 1955, Conyers ve Davey, 1988, Thomas, 1996). Toprağın elektrik iletkenliği (EC) ise hava kurusu toprak örnekleri ile saf su süspansiyonunun EC metrede okunması ile belirlenmiştir (Rhoades, 1996). Toprağın kation değişim kapasitesi (KDK) sodyum asetat yöntemiyle bulunmuştur (Berg ve Gardner, 1978; Sumner ve Miller, 1996). Toprağın Organik Madde (OM) içeriği ateşte kayıp yöntemine göre fırın kurusu toprak örneğinin 550°C'de 4 saat yakılması sonucunda başlangıçtaki ağırlık ile yakma sonrası ağırlık arasındaki kütle farkının hesaplanması ile belirlenmiştir (Margesin ve Schinner, 2005). Toprakların toplam karbon miktarları (TC) CN analiz cihazında Dumas kuru yakma metoduna göre belirlenmiştir (Sikora, 1997). Elde edilen toplam karbon değerlerinden inorganik formda olan CaCO<sub>3</sub>'daki inorganik karbon (IOC) miktarı düşülerek organik karbon miktarı (OC) hesaplanmıştır. Toplam kireç (CaCO<sub>3</sub>) miktarı Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Gülçur, 1974). Toprağın inorganik karbon (IOC) miktarı toplam kireç içerisindeki C miktarının hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Azot içeriği ise kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Her analiz 5 tekrürde gerçekleştirilmiştir. (Bremner, 1996).

Arazi kullanımlarının toprağın ölçülen özelliklerine yaptığı etkiye tek-yönlü varyans analizi (ANOVA) ile bakılmıştır. İstatistiki olarak önemli farklılıklar bulunan değişkenler için ortalamaları ayırma işlemi olarak Tukey'in HSD testi ( $\alpha = 0.05$ ) uygulanmıştır. Elde edilen veriler arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için korelasyon analizi yapılmış ayrıca Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis (PCA)) analizi ile de hem ölçüm değerleri hem de alansal bazda ilişkiler belirlenmiştir. Bütün istatistiki analizler için R v4.3.2, programından yararlanılmıştır. Sonuçların  $P < 0,05$  güven düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir.

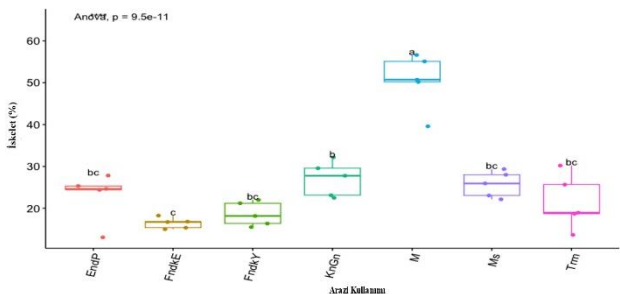
### 3. Bulgular

Çalışma kapsamında incelenen arazi tiplerine (kayın-gürgen (KnGn), meşelik (Ms), fındıklık eski açma (FndkE), fındıklık yeni açma (FndkY), mera (M), tarım (Trm) ve endüstriyel plantasyon (EndP)) ait bulgulara aşağıda yer verilmiştir. Farklı arazi kullanım tiplerinde toprak hacim ağırlıklarının istatistiki olarak farklı çıktığı belirlenmiştir. Buna göre en fazla hacim ağırlığının görüldüğü Trm alanı ile en az hacim ağırlığının görüldüğü M alanı arasında yaklaşık 1,5 katlık bir fark olduğu hesaplanmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların hacim ağırlıkları (g/cm<sup>3</sup>). Not: Hata çubukları standart hatayı gösterirken çubuklar üzerindeki ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

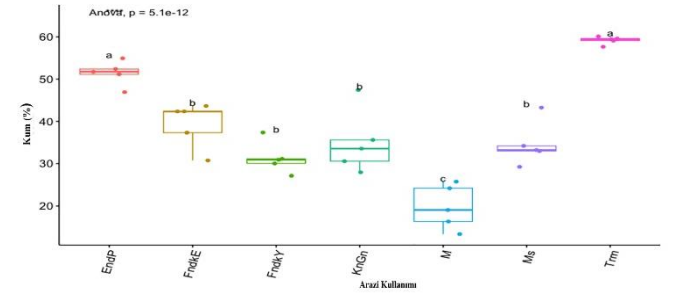
Aynı şekilde taşlılık oranını belirten toprak iskelet miktarları da istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkmıştır. En fazla taşlılık görülen M arazi kullanımındaki alan ile KnGn arazi kullanımındaki alan arasında 2, en az taşlılık görülen FndkE arazi kullanımındaki alan arasında ise yaklaşık 3 katlık bir fark bulunmaktadır (Şekil 3).



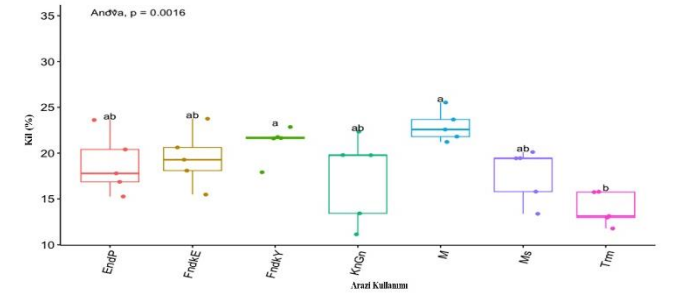
**Şekil 3.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların iskelet oranları (%)

Toprağın tanecik bileşimleri farklı arazi kullanım tipleri arasında incelendiğinde, arazi kullanımları arasında oransal

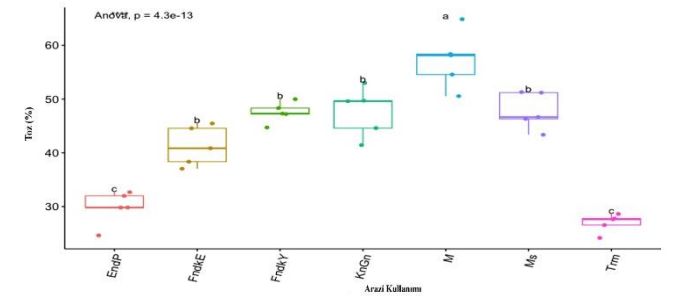
olarak en fazla kum Trm, en fazla kil ve toz ise M kullanımında belirlenmiştir. (Şekil 4-5-6).



**Şekil 4.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların kum oranları (%)

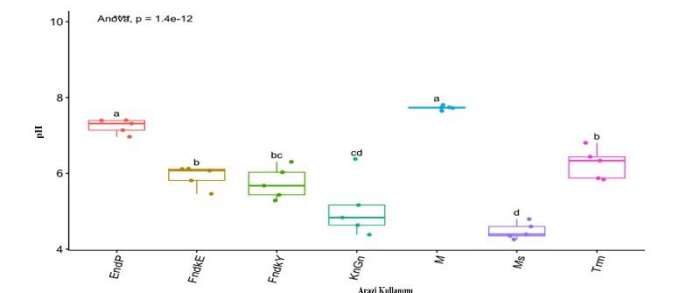


**Şekil 5.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların yüzde kil oranları (%)

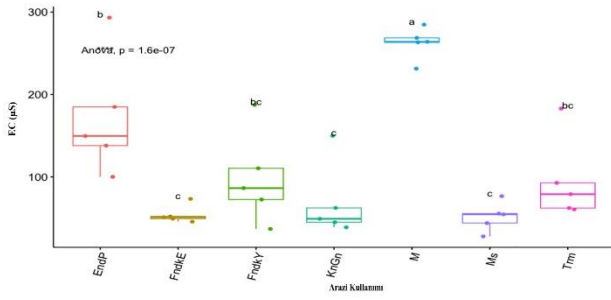


**Şekil 6.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların yüzde toz oranları (%)

Farklı arazi kullanım tiplerinin toprak reaksiyonları incelendiğinde en asidik yapının Ms arazi kullanımında olduğu, EndP ve M alanlarında toprak reaksiyonunun nötre yakın alkalin özellik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 7). Elektriksel iletkenlik (EC) analizi sonuçlarına göre ise en yüksek değer M sahasında, en düşük değer KnGn, Ms ve FndkE sahaslarından tespit edilmiş olup, sahasların hiçbirinde tuzluluk problemi ile karşılaşmamıştır (Şekil 8).

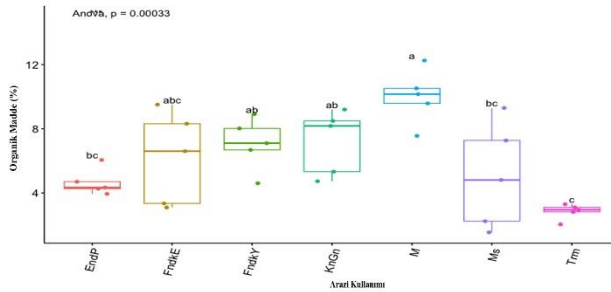


**Şekil 7.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların pH değerleri

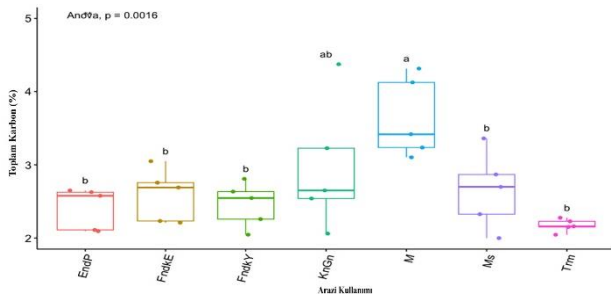


**Şekil 8.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların EC değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Alanlara ait toprak organik madde ve toplam karbon oranları incelendiğinde her iki değişken için de en yüksek oranım M arazi kullanım tipinde olduğu, EndP, Ms ve Trm alanlarındaki oranların M alanına göre yaklaşık %50 daha az olduğu, diğer alanlarda istatistiki anlamda bir fark oluşmadığı ve oranların birbirine yakın olduğu belirlenmiştir (Şekil 9-10).

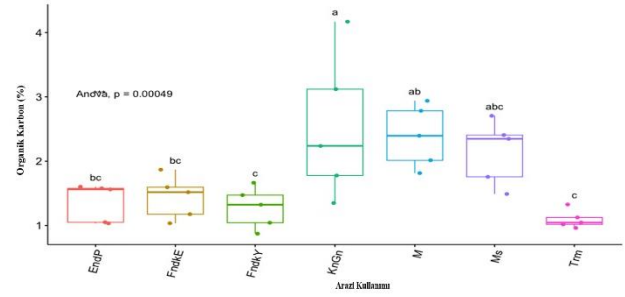


**Şekil 9.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların yüzde organik madde oranları (%)

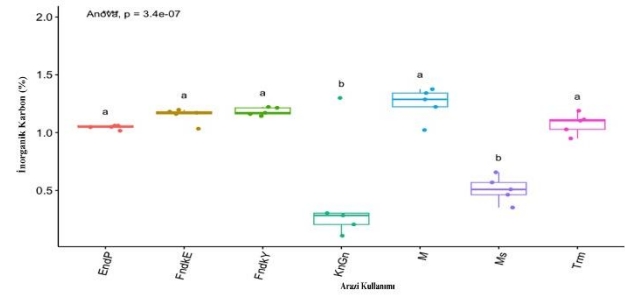


**Şekil 10.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların yüzde toplam karbon değerleri (%)

Farklı arazi kullanım tiplerine ait toprak IOC oranları karşılaştırıldığında KnGn ve Ms arazi kullanım tipleri ile diğerleri arasında 2 katı aşan istatistiki olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Toprak OC oranları değerlendirildiğinde ise KnGn, M, Ms alanlarındaki değerlerin diğer kullanımlardan yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 11-12).

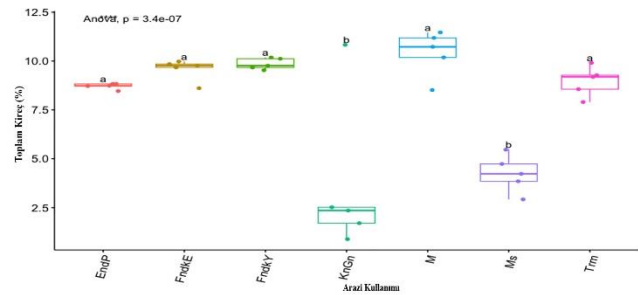


**Şekil 11.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların organik karbon oranları (%)

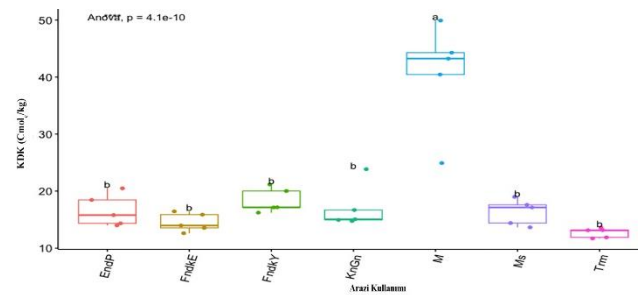


**Şekil 12.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların inorganik karbon oranları (%)

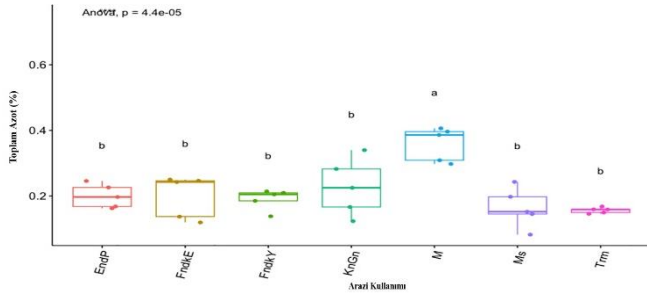
Toplam kireç ( $\% \text{CaCO}_3$ ) oranına bakıldığında KnGn ve Ms alanları ile diğerleri arasında 2 katı aşan istatistiki olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 13). KDK ise M alanlarında diğer tüm alanlardan 2 kattan daha fazla bulunmuştur (Şekil 14). Azot (N) oranının ise M alanında diğer tüm alanlardan yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır (Şekil 15).



**Şekil 13.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların toplam kireç ( $\% \text{CaCO}_3$ ) miktarı (%)

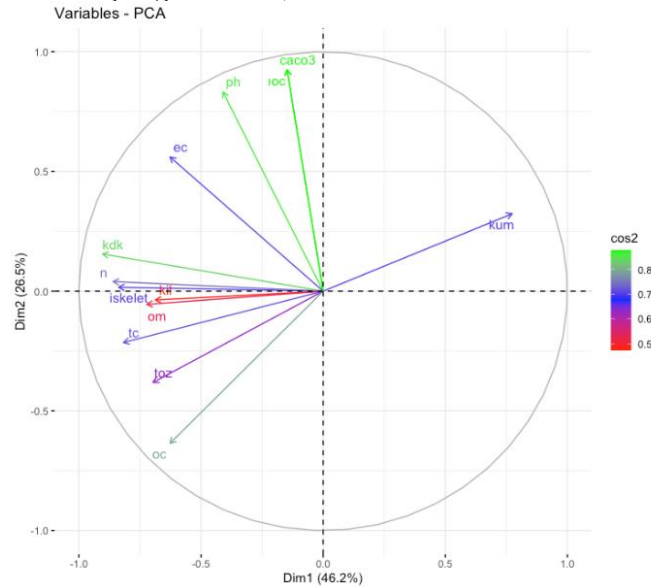


**Şekil 14.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların KDK miktarı ( $\text{C}_{\text{mol}}/\text{kg}$ )

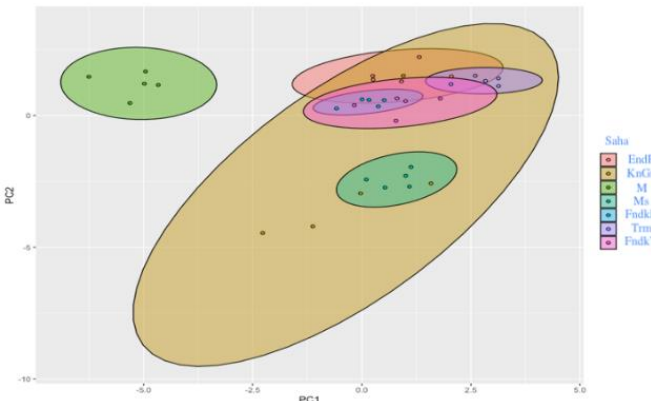


**Şekil 15.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprakların toplam azot miktarı (%)

Arazi kullanımlarındaki değişimden en fazla M alanının etkilendiği ve alanın geçmişte doğal yapısı bozulmuş olarak genellikle sahanın üst yamacını oluşturan FndkE ve FndkY alanlarına yapılan kimyasal müdahalenin etkilerine maruz kaldığı belirlenmiştir. Alanlar içerisinde en fazla etkileşimin negatif korelasyon ile  $\text{CaCO}_3$ , IOC, pH ve KDK ile OC arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 16-17).



**Şekil 16.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprak özelliklerinin ilişkilerine ait PCA analizi sonuçları (cos2=pozitif veya negatif yönlü korelasyon ilişkilerini dim1 ve dim2 = ilişkilerin en anlamlı olduğu boyutları ifade etmektedir)



**Şekil 17.** Farklı arazi kullanımlarındaki toprak özelliklerinin alan bazlı ilişkilerine ait PCA analizi

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Toprak hacim ağırlığı, birim hacimdeki toprak miktarını belirler. Toprak işlenmediği için doğal orman ve mera alanlarında horizonlaşma yapıları ve diğer toprak özellikleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi mümkündür. Ancak bu yapılar, endüstriyel plantasyon ve tarım alanlarında toprak işleme ile sürekli müdahalelere maruz kaldıkları için horizon yapıları değişmektedir. Toprağın havalandırılması ve geçirimsiz tabakaların parçalanması için yapılan bu müdahaleler, toprak yüzeyindeki trafiğin yoğunluğunu artırarak toprak struktürünü bozar ve sıkışmasına neden olur (Şahin ve Aybek, 2020). Sıkışan toprak yapısı nedeniyle, yüzeye düşen yağmur taneleri yeterli derecede infiltre olamadığından, bu durum yüzeysel akışlara neden olabilir ve bu da toprak yüzey erozyonuna ve verimli toprak yapısının kaybına neden olabilmektedir (Sargıncı ve ark., 2021; Uzun ve ark., 2021). Bu çalışmada, orman olarak kullanılan alanlar dışındaki diğer Trm ve EndP sahalarında bu durumla karşılaşılmıştır. İşlenen toprak üzerindeki trafiğin artmasının, topraklarda hacim ağırlığının artmasıyla sonuçlandığı düşünülmektedir. Yapılan benzer bir çalışmada, tarım alanlarındaki (özellikle alt toprakların) orman ve mera alanlarındakinden daha fazla hacim ağırlığına sahip olduğu bulunmuştur (Reis, 2021; Tokel, 2021). Bu nedenle, orta ve yüksek eğim gruplarında arazi kullanımını değiştirirken bu koşullar göz önünde bulundurulmalı ve uygun olmayan alanların dönüştürülmesinin önüne geçilip, arazinin sürdürülebilir kullanımı için yetiştirme ortamının özelliklerine uygun, toprak yüzeyindeki trafiğin, dolayısıyla sıkışmanın az ve yüzey geçirimsizliğinin artırılmış ve erozyon riskini düşürecek arazi çalışmaları yapılmalıdır.

Çalışma alanları arasında, kullanım tipine bağlı olarak toprak iskelet miktarının değiştiği gözlemlenmiştir. Zaman içinde açma faaliyetlerinin alt ve orta yamaç gruplarında meydana gelmesi ile alanın doğal yapısı olan KnGn ve Ms alanları üst yamaçta sıkışmıştır. Ayrıca, zaman içinde orta yamaçlarda yapılan zemin temizleme faaliyetleri nedeniyle ot ve çalı formlarının arasında kalan çakıl ( $\phi = 20-2 \text{ mm}$ ) gruplarının, eğimin akar yönünün etkisiyle alt yamaçta kalan M alanına taşındığı ve bu nedenle M alanının iskelet oranlarının diğer arazi kullanım tiplerine göre yüksek olduğu düşünülmektedir. Orta yamaç grubundaki FndkE ve FndkY alanlarında iskelet oranlarının komşu alanlardan daha düşük olması bu görüşü desteklemektedir.

Yapılan çalışmalarda arazi kullanım alanlarındaki kum miktarı arttıkça, toprak tipi kaba bünyeli sınıfa doğru ilerlemektedir. Kaba bünyeli toprakların infiltrasyon hızı diğer sınıflara göre daha yüksektir, bu da toprak gözeneklerinde su tutulmasını zorlaştırabilir. Kaba bünyeli sınıf topraklarında düşük miktarda kil olması besin elementi tutum miktarında azalmaya neden olabilir (Çimen, 2019; Sargıncı ve ark., 2021). Çalışmada, arazi üzerindeki yoğun trafiğin artması benzer sonuçlar gösterse de sadece arazi değişimi veya yüzey trafiğinin artması toprak tekstürünü değiştirir demek mümkün değildir. Bununla birlikte, bu denli değişimler, saha verimini önemli ölçüde azaltabilir.

Doğal arazi yapısındaki KnGn ve Ms alanlarında toprak asidik bir reaksiyon gösterirken, arazi değişimine uğramış diğer bölgelerde toprak alkali bir reaksiyon göstermektedir. Toprak yüzeyindeki organik materyalin azalması, ayrışma sonucu meydana gelen organik asit miktarını azaltır (Dündar, 1987). Bu

nedenle, FndkE, FndkY, EndP ve Trm alanlarında arazi değişimi nedeniyle toprak yüzeyindeki organik yapı bozulmuş olabilir. Ayrıca, buradaki durum sadece bununla sınırlı değildir; tarım kireci, toprakta kalsiyum seviyelerini artırarak toprak alkaliliğini artırabilir (Namlı, 2012). Mera alanlarındaki çalışmalarda, toprak reaksiyonu tipik olarak hafif asidik veya nötre yakındır (Türkmen ve ark., 2013; Seydoşoğlu, 2018; Şimşek ve Aydın, 2018; Palta ve ark., 2023). Yüksek oranda kireç ve çeşitli gübrelerin kullanıldığı bilinen eğimin akar yönündeki FndkE ve FndkY sahalarının alt yamacını oluşturan M sahasında, bu durum tüm kullanımlarda en alkalın olanıdır. Toprağın kimyasal özelliklerinin önemli bir göstergesi olan EC değerleri incelendiğinde, saha üzerinde önemli ölçüde tuzluluk olduğunu söylemek mümkün değildir. Ancak kullanılan yüksek oranda kireç ve çeşitli tip gübrelerin dolgu maddesinde bulunan kalsiyum, magnezyum ve diğer bileşenler nedeniyle alandaki EC değerleri önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Anonim, 2004; Anonim, 2022). Bununla birlikte daha yüksek bir pH ve kireç oranları göz önüne alındığında arazi değişikliği ve beraberinde gelen baskılardan kaynaklanan yoğun gübre kullanımının sahalardaki kimyasal yapının birden çok parametrede bozulmalara sebep olacağını düşündürmektedir.

Tolunay ve Çömez'e (2008) göre, karasal ekosistemlerde bulunan karbonun çoğu toprakta bulunur. Ayrıca, karasal ekosistemlerde karbon içeren biyokütle ve toprak havuzlarının en önemli kısmı orman alanlarında bulunmaktadır (Dixon ve ark., 1994; Odum ve Barret, 2008; IPCC, 2013; Sargıncı, 2014). Sariyıldız ve ark. (2005) tarafından yürütülen bir ayırışma çalışmasında, çeşitli ağaç türlerinin (Saplı Meşe (*Quercus robur* subsp. *pedunculiflora* (K.Koch) Menitsky), Doğu Karadeniz Göknaarı (*Abies nordmanniana* Link.), Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.)) hâkim olduğu orman dokusundaki ayırışma hızlarının bakı ve yamaç konumuna bağlı olarak değiştiğini ve saplı meşe ölü örtüsünün denemede incelenen diğer türlere göre daha hızlı ayırıştığını göstermiştir. Bu durum, yapılan çalışmada da görülmüştür. KnGn sahasının Ms sahasından yaklaşık 1,7 kat daha fazla organik madde içermesine rağmen içerdikleri organik karbon miktarı arasında yaklaşık 1,1 katlık farkın olması bu alanlardaki ayırışma sonucunda toprağa sızan organik karbon miktarının daha hızlı olduğunu desteklemektedir. Toprakta depolanan karbon, oluşturduğu değişken yapı sayesinde atmosferdeki karbon için depo konumundan kaynak konumuna da geçebilmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında, iklim yapısına bağlı faktörlerin yanı sıra insanların ekosistemlere uyguladığı baskılar ve farklı uygulama yöntemlerinin (aralama, bakım, sürme, gübreleme vb.) etkisi de vardır (Tolunay ve Çömez, 2008). Buradan hareketle, işlemeye ve dolayısıyla arazi üzerindeki trafiğin artmasına maruz kalan toprağın karbon tutum mekanizması olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durum karbon deposu olarak bildiğimiz toprak yapısının bozulmasına veya depo konumundan tamamen kaynak durumuna geçmesine neden olabilmektedir (Tolunay ve Çömez, 2008). Bu çalışmada benzer durum ile karşılaşmıştır. Antropojenik etkilerin sonucunda organik madde döngülerinin bozulması, orman ve mera gibi doğal ekosistemlerin bozulduğu yerlerde topraktaki organik karbon yapılarında önemli ölçüde azalmaya yol açmıştır. Ayrıca FndkE, FndkY, EndP ve Trm sahalardaki yoğun toprak işleme, bitki kalıntılarının ve organik maddenin mineralize olmasını hızlandırmıştır. Toprak yüzeyindeki organik madde yapısındaki değişiklikler, topraktaki karbon miktarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Zhao ve ark. (2004) tarafından

yürütülen bir araştırma, doğal bir mera alanının arazi kullanımındaki değişiklik ile tarıma açılması sonucunda toprak yapısında bozulmalar meydana gelebileceğini göstermiştir. Bu, toprak tekstürünün kaba sınıfa geçmesine ve içeriğindeki organik karbon miktarının azalmasına neden olur. Yapılan başka bir çalışmada ise mera alanlarında toplam karbon miktarının %3.74 olmasına karşın tarım alanlarında bunun %1.66'ya düştüğü belirlenmiştir (Whitbread ve ark., 1996). İnorganik karbon, toprakta depolanan diğer karbon türüdür. Üst yamaçlardaki FndkE ve FndkY sahalarında uygulanan kireç, yağmur suları tarafından süzülme ve alt yamaçtaki M, EndP ve Trm sahalarda biriktirmektedir. Her iki sahada da uygulama yapıldığı bilgisinden yola çıkılırsa alt yamaçtaki sahalarda her iki sahanın etkisinde olduğu söylenebilir. Uygulanan kireç, topraktaki inorganik karbon artışının tek nedeni olduğunu gösteremeyebilir. Fındık ve tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan amonyum nitrat, kalsiyum amonyum nitrat, N-P-K (azot-fosfor-potasyum) ve öğütülmüş kireç taşı, kalsiyum sülfat, öğütülmüş dolomit, magnezyum sülfat ve kiserit gibi dolgu maddelerini yüksek oranda içerir (Anonim, 2004; Anonim, 2022). Bu nedenle, içerdikleri yüksek oranlardaki bu tuzlu veya kireçli yapılar, inorganik karbonun artmasına ve toprağın inorganik dengesinin bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Kasyon değişim kapasitesi toprak verimliliği göstergelerinden birisidir. Toprak üzerindeki baskının artması sonucunda yüzeyden organik madde uzaklaşmaktadır. Ortamda organik madde olsa da toprak sıkışmış durumda ise ayırışmış materyal toprak yapısına katılamamakta dolayısı ile KDK seviyesinde düşüşlere neden olmaktadır. Tunçay ve ark. (2021) yaptığı bir çalışmada mera alanlarının tarım alanlarına göre yaklaşık iki kat, orman alanlarına göre ise 1,5 kat daha fazla kasyon değişim kapasitesine sahip olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Sargıncı ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, kullanım farklılıklarının olduğu sahalarda toprak yüzeyindeki trafiğin arttığını ve yüzey organik maddesinin azaldığı alanlarda kasyon değişim kapasitesinin düştüğü görülmüştür. Sunulan çalışmanın bulguları da benzerdir.

Bitki formlarındaki değişimler toprak azotunu da büyük ölçüde etkilemektedir. Kayın sahalardaki toprak azotunun, meşe sahalardan istatistiksel olarak daha fazla olduğu savunulmuştur (Knaz, 2017). Toprak azotu, sadece örtücü tabakadan değil, aynı zamanda arazinin kullanımından da önemli ölçüde etkilenir. Küçük (2013) yaptığı bir çalışmada mera alanlarındaki üst toprakta bulunan azot miktarının meşe meşcerelerindeki azot miktarından yaklaşık iki kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Saviozzi ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada ise uzun süreli tahıl üretim sahalarda bulunan azot miktarının, otlak ve kavaklığa göre sırasıyla %15 ve %26 daha az olduğunu ortaya koymuşlardır. Koçyiğit (2006) yaptığı bir çalışmada mera sahalarda tarım sahalara oranla iki kat daha fazla C ve N içerdiğini saptamıştır. Arazi kullanım değişikliklerinin bulunduğu çalışma sahasında ise alanlar arasında istatistiksel farkın bulunmaması yapılan azotlu gübreleme ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Sahalar arasında fark olması gereken yerlerde, yapılan fazlaca azotlu gübreleme sonucunda sahalarda fark çıkmamıştır. Aslında bu durum meydana gelecek problemlerin göstergesidir. Gübreler arasında kimyasal kirliliği en fazla olan ve meydana getirdiği zincirleme zarar mekanizması en geniş olan gübre grubu nitratlı gübrelerdir (Korkmaz, 2007; Sönmez ve ark., 2007; Sönmez ve ark., 2008). Tarımda artan azotlu gübre kullanımını beraberinde

su ve hava kirliliği gibi problemleri de beraberinde getirmiştir (Logan ve ark., 1980; Kaplan ve ark., 1999; Taşkaya, 2004; Korkmaz, 2007; Sönmez ve ark., 2008). Kullanım miktarları belirlenmeden sahalara gelişi güzel atılan nitrat gübrelerinin bitkiler tarafından alınabilirliğinin, tüm koşullar uygun olduğunda bile maksimum %50 olduğu bildirilmiştir (Korkmaz, 2007; Sönmez ve ark., 2008). Gübre kullanımında meydana gelen aşırı artış, bitkilerde nitrat birikimine neden olmaktadır. Ayrıca bu durum insanların ve özellikle de çocukların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. (Kübler ve ark., 1985; Benes ve ark., 1989; Taşkaya, 2004; Korkmaz, 2007; Sönmez ve ark., 2008; Turp ve Sucu, 2016). Azotlu gübrelerin çoğunun bünyesinde potasyum da bulunmaktadır. Gereğinden fazla alınan potasyum bitki dokularında Na ile rekabete girebilir (Tester ve Davenport, 2003; Kaya ve Tuna, 2005; Korkmaz, 2007; Sönmez ve ark., 2008; Çulha ve Çakırlar, 2011). Bu elementler aktif katyonlar olduğu için bağ yaptıkları negatif yüklü klor üzerinde de rekabet oluşumunu tetikleyebilir. Bu durum sadece potasyum için değil, ayrıca o sahaya gereğinden fazla kireç atılmasından dolayı gelen Ca'da göz önüne alındığında bünyede Cl ile CaCl ve KCl tuzlarının birikimi olabileceği ve bitki için bu durumun toksik etkiye sahip olabileceği belirtilmiştir (Torun ve Ayaz, 2019). Bitki, suni yolla oluşan bu durum karşısında strese girip, biriken tuzu indirgemek için bünyesine fazlaca su emilimi gerçekleştirebilir. Eğer bulunduğu alanda su miktarı yeterli değilse daha fazla çekebilme için bünyelerindeki şekeri artırmaya yönelebilir ve bu da bitki için ikincil stresi meydana getirecektir. Bünyesinde fazla şeker bulundurması da bitkiyi böcek zararına açık hale getirecektir. Diğer yandan, eğer bulunduğu ortamda su yeterli ise bitkinin öz suyundaki konsantrasyonda düşüşler meydana gelecektir. Yapılan çalışmalarda bitki bünyesindeki öz suyunun, konakçı böcekteki öz suyundan 2-5 kat daha yoğun olduğu ve böcek için bu durumun diyetinde ve fizyolojisinde değişimlere neden olduğuna değinilmiştir. Böcek bünyesindeki öz suyuna yakın konsantrasyona düşen bitki öz suyu, floemden beslenebilen böcekler için cazip olacaktır. Bu da bu alanlarda gübreleme sonucundaki böceklenmenin önünü açmaktadır (Douglas, 2006). Bu sebeple gereğinden fazla ve yanlış kullanılan gübreleme işlemlerinin sonucunda böcek zararlarının tetiklendiği öngörülmektedir.

Yapılan çalışmada da görüldüğü üzere kontrolsüzce arazi kullanımında yapılan değişiklikler beraberinde birçok problemi getirebilmektedir. Alanlar ekolojik dengelerini kaybederken buna eklenen kontrolsüz ve aşırı müdahaleler geri dönülmez yıkımları beraberinde getirmektedir. Bu tip küçük habitatlardaki değişimler genellikle göz ardı edilse de benzer alanların sayılarının gittikçe fazlalaşması, ekosistemlerin bütüncül yıkımlarına öncülük edilebilmektedir. Yaptığımız çalışma gibi tanımlayıcı araştırmaların artırılarak daha fazla örnek alanlarda yürütülmesi ve alınabilecek önlemlerin karar mercilerine bildirilerek kontrolün sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmadaki alanın aynı zamanda bir su havzası olması da göz önüne alındığında farklı branşlardaki uzmanlar ile ayrıntılı çalışmaların ortaya konması ve sadece karasal ekosistemlerde değil bunun sucul ekosistemler üzerindeki etkilerinin de araştırılması komşu ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimleri açısından büyük önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2004. Tarımda kullanılan kimyevi gübrelere dair yönetmelik, Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 10.01.2023).
- Anonim, 2022. Kimyasal Gübre Üretimi. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/19\\_k-myasal-gubre-uret-m--20200103075114.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/19_k-myasal-gubre-uret-m--20200103075114.pdf) (Erişim Tarihi: 15.02.2023)
- Ay, K., 2019. Fındık tarımındaki dönüşüm ve toplumsal yansımaları: Giresun ili Duroğlu Beldesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyoloji Ana Bilim Dalı, s. 117, İstanbul.
- Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C.T., Reicosky, D.C., Ribeiro, F., Justice, S.E., Hobbs, P.R., 2007. No-tillage seeding in conservation agriculture, C. J. Baker ve K. E. Saxton ed. New York, NY, USA, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Cabi Pub, 341 pp.
- Benes, V., Pěkný, V., Skorepa, J., Vrba, J., 1989. Impact of diffuse nitrate pollution sources on groundwater quality--some examples from Czechoslovakia. *Environmental Health Perspectives*, 83, 5-24.
- Berg, M.G., Gardner, E.H., 1978. Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University, Corvallis, USA: Agricultural Experiment Station, Oregon State University.
- Bilgin, F., Özalp, M., 2016. Yükselti değişimlerinin orman üstü meraların vejetasyon yapısı ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin irdelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 135-147.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. 1982. "Nitrogen-total. in: methods of soil analysis. part 2 chemical and microbiological properties (Ed. A.L. Page)", SSSA Book series No: 9, Madison, pp. 595-622.
- Conyers, M.K., Davey, B.G., 1988. Observations on some routine methods for soil pH determination. *Soil Science*, 145(1), 29-36.
- Çimen, H., 2019. Farklı arazi kullanımı ve toprak tiplerinin infiltrasyon üzerindeki etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, s. 52, Şanlıurfa.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 11-34.
- Day, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size-analysis in *Methods of Soil Analysis, Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*, Madison, USA: American Society of Agronomy, No. 9, pp. 545-567.
- Dias, F.P.M., Hubner, R., Nunes, F.D., Leandro, W.M., Xavier, F.A.D., 2019. Effects of land-use change on chemical attributes of a Ferralsol in Brazilian Cerrado. *Catena*, 177, 180-188.
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C., Wisniewski, J., 1994. Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems. *Science*, 263(5144), 185-190.
- Douglas, A.E., 2006. Phloem-sap feeding by animals: problems and solutions. *Journal of Experimental Botany*, 57(4), 747-754.



- DPT, 2021. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Gıda Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Fındık İşleme Sanayi Alt Komisyon Raporu. DPT:2634, ÖİK: 642, Ankara.
- Duguma, L.A., Hager, H., Sieghardt, M., 2010. Effects of land use types on soil chemical properties in small holder farmers of Central Highland Ethiopia. *Ekológia (Bratislava)* 29(1), 1-14.
- Dündar, M., 1987. Toprak organik maddesi ve ekolojik yönden önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 37(1), 99-108.
- Eren, Z., 2021. Zararlı alg patlaması ve Marmara denizindeki mülisaj problemi ilişkisi. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies*, 3(2), 203-213.
- Eynard, A., Shumacher, T.E., Lindstrom, M.J., Malo, D.D., 2004. Aggregate sizes and stability in cultivated South Dakota prairie ustolls and usterts. *Soil Science Society of America Journal* 68(4), 1360-1365.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. Kutulmuş Matbaası, İ.Ü. Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Güneş, S., 2012. Türk Çay Kültürü ve Ürünleri. *Milli Folklor*, 24(94), 234-251.
- IPCC, 2013. The Physical Science Basis: Summary for Policymakers –Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA (2013) 1535 pp.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 1-9.
- Kaya, C., Tuna, A.L., 2005. Tarımda potasyumun yeri ve önemi. Ege Üniversitesi'nin 50. Kuruluş Yılı Etkinlikleri Çalıştayı, 3-4 Ekim, Eskişehir, 164-173.
- Kiflu, A., Beyene, S., 2013. Effects of different land use systems on selected soil properties in South Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environment Management*, 4(5), 100-107.
- Knaz, E.R., 2017. Aynı yetiştirme ortamı altında, farklı ağaç türlerinin bazı toprak özellikleri ile toprak organik karbon ve toplam azot miktarları ve depolama kapasiteleri üzerindeki etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, s. 84, Kastamonu.
- Koçyiğit, R., 2006. Carbon dynamics in tallgrass prairie and wheat ecosystems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(3),141-153.
- Korkmaz, K., 2007. Tarım girdi sisteminde azot ve azot kirliliği. Erişim Adresi: [http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim\\_girdi.html](http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim_girdi.html)
- Kübler, W., Hüppe, H., Jonnel, H., 1985. Bewertung des Nitrat problems für die menschliche Ernährung. *Landwirtsch. Fortsch*, 37, 58-66.
- Küçük, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, s. 193, Trabzon.
- Lal, R., 2002. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental Pollution* 116(3), 353-362.
- Logan, T.J., Randall, G.W., Timmons, D.R., 1980. Nutrient content of tile drainage from cropland in the North Central Region. North Central Regional Research Publication 268, September, 1980. Research bulletin 1119. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, OH.
- Macit, H.B., İrfan, O., Koçyiğit, R., 2021. Arazi kullanım türü değişikliklerinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin araştırılması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 141-147.
- Margesin, R., Schinner, F., 2005. Manual for soil analysis monitoring and assessing soil bioremediation. *Soil Biology*, Vol 5., Berlin, 359 pp.
- Namlı, A., 2012. Ankara üniversitesi Açık ders notları Toprağın Kimyasal Özellikleri pH, Tuzluluk, Kolloidler Bitki besin elementleri, Erişim Adresi: <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=9754> Erişim Tarihi: 20.10.2022
- Palta, Ş., Yaman, İ., Baş, E., 2023. Yükseltiye göre meraların bazı toprak ve vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 153-169.
- Reis, M., Abız, B., Ataş, S., Tat, S., 2021. Farklı arazi kullanım şekillerinin bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Turkish journal of forest science*, 5(2), 382-400.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids, in *Methods of Soil Analysis, Part 3—Chemical Methods*, Sparks, D. L. Ed., Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, 5, 417–435 pp.
- Odum, E.P., Barrett, G.W., 2008. Ekolojinin Temel İlkeleri, Işık K., Ed., 5. baskı, Türkiye: Palme Yayıncılık, Ankara, 598 pp.
- Oğuz, H., 2008. Toprak bilgisi ders notu. Gümüşhane Üniversitesi, 1, s. 53.
- Oral, H.V., 2010. Impacts of land use change on soil respiration and elemental carbon in the forests of Karasu District. Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimi Enstitüsü, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, s. 220, İstanbul.
- Özkutlu, F., Akkaya, Ö., Özlem, E.T.E., Şahin, Ö., Korkmaz, K., 2015. Rize ilindeki bazı çay bahçelerinin toprak ve yaprak analizi ile besin element düzeylerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(2), 94-103.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., 2013. Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal dağılımları. *Toprak Su Dergisi*, 2(1), 23-29.
- Sargıncı, M., 2014. Batı Karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 178, Düzce.
- Sargıncı, M., Yeşil, Z.B., Dönmez, A.H., Yıldız, O., 2021. İstanbul kent ormanında arazi kullanım yoğunluğuna bağlı toprak özelliklerinin değişimi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 899-914.
- Sariyıldız, T., Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., 2005. Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(6), 429-438.
- Saviozzi, A., Minzi, R.L., Cardelli, R., Riffaldi, R., 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated forest and native grassland soils. *Plant and soil*, 233(2), 251- 259.
- Schofield, R.K., Taylor, A.W., 1955. The measurement of soil pH, *Soil Science Society of America Journal*. 19(2), 164–167.
- Seydoşoğlu, S., 2018. Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 368-373.
- Sezgin, A. R., Gültekin, Y.S., (2022). Orman Suçlarının Mekânsal ve Sosyoekonomik Analizi: Yığılca İlçesi Örneği.

- Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(3), 1287-1301.
- Sikora, L.J., Stott, D.E., 1997. Soil organic carbon and nitrogen. Methods for assessing soil quality, 49, 157-167.
- Sönmez, I., Kaplan, M., Sönmez, S., 2007. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya-Demre Region. Asian Journal of Chemistry, 19(7), 5639- 5646.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. Derim, 25(2), 24-34.
- Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loepert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E., 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, Vol. 14, Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy.
- Sumner, M.E., Miller, W.P., (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients, in: Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical methods, Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, 5, 1201–1229 pp.
- Şahin, G., 2016. Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(1), 19-32.
- Şahin, S., Aybek, A., 2020. Kayısı bahçelerinde uygulanan değişik toprak işleme yöntemlerinin toprağın penetrasyon direnci ve hacim ağırlığı üzerine etkileri. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 9(1), 72-88.
- Şimşek, U., Aydın, A., 2018. Doğal meralarda vejetasyon ve toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 84-92.
- Taban, S., Okay, Y., Kunter, B., 2000. Değişik dönem ve dozlarda uygulanan yaprak gübresinin çay bitkisi yaprağının kalite ve mineral madde içerikleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1), 58-62.
- Taşkaya, B., 2004. Tarım ve Çevre. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, ISSN: 1303-8346, 5, 1-8.
- Tester, M., Davenport, R., 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Annals of botany, 91(5), 503-527.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity, in: Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical methods, Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, 5, 475–490 pp.
- Thomas, P., Packham, J. (2007). Ecology of woodlands and forests: description, dynamics and diversity. Cambridge University Press.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, 38(1), 55-94.
- Tokel, E., 2021. Farklı arazi kullanımlarının toprakların bazı hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 52, Bartın.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, s. 22-25.
- Torun, H., Ayaz, F.A. 2019. Tuz stresi koşullarında salisilik asidin zamana bağlı uygulanmasının arpa (*Hordeum Vulgare* L.) Köklerinin antioksidan savunma sistemi üzerine etkileri. Anadolu University Journal of Science and Technology C-Life Sciences and Biotechnology, 8(1), 69-84.
- Tunçay, T., Saygın, F., İmamoğlu, A., Dengiz, O., Keçeci, M., Usul, M., Başkan, O., 2021. Yarı Kurak Ekolojik Koşullar Altında Tarımsal Arazi Kullanım Planlamasının Hazırlanması: Ankara-Kalecik Örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2), 339-358.
- Turp, G., Sucu, Ç., 2016. Et ürünlerinde nitrat ve nitrit kullanımına potansiyel alternatif yöntemler. Celal Bayar University Journal of Science, 12(2), 231-242.
- Türkmen, C., Müftüoğlu, N., Kavdir, Y., 2013. Change of some soil quality characteristics under different pasture reclamation methods of rangelands. Journal of Agricultural Sciences, 19(4), 245-255.
- USDA, 1987. Textural Soil Classification Study Guide, Soil Mechanics Level I, Module 3-USDA, National Employee Development Staff, Soil Conservation Service.
- Uzun, S., Eroglu, E., Sarginci, M., Dönmez, A.H., Cetin, G., Muderrisoglu, H., 2021. Research on possible damage caused by recreational activities in Yedigöller National Park. International Journal of Environmental Science and Technology, 19(6), 5409-5420.
- Whitbread, A.M., Lefroy, R.D.B., Blair, G.J., 1996. Changes in soil physical properties and soil organic carbon fractions with cropping on a red Brown earth soil. In Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Asghar, M. Ed., Department of Agronomy and Soil Science, University of England, Armidale, NSW 2351, 582-585 pp.
- Yıldız, O., Sarginci, M., Eşen, D., Cromack Jr.K., 2007. Effects of vegetation control on nutrient removal and *Fagus orientalis*, *Lipsky* regeneration in the western Black Sea Region of Turkey. Forest Ecology and Management, 240(1-3), 186-194.
- Yıldız, O., Eşen, D., Sarginci, M., Çetin, B., Toprak, B., Dönmez, A.H., 2022. Restoration success in afforestation sites established at different times in arid lands of Central Anatolia. Forest Ecology and Management, 503, 119-808.
- Zhao, W.Z., Xiao, H.L., Liu, Z.M., Li, J., 2005. Soil degradation and restoration as affected by land use change in the semiarid Bashang area, northern China, *Cafena*, 59(2), 173-186.



## Investigation of the 5-hydroxymethylfurfural value and antioxidant properties of Kazdağı Fir cone syrup

Volkan Karacaoğlan<sup>1</sup>, Sibel Bayıl Oğuzkan<sup>2</sup>, Bedrettin Selvi<sup>3</sup>, Sabri Ünal<sup>4</sup>, Temel Kan Bakır<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Pharmacy, Pharmaceuticals, Toxicology Department, 67630, Zonguldak, Turkey

<sup>2</sup> Gaziantep University Health Services Vocational School, Dep. of Medical Services and Techniques, 27000, Gaziantep, Turkey

<sup>3</sup> Gaziosmanpaşa University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Botany, 60010, Tokat, Turkey

<sup>4</sup> Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 37150, Kastamonu, Turkey

<sup>5</sup> Kastamonu University, Faculty of Science, Department of Chemistry, 37150, Kastamonu, Türkiye

### ARTICLE INFO

Received: 13/02/2024

Accepted : 04/06/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1436172>

\*Corresponding author:

volkan78@gmail.com

### ABSTRACT

**Background and aims** Cone syrup, unlike cone molasses, is a food product prepared without adding beet sugar. The use of high temperatures in the production of syrups and molasses causes the formation of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF), which causes serious toxic effects on the human body, from glucose, fructose aldose and ketose monosaccharides. Although pine cone syrup is just becoming widespread in our country, it is a new food that is in high demand during the winter months. Therefore, in the study, HMF levels, sugar content, phenolic content and antioxidant levels

in Kastamonu local cone syrup prepared without adding beet sugar were experimentally determined.

**Methods** The color intensity resulting from the reaction of hydroxymethylfurfural, paratoluidine and barbituric acid was determined by reading the absorbance at a wavelength of 550 nm with a spectrophotometer. HMF measured spectrophotometrically was detected at very low levels in the syrup. Brix value, phenolic content and antioxidant values of fir syrup were also evaluated.

**Results** Spectrophotometric analysis, the HMF content of traditional fir syrup was found to be very low, 8.1 mg/L. In addition, the total phenolic content value of locally produced fir cone syrup was found to be 6,050 mg GAE/g and the % inhibition value calculated by the DPPH method was 48,553, thus shedding light on its potential nutritional content through antioxidant activity analyses.

**Conclusions** This study is the first to investigate fir syrup. As a result of the study, antioxidant activity analyzes shed light on its potential nutritional content. More importantly, this study was the first to show that fir syrup has a low glycemic index with a % Brix value (2.370±0.058) and that diabetic patients can safely use it instead of molasses.

**Key Words:** Antioxidant activity, Total phenolic substance, Trojan Fir syrup, 5-Hydroxymethylfurfural

### Research Article

## Kazdağı Göknaşı kozalak şurubunun 5-hidroksimetilfurfural değerinin ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi

### ÖZ

**Giriş ve Hedefler** Kozalak şurubu, kozalak pekmezinden farklı olarak, pancar şekeri ilave edilmeden hazırlanan gıda ürünüdür. şurup ve pekmezlerin üretiminde yüksek sıcaklık kullanımı, glikoz, früktoz aldöz ve ketoz yapılı monosakkaritlerden insan vücudu üzerinde ciddi toksik etkilere sebep olan 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) oluşturabilmesine neden olmaktadır. Kozalak şurubu ülkemizde yeni yeni yaygınlaşmakla beraber kış aylarında oldukça yüksek oranda talep gören yeni bir gıdadır. Bu nedenle çalışmada, pancar şekeri ilave edilmeden hazırlanan Kastamonu yöresel kozalak şurubunda HMF seviyeleri, içerdiği şeker miktarı, fenolik içerik ve antioksidan seviyeler deneysel olarak tespit edilmiştir.

**Yöntemler** Hidroksimetilfurfural, paratoluidin ve barbitürik asidin reaksiyonu sonucu ortaya çıkan renk yoğunluğu, 550 nm dalga boyunda absorbansın spektrofotometre ile okunmasıyla belirlenmiştir. Spektrofotometrik olarak ölçülen HMF şurupta çok düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Köknaş şurubunun, brix değerı, fenolik içeriği ve antioksidan değerleri de değerlendirilmiştir.

**Bulgular** Spektrofotometrik analiz sonucunda geleneksel köknaş şurubunun HMF içeriği 8.1 mg/L gibi çok düşük değerde bulunmuştur. Ayrıca yerel olarak üretilmiş köknaş kozalak şurubunun toplam fenolik içerik değerı 6.050 mg GAE/g ve DPPH metodu ile hesaplanan % inhibisyon değerı 48.553 olarak bulunmuş.

**Sonuçlar** Bu çalışma köknaş şurubunun araştırdığı ilk çalışmadır. Çalışma sonucunda antioksidan aktivite analizleri ile potansiyel besin içeriğine ışık tutmuştur. Daha da önemlisi, bu çalışma ile köknaş şurubunun % Brix değerı (2.370±0.058) ile düşük glisemik indekse sahip olduğu ve diyabetik hastaların pekmez yerine güvenle kullanılabileceğini gösteren ilk çalışma olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, Kazdağı köknaş şurubu, 5-Hidroksimetilfurfural

### Citing this article:

Karacaoğlan, V., Oğuzkan, S.B., Selvi B., Ünal, S., Bakır, T.K., 2024. Investigation of the 5-hydroxymethylfurfural value and antioxidant properties of Kazdağı Fir cone syrup. Anatolian Journal of Forest Research, 10(1), 45-49.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Introduction

Trojan fir syrup, primarily produced in Kastamonu, has gained recent popularity due to its perceived benefits for conditions like asthma and bronchitis. The production process involves boiling mature fir cones without the addition of beet sugar, similar to the method used for pine cone molasses. This syrup is derived from *Abies* trees of the *nordmanniana* species Trojan Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* [Asch. & Sint. ex Boiss] Coode & Cullen). These cones are rich in active biological compounds, including resin acids, monosaccharides, alcohols, lignans, glycerol, gallic acid, sucrose, catechin isomers, and gallocatechin isomers. Additionally, fir syrup has been studied for its potential in preventing asthma and bronchitis (Ermiş 1997; Yücel 2014) contributing to its growing popularity for these health benefits. According to our research, this study is the first attempt to evaluate the phenolic substances and antioxidant levels in fir syrup. Due to the increasing use of these products, this and similar studies will be valuable in informing the public about pine cone syrup and revealing its advantages and disadvantages in terms of public health.

The preparation of cone syrup involves a heat treatment process, akin to other molasses. It's worth noting that the exposure of foods to high temperatures can lead to the formation of HMF. The generation of HMF occurs due to inappropriate temperature storage of sugary foods and the heat treatment applied during their production (Rosatella et al., 2011; van Putten et al., 2013). As a result, HMF is considered a quality indicator in various food products. HMF is considered inert in standard genotoxicity tests (Abraham et al., 2011), yet it can undergo metabolism into a chemically reactive intermediate known as 5-sulfooxymethylfurfural (SMF). Notably, SMF has demonstrated mutagenic and carcinogenic properties (Bakhiya et al., 2009).

In rat studies, the LD<sub>50</sub> value for 5-HMF was determined to be 3.1 g/kg, underscoring the potential health risks associated with high consumption (Ulbricht et al., 1984). HMF can be encountered in a range of foods, including fruit juices, milk, honey, molasses, cereal products, and jam, due to production and storage processes (Hepsağ and Hayoğlu, 2017). Given that varying consumption rates of these foods can lead to significant 5-HMF intake, it's crucial to ascertain its levels across all food items.

Precise control over production processes is facilitated by quantifying HMF amounts (Batu et al., 2014). To this end, limits have been imposed on the presence of 5-HMF. As outlined in the Turkish Food Codex Honey Communiqué, it is permissible for honey to contain up to 40 mg/kg of 5-HMF. Similarly, under the Turkish Food Codex Grape Molasses Communiqué, liquid molasses is allowed to contain up to 75 mg/kg, while solid molasses can contain up to 100 mg/kg of 5-HMF. However, despite these regulatory standards, research concerning the levels of 5-HMF in sugar-free syrups remains scarce.

Consequently, our study was designed to quantify the levels of 5-HMF in cone syrups devoid of added carbohydrates or clay. By addressing this knowledge gap, we aim to provide a more comprehensive understanding of the composition of such syrups.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Preparation of fir syrup

Many products are sold as fir syrup in local markets. However, some of them are actually products containing molasses. The remaining ones fail to meet the standards in terms of color and quality, as they use other pine products. For this reason, our study was carried out using a licensed product that produces original fir syrup from the region and is sold commercially. To carry out our study, fir syrup produced by traditional methods from freshly collected cones by the villagers in Hanönu District of Kastamonu was used. For this, 500 g of mature fir cones of the *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* species were soaked in 1 liter of water. Subsequently, the boiling process was initiated, maintaining a rolling boil for a duration of 4 hours. The traditional method of fir cone syrup production involved this boiling process, conducted at temperatures ranging from 110°C to 120°C. Notably, no additional sugar or clay was introduced during this process. All reagents and solvents used in the experimental study were purchased from Aldrich, Sigma or Merck Chemical brands and used in analytical purity.

### 2.2 Analysis of 5-HMF in fir syrup

The presence of HMF was determined quantitatively by the colorimetric method, one of the harmonized methods of the International Honey Commission (Bogdanov et al., 2002). This method was based on the reaction between hydroxymethylfurfural, paratoluidine, and barbituric acid and absorbance readings taken using a spectrophotometer. Fir syrup sample (20 g) was made up to 100 milliliters with distilled water and then filtered using a filter paper. From this filtrate, 2 milliliters were transferred to separate test tubes: one as a control and the other as the sample. To both test tubes, 5 milliliters of p-toluidine solution were added. Following this, 1 milliliter of distilled water and 1 milliliter of barbituric acid were included in each test tube. The contents were mixed using a vortex mixer. Then, absorbance measurements of the samples in the test tubes were carried out at a wavelength of 550 nanometers using a Shimadzu UV-1900 spectrophotometer with the help of a pair of quartz cuvettes. The calculated value for HMF (mg/L) was determined using the formula  $HMF (mg/L) = 162 \times A$ , where 162 represents the correction factor and A stands for the absorbance value measured at 550 nm (Binici et al., 2023).

### 2.3 Analysis of total phenolic contents

For the determination of total phenolic substances, the spectrophotometric method applied by Elmas et al. (2019) was used with minor modifications (Elmas et al., 2019). For this, the fir syrup concentrations to be analyzed were used at 50% dilution rates. First of all, the test tubes were prepared by mixing 2.5 mL of 10% Folin Ciocalteu reactant and 2.5 mL of 7.5% NaHCO<sub>3</sub> on fresh rhubarb solution. The blank solution was prepared by mixing this solution without fir syrup in the same proportions. After the samples were incubated in a dark environment for 45 minutes, measurements were made on a spectrophotometer at 760 nm. The same procedure was repeated for the gallic acid solution. The absorbance obtained was

compared to a standard curve (Gallic acid, 0-10 mg) and the results were expressed as milligrams of gallic acid equivalents per gram of dry matter (mg GAE/g dry matter).

## 2.4 Analysis of antioxidant activity

To evaluate antioxidant activity, the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method applied by Baysan et al. (2019) was used (Baysan et al., 2019). For this, fir syrup samples prepared at 50% dilution were mixed with 3 mL of methanolic solution containing DPPH radicals and brought to a total volume of 6 mL by the addition of methanol. The mixture was shaken vigorously and left in the dark for 30 minutes. The absorbances of the sample-containing solution were then measured against a blank sample without sample at 517 nm. The measurements were conducted spectrophotometrically using the Soif Optical Instruments V-5000H spectrophotometer (Turkey). Radical scavenging activity was calculated from the following formula:

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100,$$

Here,  $A_0$  is the absorbance of the control solution and  $A_1$  is the absorbance of the sample solution (Huang et al., 2005). The antioxidant activity was quantified in micromoles per gram of dry matter and expressed as trolox equivalent (mg trolox/g dry matter). All analyses were conducted in triplicate.

## 2.5 Analysis of moisture content

Determinations of moisture content and amount of dissolved dry matter in water were evaluated by both oven and refractometer methods. The moisture content of fir syrup was determined using an infrared moisture analyzer (Daihan, MA10, Korea) set at 105°C. This method exhibited a strong correlation (0.99) with the oven method. In addition, the amount of solid matter in fir syrup was measured with an Abbe 2 model (0-95 % brix, temperature range: 0-70 °C) analog refractometer device. The fir cone syrup sample used for dry matter analysis was taken as 3.370±0.394 g.

## 3. Results and Discussion

### 3.1 Assessment of 5-HMF values

HMF, which is not found in the structure of fruits but is formed by transforming from monosaccharides under the influence of heat, is an important quality factor that indicates the heat treatment intensity (temperature and duration) of many products (Türkben and Uylaşer, 2018). Thermal treatment is one of the basic processes in food technologies, especially for substances such as molasses. The primary effect of heat treatment is the formation of HMF during the production of various foods such as fruit juices, milk, honey, molasses, cereal products, jams. The HMF value gives information about whether the boiling process is applied correctly. Therefore, HMF is an important parameter for health and serves as a quality indicator for foods and requires constant monitoring. In our study, we measured the HMF value in Kastamonu local pine cone syrup spectrophotometrically and found that HMF was present at very low levels. In our study, the HMF values obtained for fir syrup prepared without adding sugar were found to be 8.1 mg/L, and this value was significantly lower than the

reference data. This situation emphasizes the importance of applying short heat treatment under appropriate conditions. The closest comparable study was conducted on Kastamonu cone molasses, where the range was measured as 4.54-101.58 mg/kg (İncemehmetoğlu, 2021). The main reason for this inequality is the absence of sugar in cone syrup. As it is known, syrup samples are generally prepared without adding extra sugar. A study involving tomato paste samples revealed that an increase in glucose levels led to higher levels of HMF (Kus et al., 2005). Similarly, the lowest level of 5-HMF was detected in pasteurized milk samples, while lactose-free milk samples exhibited a higher concentration of HMF due to the increased reactivity of glucose and galactose (Urgu et al., 2017). The similarity between the amounts of dry matter and water-soluble substances indicates the presence of carbohydrate-derived molecules in the fir itself. As shown in this study, these molecules do not cause an increase in HMF values unless there is an additional carbohydrate input from outside. One of the most critical factors influencing the HMF value is the combination of temperature and time during the applied heat treatment (Eskin, 1990; Rosatella et al., 2011; van Putten et al., 2013). In our study, our sample was prepared by boiling at a low temperature for as little as 4 hours, resulting in very low HMF values. This underscores the importance of maintaining low temperature and limited time for optimal food quality.

Another factor affecting the HMF rate is the storage process and temperature. In certain cases, this can cause rates to increase nearly twofold (Labuza and Saltmarch, 1981; Bharate and Bharate, 2014). In our analyzed sample, it was refrigerated without undergoing any storage process. As a result, there was no interference in the HMF values due to improper storage conditions. The HMF values of the fir syrup we obtained were compared with the Turkish Food Codex reference data. According to the 2007 Agricultural Food Codex, the acceptable ranges are a maximum of 75 mg/L for liquid grape molasses and 100 mg/L for solid molasses (Anonim, 2007). Remarkably, the HMF values obtained for the syrup prepared without the addition of sugar were notably low (8.1 mg/L), demonstrating a stark contrast to the reference data.

### 3.2 Assessment of antioxidant activity and some physicochemical parameters

Previous studies have shown that pine cone extracts have a reactive oxygen scavenging effect (Kwak et al., 2006). It has been reported that pine cones belonging to the *Pinus koraiensis* species contain bioactive substances such as flavonoids, polysaccharides and phenolic compounds with antitumor and antioxidant activities (Yi et al., 2017). Meng (2010) examined the bioactivities of polysaccharides obtained from the cones of *Pinus koraiensis* and stated that they exhibited high antioxidant activity with an  $IC_{50}$  value of 28.0 mg/mL (Meng, 2010).

In this study, samples obtained by diluting 500 g of pine cone syrup by 50% were examined by the DPPH radical quenching method. The absorbance values obtained for the samples with and without pine cone addition are given in Table 1 and the % inhibition values were calculated. The results were given as the average of 4 different samples taken from the sample. Additionally, the antioxidant capacity value against trolox, which was used as a standard antioxidant, was given as 0.299



mg trolox/mL. Antioxidant activity and total phenolic values of pine cone syrup with 5% moisture content are summarized in Table 1. To compare total phenolic contents, the results were calculated as gallic acid equivalent (mg/g) and found to be 6.368 mg GAE/g dry weight.

**Table 1.** DPPH radical scavenging activity and total phenolic substance content of 50% diluted pine cone syrup

	DPPH Method		Folin Ciocalteu Method
	Blank Absorbance (500 nm)	Sample Absorbance* (500 nm)	Inhibition (%)
Trojan fir cone syrup	0.795	0.409±0.011	48.553
			Total Phenolic Substance (mg GAE/g)
			6.050

\*Average absorbance value was calculated (n=4).

Akar (2022) examined the antioxidant activities of extracts prepared at different concentrations from cones collected from *Pinus nigra* jf. arnold and *Thuca occidentalis* L. trees growing in the Nevşehir region and calculated their DPPH scavenging abilities. In his study, Akar (2022) reported that the best value in terms of DPPH radical scavenging activity was found in *Pinus nigra* (IC<sub>50</sub>: 55.8 µg/ml) and the lowest value in *Thuca occidentalis* (IC<sub>50</sub>: 200.4 µg/ml) (Akar, 2022).

Dry matter analysis was carried out through moisture determination in an oven. The cone syrup obtained from fir cones revealed no detectable levels of protein or lipids, with carbohydrates accounting for 97% of the dry matter content. Following the dry matter analysis, the quantification of water-soluble substances was performed using a refractometer. The results are presented in Table 2.

**Table 2.** Determination of the amount of dry matter dissolved in water using the moisture analysis method and the Brix (%) method at 105°C

	Moisture Analysis (105 °C Oven) (Mean±Std.)		Amount of dry matter dissolved in water, Brix (%) (Mean±Std.)
	Humidity (%)	Dry matter (%)	
Trojan fir cone syrup sample	97.731±0.066	2.270±0.066	2.370±0.058

The fact that the amounts of dry matter and water-soluble substances are close to each other shows that fir has carbohydrate derivatives in its content. While the water-insoluble dry matter consists of polysaccharides such as cellulose and starch, the water-soluble dry matter consists of sugars such as fructose and glucose and organic acids such as citric acid, malic acid and tartaric acid. It was stated in Table 2 that the fir syrup prepared without added sugar had a low glycemic index, as a low dry matter ratio calculated by the Brix (%) method. *Abies* species have also been reported to reduce postprandial glycemic response, prevent blood sugar increases through enzymes associated with high glucose levels in the diet, and protect against oxidative damage (Kreft, 2021; Schoss et al., 2022).

## 4. Conclusion

This study represents the first instance of evaluating the levels of phenolic substances and antioxidants in fir syrups. Given the absence of similar studies before, its findings are essential for contributing to the literature as a reference point. Considering the potential adverse effects on human health, it becomes imperative to focus on the 5-HMF limit values stipulated in food regulations concerning heat-treated products. It is evident that intense heating stands out as the primary contributor to both nutrient degradation and elevated 5-HMF levels. Given that 5-HMF functions as a gauge of product quality, its presence should ideally be minimized in optimal food items. Our analysis leads us to project that to avert the formation of 5-HMF in heat-treated foods like syrups, it is anticipated that the 5-HMF value can be curtailed by preparing them without the addition of extra sugar, employing briefer heating durations instead of prolonged processes, and ensuring swift consumption within a limited shelf life, all while storing them in refrigerated conditions. These collective measures substantially contribute to the preservation of both nutritional value and the overall quality of heat-treated food products.

## Author Contributions

Concept: V.K.; Design: V.K., S.B.O.; Control: V.K., T.K.B., S.B.O., S.Ü.; Sources: V.K., and S.B.O., Materials: V.K., and S.B.O.; Data Collection and/or Processing: V.K., S.B.O., B.Ö.; Analysis and/or Interpretation: V.K., S.B.O., T.K.B., B.S.; Literature Review: V.K., S.B.O., B.Ö.; Manuscript Writing: V.K., S.B.O., T.K.B.; Critical Review: V.K., T.K.B.; Other: S.B.O., S.Ü., B.Ö.

## Conflict Of Interest

The authors declare that there is no real, potential, or perceived conflict of interest for this article.

## Ethics Committee Approval

The authors declare that the ethics committee approval is not required for this study.

## References

- Abraham, K., Gürtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A. and Appel, K.E., 2011. Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(5), 667-678.
- Akar, M., 2022. Nevşehir İlinde Yetişen *Pinus nigra* jf. arnold ve *Thuja occidentalis* Türü Ağaçlardan Toplanan Kozalakların Antioksidan ve Antibakteriyel Aktiviteleri." *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 11-19.
- Anonim, 2007. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ No:2007/27). (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/06/20070615-6.htm>) (Erişim Tarihi: 01.08.2017).
- Bakhiya, N., Monien, B., Frank, H., Seidel, A. and Glatt, H., 2009. Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5-

- sulfooxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical Pharmacology*, 78(4), 414-419.
- Batu, A., Aydoymuş, R.E., and Batu, H.S., 2014. Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(1), 40-55.
- Baysan, U., Elmas, F., and Koç, M., 2019. The effect of spray drying conditions on physicochemical properties of encapsulated propolis powder. *Journal of Food Process Engineering*, 42(4), 13-24.
- Bharate, S.S., and Bharate, S.B., 2014. Non-enzymatic browning in citrus juice: chemical markers, their detection and ways to improve product quality. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2271-2288.
- Binici, H.İ., Şat, İ.G., and Genç, B., 2023. Kahvaltılık Yeni Bir Ürün: Işkın (*Rheum ribes* L.) Reçeli. *Gıda*, 48(2), 445-458.
- Bogdanov, S., Martin, P., and Lullmann, C., 2002. Harmonised methods of the international honey commission. *Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld*, 5, 1-62.
- Elmas, F., Varhan, E., and Koç, M., 2019. Drying characteristics of jujube (*Zizyphus jujuba*) slices in a hot air dryer and physicochemical properties of jujube powder. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 70-86.
- Ermış, F., 1997. Şifalı bitkiler ansiklopedisi. İstanbul: Gün Yayıncılık.
- Eskin, N., 1990. Biochemistry of food processing: browning reactions in foods. *Biochemistry of Foods* 2.
- Hepsağ, F. and Hayoğlu, İ., 2017. Akdeniz Bölgesinde Satışı Yapılan Bazı Reçellerin HMF Miktarlarının HPLC ile Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2), 149-160.
- Huang, D., Ou, B., and Prior, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- İncemehmetoğlu, E., 2021. Geleneksel çam kozalağı pekmezinin fizikokimyasal, biyoaktif ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması, Kastamonu Üniversitesi.
- Kreft, S., 2021. Phytochemical, pharmacological and clinical studies of an extract prepared from silver fir branches (*Abies alba*). *Biologia Serbica* 43(1), 57-62.
- Kus, S., Gogus, F., and Eren, S., 2005. Hydroxymethyl furfural content of concentrated food products. *International Journal of Food Properties*, 8(2), 367-375.
- Kwak, C.S., Moon, S.C., and Lee, M.S., 2006. Antioxidant, antimutagenic, and antitumor effects of pine needles (*Pinus densiflora*). *Nutrition and cancer*, 56(2), 162-171.
- Labuza, T.P., and Saltmarch, M., 1981. The nonenzymatic browning reaction as affected by water in foods. *Water activity: Influences on food quality*, 605-650.
- Meng, Q., 2010. Separation, purification and bioactivity of polysaccharide from pine cone of *Pinus koraiensis*. Master Thesis. Harbin, Heilongjiang, China: Harbin Institute of Technology.
- Rosatella, A.A., Simeonov, S.P., Frade, R.F., and Afonso, C.A., 2011. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: Biological properties, synthesis and synthetic applications. *Green Chemistry*, 13(4), 754-793.
- Schoss, K., Benedetić, R., and Kreft, S., 2022. The Phenolic Content, Antioxidative Properties and Extractable Substances in Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Branches Decrease with Distance from the Trunk. *Plants*, 11(3), 333.
- Türkben, C., and Uylaşer, V., 2018. Türkiye’de Farklı Lokasyonlarda Üretilen Pekmezin (Üzüm Pekmezi) Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Bahçe*, 47(Özel Sayı 1), 131-139.
- Ulbricht, R.J., Northup, S.J., and Thomas, J.A., 1984. A review of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in parenteral solutions. *Toxicological Sciences*, 4(5), 843-853.
- Urgu, M., Saatli, T.E., Türk, A., and Koca, N., 2017. Isıl işlem görmüş içme sütlerinde (Pastörize, UHT ve Laktozsuz UHT Süt) hidroksimetilfurfural içeriğinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 15(3), 249-255.
- Van Putten, R.J., Soetedjo, J.N., Pidko, E.A., van der Waal, J.C., Hensen, E.J., de Jong, E., and Heeres, H.J., 2013. Dehydration of different ketoses and aldoses to 5-hydroxymethylfurfural. *ChemSusChem*, 6(9), 1681-1687.
- Yi, J., Qu, H., Wu, Y.Z., Wang, Z.Y., Wang, L., 2017. Study on antitumor, antioxidant and immunoregulatory activities of the purified polyphenols from pinecone of *Pinus koraiensis* on tumor-bearing S180 mice in vivo. *International Journal of Biological Macromolecules*, 94 (PartA): 735-744. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.071>
- Yücel, E., 2014. Türkiye’de Yetişen Tıbbi Bitkiler Tanıma Klavuzu. Türmtasan, İstanbul.



## *Liquidambar orientalis* Mill. ve *Liquidambar styraciflua* L. türlerinin polen morfolojisi

Hülya Caner<sup>1</sup>, Nurgül Karhoğlu Kılıç<sup>2</sup>, Rüya Yılmaz Dağdeviren<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı, İstanbul

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakóltesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, İstanbul

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:05/03/2024

Kabul Tarihi: 21/04/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1447058>

\* Sorumlu yazar:

hcaner@istanbul.edu.tr

### ÖZ

*Giriş ve Hedefler* Polen ve sporları inceleme bilimi olan palinoloji, adli bilimler, yer bilimleri, arkeoloji ve botanik gibi pek çok farklı bilim dalı için önemli bir veri kaynağıdır. Her bitki taksonunun polen taneleri farklı morfolojik karakterlere sahiptir. Güncel ve fosil polen çalışmalarında polen atlasları ve referans polen preparatları oldukça önemlidir. Bu atlasların içerisinde yer alan polen morfolojisine ait özellikler ve polen fotoğrafları bu alanda çalışan

araştırmacılar için rehber niteliğindedir. Bu çalışmada Altingiaceae familyasından *Liquidambar orientalis* Mill. (Anadolu Sığla Ağacı) ve *Liquidambar styraciflua* L. (Amerikan Sığla Ağacı) polenlerinin morfolojik karakter ölçümleri sunulmuştur.

*Yöntemler* Polen örnekleri için araziden bitki taksonlarının olgunlaşmış erkek çiçek kurulları toplanmış ve kurutulmuştur. Laboratuvarda Wodehouse yöntemi kullanılarak preparatlar hazırlanmıştır. Işık mikroskopunda polenlerin morfolojik ölçümü, hazırlanan preparatlar yardımıyla polen fotoğrafları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

*Bulgular* Bu çalışma kapsamında yapılan ölçümler sonucunda, her iki türün polenlerinin çok porlu (periporat) olduğu görölmektedir. *Liquidambar orientalis* Mill. poleninin uzun eksen (boy) ortalaması (A): 37,19 µm; ekvatoryal çap (en) ortalaması (B): 36,67 µm'dir. *Liquidambar styraciflua* L.'nin poleninin uzun eksen (boy) ortalaması (A): 32,97 µm; ekvatoryal çap (en) ortalaması (B): 32,61 µm'dir.

*Sonuçlar* Mikroskopik ölçümler sonucunda, *L. orientalis* polenlerinde polen boyu, polen eni, por boyu ve por eni gibi morfolojik özelliklerin üst sınır değerleri, *L. styraciflua* polenlerine kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Liquidambar orientalis*, *Liquidambar styraciflua*, polen morfolojisi, sığla ağacı

### Araştırma Makalesi

## Pollen morphology of *Liquidambar orientalis* Mill. and *Liquidambar styraciflua* L.

### ABSTRACT

*Background and aims* Palynology, studying pollen and spores, provides crucial data for forensic science, earth sciences, archaeology, and botany. The pollen grains of each plant taxon possess distinct morphological characteristics. In both modern and fossil pollen studies, pollen atlases and reference pollen preparations are very important. The pollen morphology features and photographs in these atlases guide researchers in this field. Morphological character measurements of pollen grains of *Liquidambar orientalis* Mill. (Anatolian Sweetgum) and *Liquidambar styraciflua* L. (American Sweetgum) from the Altingiaceae family are presented in this study.

*Methods* Mature male flower inflorescences of plant taxa were collected from the field and dried for the pollen samples. In the laboratory, pollen slides were made using the Wodehouse method. The morphological measurement of the pollen grains was conducted using light microscope (LM), through pollen photographs of the prepared slides.

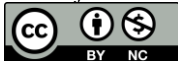
*Results* Within this study, the measurements conducted reveal that the pollen of both species is periporate. The average longest diameter (A) of *Liquidambar orientalis* Mill. pollen is 37.19 µm; the average shortest diameter (B) is 36.67 µm. For *Liquidambar styraciflua* L. pollen, the average longest diameter (A) is 32.97 µm; the average shortest diameter (B) is 32.61 µm.

*Conclusions* As a result of microscopic measurements, the upper limit values of morphological characteristics such as pollen length, pollen width, pore length, and pore width in *L. orientalis* pollen have been found to be higher compared to those in *L. styraciflua* pollen.

**Key Words:** *Liquidambar orientalis*, *Liquidambar styraciflua*, pollen morphology, sweetgum

Bu makaleye atf:

Caner, H., Karhoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., 2024. *Liquidambar orientalis* Mill. ve *Liquidambar styraciflua* L. türlerinin polen morfolojisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 50-53.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Sığla ağaçlarının (*Liquidambar*) içinde yer aldığı Altingiaceae familyası, Asya ve Kuzey Amerika'da yayılış gösteren bu tek cins'e ait 15 türle temsil edilmektedir (Köse, 2023). Sığla ağaçları, Batı Asya'nın ve Kuzey Amerika'nın ılıman bölgeleri ile subtropikal Asya ve Meksika'nın yüksek dağlık bölgelerinde yayılış göstermektedir (Ickert-Bond ve Wen, 2013). Ülkemizde sadece *Liquidambar orientalis* türü Güneybatı Anadolu'da Muğla, Aydın, Denizli, Burdur ve Antalya'da doğal olarak yetişmektedir. En geniş yayılışını Muğla'da (Kyeğiz, Dalaman, Fethiye, Marmaris) 0-900 m'ler arasında ve taban suyu yüksek arazilerde yapmaktadır (Güngördü, 1986; Yaltırık ve Efe, 2000; Köse, 2023). Özellikle bataklıklar, vadi tabanları, akarsu ve deniz kıyısı gibi nemli ve taban suyu seviyesinin yukarıda olduğu yerlerde bulunmakla beraber, ender olarak kurak yamaçlarda da yetişebilmektedir (Efe, 1987; Köse ve Yılmaz, 2014). *L. orientalis* (Anadolu Sığla Ağacı) Rodos adasındaki doğallığı şüpheli yayılışı dışında sadece Türkiye'ye özgü, endemik bir türdür (Güngördü, 1986; Atalay, 1994; Köse ve Yılmaz, 2014). Tersiyer ve Kuvaterner başlarında Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da oldukça geniş yayılış göstermiş (Efe, 1987; Denk et al., 2014), ancak sonrasında çoğunlukla nemli vadi tabanlarında kalıntı olarak varlığını sürdürmüştür

*Liquidambar styraciflua* esas olarak Kuzey Amerika'nın doğu sahillerinde, Atlas okyanusuna yakın yerlerde ve nemli topraklarda yayılış göstermektedir. Ülkemizde ise park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Yaltırık, 1993; Yaltırık ve Efe, 1994; Köse ve Yılmaz, 2014; Köse, 2023).

Polen morfolojisi bakımından *Liquidambar* cinsi içerisinde *Liquidambar formosana* Hance ve *L. styraciflua* polenleri üzerinde ilk kez Erdtman (1952) alışmış, *Liquidambaroideae* polenlerinin çapının yaklaşık 40 m civarında olduğunu ve porların polen yüzeyinde gelişigüzel yer aldığını tespit etmiştir. Ickert-Bond ve Wen (2013) Altingiaceae familyası içinde *Liquidambar excelsa*, *L. gracilipes* ve *L. styraciflua* polenlerini SEM'de çalışmış ve bu türlerin polenlerinin sferoidal ve ornamentasyonunun granüllü (scabrae) olmakla birlikte düzensiz delikli (perforat) bir yapıda olduğunu SEM'deki fotoğrafları ile birlikte göstermiştir. Beug (1961) *Liquidambar* cinsinin genel polen özelliklerini kitabında tanımlamış ve *L. styraciflua*'nın polenlerinin ışık mikroskopundaki fotoğraflarını bu eserinde yayınlamıştır. Cins içinde *L. styraciflua* poleni ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olsa da, Türkiye'nin endemik ağacı olan *Liquidambar orientalis* türünün polen morfolojisi ilk kez Bogle and Philbrick (1980) tarafından SEM'de çalışılmıştır. Bu çalışmadan sonra, Güngördü (1986) tarafından doktora tez çalışması kapsamında *L. orientalis*'in polen morfolojisini incelenmiştir. *L. orientalis* polenlerinin periporat, polen şeklinin sferoidal, ornamentasyonun ise retikulat-foveolat olduğu ve aynı polen üzerindeki porların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Güngördü, 1986; Efe, 1987). Her iki türün polen morfolojisi bakımından günümüze kadar farklı alışmalar (Erdtman, 1952; Beug, 1961; Bogle ve Philbrick, 1980; Güngördü, 1986; Efe, 1987; Ickert-Bond ve Wen, 2013) yapılmış olmasına rağmen, bu iki türün polen morfolojisi hem ışık mikroskopunda hem de SEM'de bugüne kadar detaylı olarak incelenmemiştir. Bu çalışmanın amacı: *Liquidambar orientalis* ve *L. styraciflua* türlerinin polen morfolojik

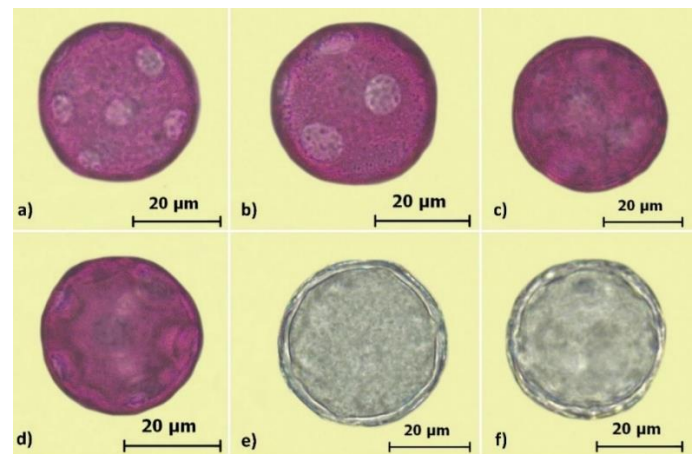
karakterleri üzerinde 30'ar tane ölçüm yaparak bu türlerin polen morfolojisini hem ışık hem de SEM'de detaylı çalışmak ve bu iki türün polenlerinde tür bazında bir farklılık olup olmadığını ortaya çıkarmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olan *L. orientalis* ve *L. styraciflua* türlerinin polen örnekleri olgunlaşmış erkek iek kurulları seçilerek Atatürk Arboretum'undan toplanmıştır. Toplanan rnekler İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesinde bulunan Palinoloji Laboratuvarı'na getirilmiş ve Wodehouse yöntemine göre polen preparatları hazırlanmıştır. Polenlerin morfolojik karakter ölçümleri ve fotoğraflandırılması Leica DM750 ışık mikroskopunda gerçekleştirilmiştir. ışık mikroskopunda polenlerin her bir morfolojik karakterine ait 30'ar lm (A: Polenin uzun eksenini (boyu), B: Polenin kısa eksenini (ekvatoryal çap, eni), Pa: Por uzunluğu, Pb: Por genişliği ve Ex: Ekzin kalınlığı) yapılmıştır. Polenlerin tanımlamaları için Moore et al. (1991), Punt et al. (2007) ve Hesse et al. (2009) terminolojilerinden yararlanılmıştır. Polenlerin SEM ekimi ise, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nde bulunan SEM Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. SEM'de polen fotoğrafları çekilmeden önce, polen taneleri EmiTech SC7620 Sputter Coater marka Kaplama Cihazında 45 saniye boyunca platinle kaplanmıştır. Sonra kaplanan bu örneklerin "JEOL NeoScope JCM5000 Benchtop Scanning Electron Microscope" marka SEM Cihazında fotoğrafları çekilmiştir. İki türün polenlerinde llen A, B, Pa, Pb ve Ex değerleri açısından istatistiksel hesaplama yapılırken ve t-testi için Microsoft Office Excel 2016 paket programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

*Liquidambar* cinsinin polenleri periporat (ok porlu) apertür yapısındadır. *L. orientalis* ve *L. styraciflua*'nın polen şekli Erdtman (1952) sınıflandırmasına göre prolat-sferoidal olarak belirlenmiştir. *L. orientalis* polenlerinin boyu 30,59-42,52 m arasında ve polenlerin eni ise 30,49-41,77 m arasında tespit edilmiştir. Polenlerin por boyu 4,93-8,57 m, por eni 4,43-8,27 m ve ekzin kalınlığı 1,13-1,54 m arasında değişmektedir (şekil 1; izelge 1).



**şekil 1.** *Liquidambar orientalis* polenlerinin ışık mikroskopu fotoğrafları; a-f) *Liquidambar orientalis* polenlerinin polar görünüşü

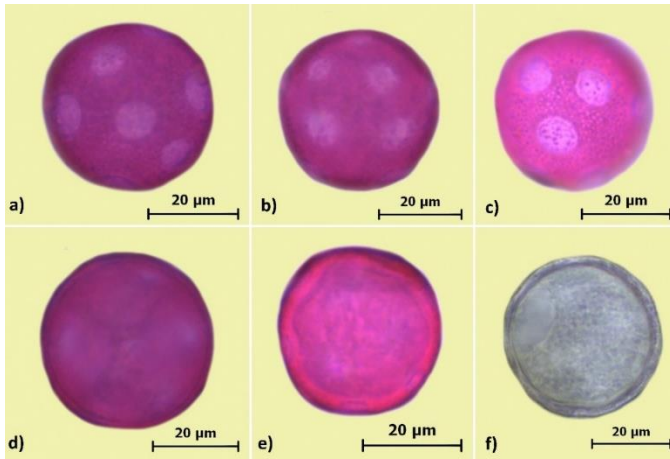


*L. styraciflua* polenlerinin polen boyu 27,83-37,17  $\mu\text{m}$  ve polenlerinin eni ise 27,52-38,17  $\mu\text{m}$  arasında belirlenmiştir. Por boyu 4,54-7,45  $\mu\text{m}$ , por eni 4,19-7,08  $\mu\text{m}$  ve ekzin kalınlığı 1,07-1,57 arasında değişmektedir (Şekil 2; Çizelge 1).

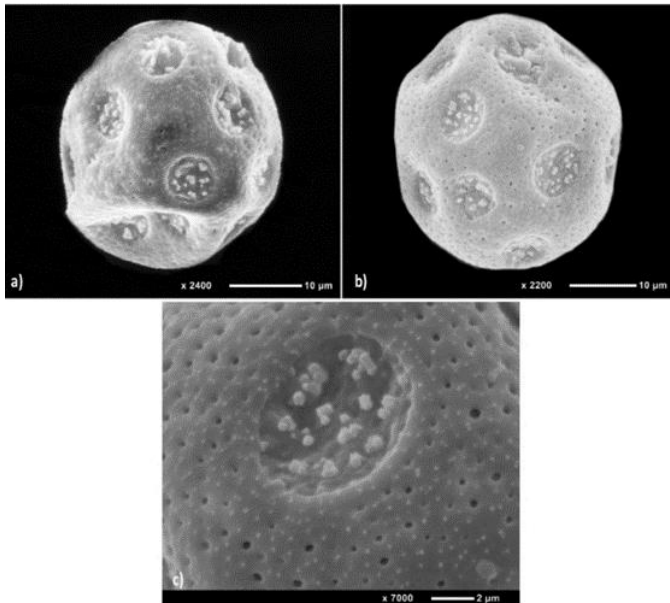
*Liquidambar orientalis* ve *L. styraciflua* polenleri SEM 'de incelendiğinde her iki türün polen ornamentasyonunun granül yapıda olduğu ve çok porlu (periporate) apertür yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3-4).

**Çizelge 1.** *L. orientalis* ve *L. styraciflua* polenlerinin boyu ve eninin uzunluğu, porların boyu ve eninin uzunluğu ile ekzin kalınlığı

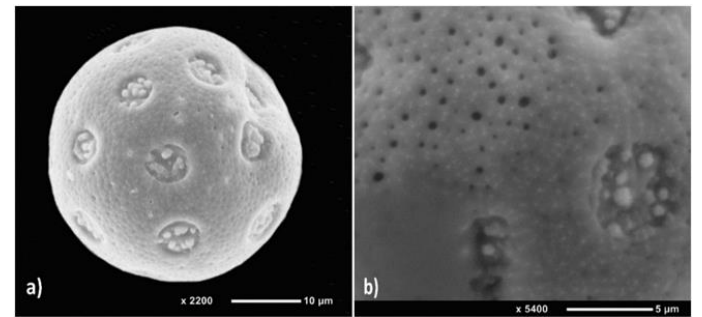
	<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Polen boyu (A) ( $\mu\text{m}$ )	(30,59-42,52)	(27,83-37,17)
Polen eni (B) ( $\mu\text{m}$ )	(30,49-41,77)	(27,52-38,17)
A/B oranı ve polen şekli	1,01 (Prolat-sferoidal)	1,01 (Prolat-sferoidal)
Apertür	Periporat (çok porlu)	Periporat
Ornamentasyon	Granül	Granül
Porus ( $\mu\text{m}$ )	Pa (4,93-8,57)	(4,54-7,45)
	Pb (4,43-8,27)	(4,19-7,08)
Ekzin kalınlığı (Ex) ( $\mu\text{m}$ )	(1,13-1,54)	(1,07-1,57)



**Şekil 2.** *Liquidambar styraciflua* polenlerinin ışık mikroskobu fotoğrafları; a-f) *Liquidambar styraciflua* L. polenlerinin polar görüntüsü



**Şekil 3.** *Liquidambar orientalis* polenlerinin SEM görüntüsü (a-c); c). *Liquidambar orientalis* polenlerinin ornamentasyonu



**Şekil 4.** *Liquidambar styraciflua* polenlerinin SEM görüntüsü (a-b); b). *Liquidambar styraciflua* polenlerinin ornamentasyonu

İki tür arasında A, B, Pa, Pb değerleri ve ekzin kalınlıkları açısından önemli bir fark olup olmadığı bağımsız örneklerin karşılaştırıldığı t-testi kullanılarak incelenmiştir. T-testi sonuçları, tüm bu değişkenler açısından  $p=0,05$  anlamlılık düzeyinde iki tür arasında önemli farklılık olduğunu ortaya koymaktadır.

**Çizelge 2.** Bağımsız örnekler için t- testi sonuçları (A: Polen boyu; B: Polen eni; Pa: Por boyu; Pb: Por eni ve Ex: Ekzin kalınlığı)

	A	B	Pa	Pb	Ex
t değeri	5,87*	5,85*	2,01*	2,4*	1,03*

\* $P=0.05$  anlamlılık düzeyi için t testi sonuçları

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamıza konu olan her iki türün polenlerinin çok porlu (periporat) apertür yapısına sahip olduğu, polen şeklinin prolatsferoidal, ornamentasyonun granül olduğu görülmektedir. Her iki türün polenlerinin morfolooojik özelliklerini ortaya çıkarmak ve polen analizi çalışmaları için kolaylık sağlamak amacıyla, aşağıdaki gibi bir polen teşhis anahtarı oluşturulmuştur:

Polen apertür yapısı çok porlu (periporat) ve ornemantasyonu granül ise,

Polen boyu (A:30,59-42,52  $\mu\text{m}$ ), polen eni (B:30,49-41,77  $\mu\text{m}$ ), por boyu (Pa: 4,93-8,57  $\mu\text{m}$ ), por eni (Pb: (4,43-8,27  $\mu\text{m}$ ) olup, por sayısı 13-16 arasında ise.....*L. orientalis*

Polen boyu (A: 27,83-37,17  $\mu\text{m}$ ), polen eni (B: 27,52-38,17  $\mu\text{m}$ ), por boyu (Pa: 4,54-7,45  $\mu\text{m}$ ), por eni (Pb: 4,19-7,08  $\mu\text{m}$ ) olup, por sayısı 18-20 arasında ise .....*L.styraciflua*



*L. orientalis* ve *L. styraciflua* polenlerinde en belirgin fark por sayısında görülmektedir. *L. orientalis* polenlerinde por sayısı 13-16 arasında değişirken, *L. styraciflua* polenlerinde por sayısı 18-20 arasında değişmektedir.

Polenlerin boyutlarında görülen alt ve üst sınır değerler farklılık göstermekle beraber ortalama değerler göz önüne alındığında *L. orientalis* poleninin boyutu (A:37,19  m; B:36,67  m) *L. styraciflua* (A:32,97  m; B:32,61  m) poleninin boyutundan daha büyük olduğu görülmektedir. Her iki türün polenlerinin ekzin kalınlıkları ise birbirine yakın değerlerde  l lm şt r.

Güngördü (1986) ve Efe (1987), *L. orientalis*  zerinde yaptığı ölümlerde polen boyunu (A): 30,64  m, polen enini (B): 28,90  m, por boyunu (Pa):5,65  m ve por enini (Pb):4,12  m ve ekzin kalınlığını (Ex): 0,92  m bulmuştur. Polen boyu bizim ölüm değerlerimizin sınırları içinde yer almakla beraber, polen eni değerinin bizim ölüm değerlerimizin altında olduğu görülmektedir. Ayrıca; por boyu ve por eni değerleri de bizim ölüm aralığımızın altında kalmaktadır. Aynı şekilde ekzin kalınlığı değerinin bizim ölüm değerlerimizin çok altında kaldığı görülmektedir. Ancak; Güngördü (1986) ve Efe'nin (1987) bu değerli çalışmalarını günün teknik olanakları çerçevesinde değerlendirmeli ve sonuçların bu nedenle farklılık gösterebileceğini göz ardı etmemeliyiz.

Bogle ve Philbrick (1980)'in SEM'de yaptığı çalışmada *L. orientalis* polenlerinin küresel şekilli, çok porlu ve porlarının dairesel yapıda olduğunu ortaya koymuş ve polen boyunun 32-58  m arasında olduğunu tespit etmiştir. Ancak bizim  l mlerimizin en yüksek değeri 42,52  m olmuştur. Bu  alışmada *L. orientalis* polenleri ile ilgili daha önce yapılış çalışmalarda elde edilen sonuçlarla, ölüm değerlerimizi karşılaştırdığımızda farklılıklar olduğu açıkca görülmektedir.

*L. styraciflua* polenleri üzerinde Erdtman (1952) tarafından yapılan çalışmada polen boyunu 40  m olarak ölçmüş ve porların gelişigüzel dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Ancak bizim ölüm değerlerimizin bu değerin altında kalmıştır (27,83-37,17  m). Zavada ve Dilecher (1986) yılında yaptıkları çalışmada *L. styraciflua* polenlerinin boyunun 32-58  m arasında değiştiğini belirtmektedir; bu alt değer bizim ölüm değerlerimizin içinde yer almakla birlikte üst değer bizim ölüm değerlerimizin çok üstündedir. Bu çalışmada elde ettiğimiz, ışık mikroskobu ve SEM  l m değerleri göz önüne alındığında daha önce yapılan çalışmalara göre farklı değerlere ulaşıldığı görülmektedir.

*L. orientalis* ve *L. styraciflua* polenlerinin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız bu çalışma kapsamında; her iki türün polen boyu, polen eni, por boyu, por eni gibi farklı polen morfolojik karakterleri üzerinde yapılan detaylı ölümler sonucunda *L. orientalis* polenlerinde bu karakterlerin üst sınır değerlerinin *L. styraciflua* polenlerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan mikroskobik ölümler içerisinde her iki türün polenlerinde sadece ekzin kalınlığı birbirine yakın değerlerde  kmıştır. Ancak polen boyutu ve por sayısındaki farklılığın asıl belirleyici özellikler olduğu görülmektedir.

## Kaynaklar

- Beug, H. J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete.. Dr Friedrich Pfeil, München.
- Bogle, A. L., Philbrick, C. T., 1980. A generic atlas of hamamelidaceous pollens. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 210, 29-103.
- Denk, T., Güner, H. T., Grimm, G. W., 2014. From mesic to arid: Leaf epidermal features suggest preadaptation in Miocene dragon trees (Dracaena). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 200, 211-228.
- Efe, A., 1987. *Liquidambar orientalis*'in morfolojik ve palinolojik özellikleri üzerine araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, 37, 273-86.
- Erdtman, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms (An Introduction to Palynology, I), Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., USA.
- Güngördü, A., 1986. *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı)'in morfolojik ve palinolojik özellikleri üzerine araştırmalar, Doktora tezi, İ. . Orman Fakültesi, Orman Botaniği Bilim Dalı, İstanbul.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. Pollen Terminology: An illustrated Handbook. University of Vienna Austria. Springer Wien. Austria.
- Ickert-Bond, S., Wen, J., 2013. A taxonomic synopsis of Altingiaceae with nine new combinations. *PhytoKeys* (31), 21-61.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaclarının  zel Sistematigi, II. Cilt, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), 221s., İ. . Orman Fakültesi Yay. No. 2766/287, İstanbul.
- Köse, N., Yılmaz, R., 2014. *Liquidambar* L. (Sığla ağacları). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve  alıları 2. Editör: Akkemik,  . Ankara, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü:138-140.
- Köse, N., 2023. Altingiaceae. şu eserde: Akkemik. . (ed.). *Türkiye'nin Bütün Ağaç ve  alıları*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, s. 234-239.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. 2nd Edition, Blackwell, Oxford, 1-216.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A., 2007. Glossary of Pollen and Spore Terminology. Rev. Palaeobot. Palynol., 143: 1-81.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı 2 - Angiospermae (Kapalı Tohumlular) B l m1 İstanbul  niversitesi yayımları 3443, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayımları 386. ISBN: 975-404-094-X., 383 sayfa.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1994. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae - Angiospermae (Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü  ğrencileri için), İ. . Yay no: 3836, Orman Fakültesi Yay. no: 431, ISBN 975-404-363-9, 382 s.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae - Angiospermae (Orman Endüstri Müh. Bölümü  ğrencileri için), İ. . Yay. no: 4265, Orman Fakültesi Yay. no: 465, 382 sayfa.
- Zavada, M. S., Dilcher, D. L., 1986. Comparative Pollen Morphology and Its Relationship to Phylogeny of Pollen in the Hamamelidae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 73(2), 348-381.



## Bursa, Karacabey subasar ormanı kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarının organik karbon ve besin stokları

Temel Sarıyıldız<sup>1</sup>, Mert Tanı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 16/03/2024

Kabul Tarihi : 06/06/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1453879>

\*Sorumlu Yazar:

temel.sariyildiz@btu.edu.tr

### ÖZ

*Giriş ve Hedefler* Orman ekosistemlerinde ölü örtü ve topraklar organik karbon ile besinlerin en önemli havuzlarıdır. Bu havuzların karbon ve besin stoklarına etki eden faktörlerin doğru bir şekilde ortaya konulması, dünya çapında küresel iklim değişikliğiyle mücadele yanında ormanların doğru bir şekilde yönetilmesinde büyük bir ilgi görmektedir. Bununla beraber, subasar orman ekosistemlerine ait araştırma sonuçları sınırlıdır. Bu çalışmada, Bursa, Karacabey subasar ormanlarındaki saf kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarının organik karbon ile besin stoklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Ölü örtü örnekleme sulak (suyun yüzeyde uzun dönem kaldığı) ve karasal (suyun yüzeyde kısa dönem kaldığı) ortamdaki kızılağaçın iki farklı gelişme çağındaki (Kzc3 ve Kzd3) meşcerelerinde yapılmıştır. Toprak örnekleri de aynı ortamlarda beş farklı toprak derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm) alınmıştır. Alınan örnekler organik karbon ve besin konsantrasyonları bakımından analiz edilmiş ve sonrasında çalışma alanlarının organik karbon ve besin stokları (t/ha) hesaplanmıştır.

*Bulgular* Kızılağaç meşcerelerinde, ölü örtü birikiminin yüksek olduğu sulak ortam ile Kzc3 meşcerelerinde ölü örtü karbon ve besin stokları, karasal ortam ve Kzd3 meşcerelerinden daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, toprak organik karbon ve besin stokları da sulak ortamda yüksek belirlenmiştir. Bununla beraber, her iki ortamda, Kzc3 meşcerelerinin toprak organik karbon ve besin stokları Kzd3 meşcerelerine göre daha düşük tespit edilmiştir. Kızılağaç meşcerelerinde, organik karbon ve azotun mineral toprağın 0-30 cm derinlik kademesinde, diğer besinlerin ise daha çok mineral toprağın >30 cm derinlik kademesinde stoklandığı belirlenmiştir.

*Sonuçlar* Çalışma sonuçları, yüksek karbon ve besin stoklama potansiyeline sahip olduğu bilinen subasar orman ekosistemlerinin ölü örtü ve topraklarındaki organik karbon ve besin stoklarını ve etki eden faktörleri anlamaya yardımcı olacaktır. Ayrıca sonuçlar, subasar ormanların iklim değişikliğinin azaltılmasına katkısı ve etkisi ile subasar ormanlardaki besin döngüsü ve ağaç ve bitki örtüsünün geliştirilmesi ve planlanması kapsamında gelecekte yapılacak çalışmalara altlık oluşturabilecek öncül veriler sağlaması bakımından önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Kıyusal subasar ormanlar, Karbon havuzları, Makro ve mikro besinler, toprak derinliği

## Organic carbon and nutrients stocks in forest floor litter and soil of alder (*Alnus glutinosa* L.) stands in Bursa, Karacabey forested wetlands

### ABSTRACT

*Background and aims* Litter and soils are the most important pools of organic carbon and nutrients in forest ecosystems. The complete and accurate assessments of the carbon and nutrient stocks of these pools and the influencing factors is a major concern that has drawn widespread attention in the fight against global climate change and in the management of forests worldwide. However, research results on flooded forest ecosystems are limited. In this study, it was aimed to determine the organic carbon and nutrient stocks of the litter and soil of pure alder stands in Bursa, Karacabey forested wetlands.

*Methods* Litter sampling was carried out in alder stands at two different development ages (Kzc3 and Kzd3) in floodplain (where water remains on the surface for a long period) and terrestrial (where water remains on the surface for a short period) sites. Soil samples were taken from five different soil depth levels (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm) in the same sites. The samples were analyzed for organic carbon and nutrient concentrations, and then the organic carbon and nutrient stocks (t/ha) of the study sites were calculated.

*Results* Carbon and nutrient stocks of alder in the floodplain sites and Kzc3 stands with higher forest floor litter was higher than in terrestrial sites and Kzd3 stands. Soil organic carbon and nutrient stocks were also high in the floodplain sites. However, in both sites, soil organic carbon and nutrient stocks of Kzc3 stands were found to be lower than those of Kzd3 stands. It was seen that in alder stands, organic carbon and nitrogen were stored in the topsoil (0-30 cm), while other macro- and micro-nutrients were mostly stored in the subsoil (>30 cm).

*Conclusions* The results of this study will help to understand the organic carbon and nutrient stocks and impact factors in the litter and soil of forested wetland ecosystems. In addition, the results are important to provide preliminary data that can form a basis for studies within the scope of the contribution and impact of forested wetlands to the mitigation of climate change in the future, the development and planning of nutrient cycles and tree and vegetation cover.

**Key words:** Coastal forested wetlands, Karbon pools, Macro and micro nutrients, soil depths

*Bu makalaya atf:*

Sarıyıldız, T., Tanı, M., 2024. Bursa, Karacabey subasar ormanı kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarının organik karbon ve besin stokları. Orman Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 54-64.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Paris İklim Anlaşmasının karbon kaynaklarını ve yutaklarını dengeleme hedeflerine ulaşması için, Dünya'nın karbon açısından zengin ekosistemlerini korumak ve işleyişini anlamak kritik önem taşımaktadır (Griscom et al., 2017). Yüksek karbon stoklarına sahip ekosistemler arasında, sulak alanlar (bu alanların %60'ını subasar ormanlar oluşturmaktadır), karasal alanların yaklaşık %6'sını kaplamalarına rağmen, 1500-2400 PgC'lik küresel toplam toprak organik karbon (SOC) stokunun %30'undan fazlasını bünyelerinde barındırmaktadır (Jackson et al., 2017; Poulter et al., 2021; Zhang et al., 2021). Sulak alanlar aynı zamanda bulunduğu bölgede besin elementlerinin kaynağı, stoku ve su akışıyla bitişik ekosistemlere transferini sağlayabilen ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Tsfay et al., 2020).

Karasal orman ekosistemlerinde olduğu gibi, subasar ormanlarda da, ağaçlar, ölü örtü ve topraklar organik karbonun ve besin elementlerinin en önemli havuzlarını oluşturmaktadır. Ağaçlar kökleriyle topraktan su ve besinleri almakta, yapraklarında fotosentezle organik maddeyi üretmekte, ağaç bileşenlerinde (yaprak, dal, tohum, kabuk ve diğer kısımlar) üretilen organik maddeyi biriktirmekte, sonrasında döküntü ile ölü örtüye katılan ağaç bileşenlerinin ayrışması ile besin elementleri toprağa geri kazandırılmaktadır (Wang et al., 2017).

Subasar ormanlardaki bu biyojeokimyasal döngü küresel ölçekte de önemli olabilmektedir. Örneğin, artan besin elementi yoğunluğundan kaynaklı oligotrofik sulak alanların ötrofikasyonu, ilksel üretimi teşvik edebilmekte, yüksek ilksel üretimde, karbon yutakları sağlayan organik madde birikiminin artmasına neden olabilmektedir (artan karbon tutulumu) (Bledsoe et al., 2020). Yüksek karbon birikimi sonucunda, toprakta ve toprak suyundaki mikrobiyal faaliyetlerdeki artış, sera gazı üretimini artırabilmekte ve artan sera gazı üretimi de iklim değişikliği konusunda olumsuz geri bildirim neden olabilmektedir (Reddy et al., 2010). Besin yoğunluğuna bağlı olarak, yüksek miktarda organik madde birikimi, yüzey suyu kalitesini de etkileyebilmektedir (Ashby, 2002). Böylece, sulak alanlardaki biyojeokimyasal döngüler hem olumlu hem de olumsuz geri bildirimlere sahip olabilmektedir. Bu nedenlerle, sulak alan ekosistemi fonksiyonlarının oynadığı rollerin yeterli düzeyde anlaşılması, sulak alanların karbon ve ilgili besin elementleri için net yutak işlevi görüp görmediğinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir.

Türkiye orman ekosistemlerinin, toprak üstü (ağaç, ölü örtü, ölü odun) ve altında (toprak ve köklerde) stoklanan karbon miktarına yönelik çok sayıda çalışma bulunurken (bakınız derleme Tolunay ve Çömez, 2008), toprak makro ve mikro besin elementleri stokları ve etki eden faktörlere yönelik çalışmalara daha az rastlanmaktadır (Çakır ve Akburak, 2017; Sarıyıldız ve ark., 2022; Sarıyıldız ve Savacı, 2023). Türkiye subasar orman ekosistemlerinin karbon ve besinlerinin stoklandığı havuzlar (ağaç, ölü örtü ve toprak) ve bu havuzlara etki eden faktörlere (ağaç türü, meşcere gelişim çağı, toprak derinliği) yönelik çalışmalar ise, bilgimiz dahilinde bulunmamaktadır. Oysa, orman topraklarının baz katyonları ve mikro besin elementlerindeki değişiklikleri anlamak, stoklarını ortaya koymak, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği ve verimliliği üzerinde etkili olan faktörleri anlamada ve belirlemede yardımcı olabilmektedir (Richardson et al., 2017).

Hidrolojinin ve su birikiminin (subasar ortamın) ölü örtü miktarı üzerinde etkili olduğuna dair (özellikle ayrışma ve döküm miktarına bağlı olarak) literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Zhou et al., 2023). Subasar ortamlardaki anaerobik şartların, ölü örtü ayrışmasını yavaşlattığı ve büyük miktarda döküntü organik maddenin birikimine neden olduğu ve bu durumun toprakta stoklanan karbon miktarını etkilediği bildirilmiştir (Reddy and Patrick, 1975; Schlesinger, 1977; Day, 1982). Meşcere yaşı, ölü örtü miktarı ve toprak organik karbon stokunun değişiminde önemli bir faktör olmakla beraber, meşcere yaşı ile ölü örtü miktarı ve toprak organik karbon stoku arasındaki ilişki her zaman artış yönünde olmamaktadır. Bazı çalışmalarda, meşcere gelişim çağının sonlarına doğru meşcereler karbon bakımından nötr kalabilmekte (Dangal et al., 2017; Seedre et al., 2015), çok küçük miktarlarda karbon yakalayabilmekte (Jonard et al., 2017) yada karbon havuzunda bir azalma sergileyebilmektedir (Liu et al., 2013). Çalışma sonuçlarındaki farklılıklar, meşcere gelişme çağı veya yaşı ile orman ekosisteminin ölü örtü ve karbon stoku arasındaki ilişkilerin, ağaç türüne ve yetiştirme ortamı şartlarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Sarıyıldız et al., 2015; Jia et al., 2017).

Bu ilişkileri, Türkiye'nin en geniş subasar alanına sahip Bursa Karacabey Subasar ormanlarında nasıl gerçekleştiğini anlamak amaçlı, tarafımızdan TÜBİTAK destekli (1001 projesi, proje no: 121O702) bir proje gerçekleştirmiştir. Proje kapsamında Karacabey Subasar ormanlarının iki asli türü, dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) ve kızılgağaç (*Alnus glutinosa* L.) saf meşcerelerinde çalışılmış ve birçok veri elde edilmiştir. Bu çalışmada, sulak (suyun yüzeyde uzun dönem kaldığı) ve karasal (suyun yüzeyde kısa dönem kaldığı) ortamda yayılış gösteren iki farklı gelişim çağındaki (Kzc3 ve Kzd3) kızılgağaç meşcerelerinin ölü örtü ve toprak organik karbon ile makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin stoklarına ait bulguların sunulması ve konu ile ilgili literatürde yapılmış çalışmalarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanının tanımı

Türkiye'nin en geniş subasar alanına (3800 ha) (Akay ve ark., 2017) sahip Bursa Karacabey Subasar ormanlarında, dişbudaktan (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) sonra doğal ve saf meşcereler gösteren ikinci ağaç türü kızılgağaçtır (*Alnus glutinosa* L.). Çalışma, kızılgağacın c (Kzc3) ve d (Kzd3) gelişim çağındaki meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir.

Bölge, Akdeniz iklimi ile Karadeniz ikliminin kesiştiği alanda yer almakta olup, her iki iklim türünün özelliklerini yıl içinde yansıtmaktadır. Karacabey Meteoroloji İstasyonunun (yüksektisi 15 m) son 19 yıllık (2004-2023) verilerinin Thornthwaite yöntemi sonuçlarına göre çalışma alanı iklim tipi C1 B'2 s b'3: yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, okyanus iklimine yakındır. Çalışma alanına düşen yıllık yağış miktarı 577,6 mm'dir. Yağışın en düşük olduğu ay ağustos ayıdır (7,40 mm), en yüksek olduğu ay ise ocak ayıdır (81,3 mm). Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 15,4 oC dir. Ortalama sıcaklığın en

düşük olduğu ay ocak (5,8°C), en yüksek olduğu aylar temmuz (25,0°C) ve ağustos (25,3°C) aylarıdır.

Karacabey subasar ormanlarının çoğunluğu, Marmara Denizi ile buluşan Çapraz Çayı'nın batı kısmında kalmaktadır. Çayın denize döküldüğü alanın sağında (Arapçiftliği) ve solunda (Dalyan) iki lagün gölü yer almaktadır. Subasar ormanlar her ne kadar deniz seviyesinde olsa da, arazi yüzeyi düz olmayıp (muhtemelen yıllar içinde alana biriken veya taşınan sediment nedeniyle), kendi içinde tepelik bir yapı göstermektedir. Subasar ormanlarda var olan suyun en önemli kaynakları yağışlar başta olmak üzere, lagün göllerinin ve nehrin taşması, yeraltı suları ve deniz suyudur. Bu kaynaklardan beslenen subasar ormanlarında, yılın çoğu aylarında (9-10 ay) suyun toprak yüzeyinde kaldığı alanlar yanında yılın sadece birkaç ayında (2-3 ay) suyun toprak yüzeyinde kaldığı alanları görmek mümkündür. Suyun etkisini daha iyi anlayabilmek amaçlı, çalışma alanları suyun toprak yüzeyinde uzun dönem bulunduğu alanlardan (sulak ortam) ve kısa süre kaldığı alanlardan (karasal ortam) alınmıştır. Karacabey subasar ormanının bulunduğu bölgede farklı toprak tiplerine (kahverengi orman toprakları, alüvyal, kollüvyal, kıyasal allüvyal ve rendzina) rastlanmaktadır (Sarıyıldız and Tanı, 2023). Çalışmanın gerçekleştirildiği alanlarda hakim toprak tipi allüvyal topraklardır.

Sulak ve karasal ortamların her birinde, birbirinden en az 200 m uzaklıkta üçer adet 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>) genişliğinde örnekleme alanları alınmıştır. Meşcere gelişim çağ sınıfları da dikkate alınarak toplamda 12 örnek alanda [3 örnekleme alanı x 2 meşcere çağ sınıfı (Kzc3 x Kzd3) x 2 farklı çalışma alanı (sulak ve karasal ortam) = 12 adet örnekleme alanı] çalışma gerçekleştirilmiştir.

## 2.2 Meşcere özelliklerinin belirlenmesi

Örnekleme alanı içinde yer alan ağaçların çapları kumpas yardımıyla göğüs yüksekliğinden (d1,30 m) ölçülmüştür. Örnekleme alanında meşcereyi temsil edebilecek üç ağacın boyları dijital boy ölçer yardımıyla, yaşları ise artım burgusu kullanılarak yapılmış ve ölçümlerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı meşcere kapalılığının belirlenmesinde meşcere haritasından yararlanılmış olup, ayrıca arazide ağaçların toprak yüzeyini örtme durumları incelenerek teyit edilmiştir.

## 2.3 Ölü örtünün belirlenmesi

Her bir örnekleme alanında rastgele noktalarda oluşturulan 50 cm x 50 cm büyüklüğünde beş örnekleme ünitesinden mineral toprak üzerindeki ölü örtü yaprak, çürüntü ve humus tabakaları (L + F + H) belirgin sınırlar oluşturmadığı için tamamı birlikte ölü örtü olarak alınmıştır. Alınan örnekler plastik poşetlere konularak laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvara getirilen ölü örtü örnekleri etüvlerde 65°C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Örneklerin yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan elde edilen nem değerleri kullanılarak ölü örtü kuru ağırlığı belirlenmiş ve sonrasında miktarları hektara çevirme katsayısı (25) ile çarpılarak t/ha olarak miktarları hesaplanmıştır. Sonrasında, ölü örtü örneklerinin bir kısmı öğütülmüş ve kimyasal analize hazır

hale getirilmiştir. Öğütülen örnekler, poşetlere konularak analize kadar buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

## 2.4 Toprak örneklerinin alınması

Her bir örnekleme alanında bir adet toprak çukuru açılmıştır. Açılan toprak çukurlarından örnekleme beş farklı toprak derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm) yapılmıştır. Toprak derinlik kademeleri de dikkate alındığında toplamda 60 adet toprak örneği (2 ortam x 2 gelişme çağı x 3 tekrar alan x 5 derinlik kademesi =60 adet) alınmıştır.

Her derinlik kademesinin ortasından çelik silindir ile doğal yapısı bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Silindirler istenilen derinliğe kadar çakıldıktan sonra kenarları ve tabanı keskin bir bıçakla fazlalıklardan temizlenmiş ve polietilen torbalara yerleştirilmiştir. Laboratuvara getirilen doğal yapısı bozulmamış toprak örneklerinin hacim ağırlığı, kurutma fırınında 105°C'de 24 saat kurutulup hassas terazide tartıldıktan sonra hesaplanmıştır.

Toprak ve ölü örtünün toplam organik C ve N miktarı yakma yöntemi ile Bursa Teknik Üniversitesi Merkez laboratuvarında Eurovector EA3000-Single CNH-S elementer analiz cihazında tayin edilmiştir. Toprak ve ölü örtü örneklerinin (ayırışmanın son aşamasında toprak ile karışmış örnekler) makro ve mikro besin miktarı Spectro markalı Xepos II modeli olan XRF (X-Işını Floresans Spektrometresi) yardımıyla belirlenmiştir.

Topraktaki organik karbon (TOK), makro ve mikro besin stoku ise aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Lee et al., 2009):

TOK-stoğu ya da besin-stoğu: %TOK veya besin x Mi (t ha<sup>-1</sup>), Bu formülde verilen Mi, i inci toprak derinliğinde kuru toprağın kütlesini ifade etmekte olup, miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$Mi: BDi \times Ti \times 10^4$$

Bu formülde BDi, i toprak derinliğindeki toprak hacim ağırlığını (Kg m<sup>-3</sup>), Ti ise i toprak derinliğindeki toprak kalınlığını (m), 10<sup>4</sup> birim değişim faktörünü (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) ifade etmektedir.

## 2.5 İstatistiksel Analiz

Çalışmada örnekleme alanlarının ölü örtü ve topraklarının, karbon ve besin maddesi konsantrasyonu ve stoku bakımından meşcere gelişim çağları (c ve d) ve yetiştirme ortamı (sulak ve karasal ortam) arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda anlamlı farklılıklar bulunması durumunda, ortalamaların karşılaştırılması Duncan testi ile yapılmıştır. Verilere varyans analizi uygulanmadan önce normalite testi uygulanarak, Kolmogorov-Smirnov'a göre değerlendirme yapılmıştır. Veriler normal dağılım göstermediğinde, karekök, logaritmik veya ters dönüşüm yöntemlerinden biri kullanılmıştır. Buna rağmen veriler normal dağılım göstermediğinde Kruskal Wallis analizi ile denetlenmiştir. Kruskal Wallis testi ile farkların önemli bulunması halinde MannWhitney U testi ile işlem grupları ikili olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar  $\alpha=0,05$  olasılık düzeyinde istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik işlemler SPSS istatistik paket programı (IBM SPSS 20.0) kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Çalışma alanı meşcere özellikleri

Çalışma alanındaki sulak ve karasal ortamda yetişen kızılgağaç Kzc3 ve Kzd3 gelişme çağındaki meşcerelerinin bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Sulak ortamda, örnekleme alanlarındaki kızılgağaç ağaçlarının ortalama yaşları Kzc3 ve Kzd3 gelişme çağı için sırasıyla 49 ile 57 yıl, boyları 26,8 m ile 29,7 m ve çapları 26,2 cm ile 46,2 cm arasında belirlenirken, karasal ortamda, ortalama yaşları 43 ile 52 yıl, boyları 29,4 ile 32,2 m ve çapları 24,2 ile 39,4 cm olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 1.** Sulak ve karasal ortamda, c ve d çağındaki kızılgağaçta alınan örnekleme alanlarındaki örnek ağaçların ortalama çap, boy, yaş ve kapalılık değerleri

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Çap (1,3 m) Ort. ± S.S.	Boy (m) Ort. ± S.S.	Yaş (Yıl) Ort. ± S.S.	Tepe Kapalılığı
Sulak	Kzc3	26,2±1,56	26,8±1,51	49±3,12	Kapalı ve Tam kapalı
	Kzd3	46,2±2,67	29,7±1,07	57±1,21	3 (%71 - %100)
Karasal	Kzc3	24,2±0,56	29,4±2,11	43±1,12	Kapalı ve Tam kapalı
	Kzd3	39,4±1,17	32,2±2,47	52±3,33	3 (%71 - %100)

Ort: Ortalama, S.S: Standart sapma

#### 3.2 Ölü örtü miktarı

Örnekleme alanlarında ölü örtü miktarının (yaprak, dal, tohum, kabuk ve diğer kısımlara) ortalaması sulak ortamda Kzc3 meşcereleri için 7780 kg/ha, Kzd3 meşcereleri için 5770 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 4850 kg/ha ve 3490 kg/ha olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Meşcere gelişme çağı birlikte değerlendirildiğinde, sulak ortamda yetişen kızılgağaç meşcerelerinde ortalama ölü örtü miktarı 6780 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 4170 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, hem sulak hem de karasal ortamda yıllık döküntü miktarının Kzc3 meşcerelerinde Kzd3 meşcerelerine göre daha yüksek değer gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 meşcere çağındaki kızılgağaç meşcerelerinin ortalama ölü örtü miktarı (kg/ha)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Ölü örtü miktarı (kg/ha) Ort. ± S.S.
Sulak	Kzc3	7780d ± 420
	Kzd3	5770c ± 175
	<b>Ortalama</b>	<b>6780 ± 292</b>
Karasal	Kzc3	4850b ± 176
	Kzd3	3490a ± 30
	<b>Ortalama</b>	<b>4170 ± 151</b>

Sütunlardaki aynı küçük harfler, ölü örtü miktarının meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını (P>0,05) göstermektedir. Farklı harfler ise ortalama değerler itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir. Ort: Ortalama, S.S: Standart Sapma, Min: Minimum, Mak: Maksimum

#### 3.3. Ölü örtü makro ve mikro besin konsantrasyonu

Sulak ve karasal ortamda yetişen kızılgağaç Kzc3 ve Kzd3 meşcerelerindeki ölü örtünün içerdiği karbon ve makro besin

konsantrasyonu Çizelge 3, mikro besin konsantrasyonu ise Çizelge 4’te verilmiştir. Sulak ortamdaki kızılgağaç ölü örtüsünün ortalama C (%44,7), N (%1,46), Ca (%3,58), Mg (%0,653), P (%0,109), K (%0,364) ve S (%0,250) konsantrasyonu karasal ortamdaki ortalama C (%46,7), N (%3,08), Ca (%3,82), Mg (%0,790), P (%0,205), K (%0,717) ve S (%0,362) konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur. Sulak ve karasal ortamda Kzd3 meşcerelerinin ölü örtüsünde, azot hariç, karbon ve makro besin konsantrasyonu Kzc3 meşcerelerine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 meşcere çağındaki kızılgağaç meşcerelerinin ölü örtü karbon ve makro besin elementi konsantrasyonu (%)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	C	N	Ca	Mg	P	K	S
Sulak	Kzc3	44,2a	2,76b	3,22a	0,546a	0,101a	0,369a	0,246a
	Kzd3	45,2b	2,27a	3,94b	0,761b	0,136b	0,398a	0,285b
	<b>Ortalama</b>	<b>44,7</b>	<b>2,51</b>	<b>3,58</b>	<b>0,653</b>	<b>0,119</b>	<b>0,384</b>	<b>0,265</b>
Karasal	Kzc3	45,7b	3,39c	3,49a	0,745b	0,135b	0,484b	0,319b
	Kzd3	47,6c	2,97b	3,85b	0,936c	0,175c	0,551c	0,355c
	<b>Ortalama</b>	<b>46,7</b>	<b>3,18</b>	<b>3,67</b>	<b>0,840</b>	<b>0,155</b>	<b>0,517</b>	<b>0,337</b>

Sütunlardaki aynı küçük harfler, karbon ve makro besin elementi konsantrasyonlarının meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını (P>0,05) göstermektedir. Farklı harfler ise ortalama değerler itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

Makro besin elementlerinden farklı olarak, sulak ortamdaki kızılgağaç ölü örtüsünün Fe ve Mn haricindeki mikro besin konsantrasyonu karasal ortamdakinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Ortalama Na konsantrasyonu 3766 ppm, Cu 130 ppm, Zn 139 ppm, Cl 1421 ppm, Ni 75 ppm ve Co 12,9 ppm iken, karasal ortamda bu değerler sırasıyla, 3350, 26, 108, 2005, 27 ve 8,2 olarak daha düşük belirlenmiştir. Sulak ortamdaki ölü örtüde Fe ve Mn konsantrasyonu sırasıyla 4220 ve 214 ppm iken, karasal ortama bu değerler sırasıyla 4822 ve 668 ppm olarak bulunmuştur. Sulak ortamda Cu ve Ni haricinde diğer mikro besin elementleri Kzd3 meşcerelerindeki ölü örtüde daha yüksek olma yönünde olurken, karasal ortamda Kzd3 meşcerelerindeki ölü örtüde sadece Zn hariç, diğer mikro besin konsantrasyonları Kzc3 meşcerelerine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 meşcere çağındaki kızılgağaç meşcerelerinin ölü örtü mikro besin elementi konsantrasyonu (ppm)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Ni	Co
Sulak	Kzc3	3564a	125a	3456b	135b	115a	1325a	125b	12,4b
	Kzd3	4876bc	303b	4075c	125b	163b	1516b	25a	13,3b
	<b>Ortalama</b>	<b>4220</b>	<b>214</b>	<b>3766</b>	<b>130</b>	<b>139</b>	<b>1421</b>	<b>75</b>	<b>12,9</b>
Karasal	Kzc3	4578b	547c	3120a	22a	113a	1879c	25a	6,8a
	Kzd3	5065c	788d	3580b	29a	103a	2131d	29a	9,5a
	<b>Ortalama</b>	<b>4822</b>	<b>668</b>	<b>3350</b>	<b>26</b>	<b>108</b>	<b>2005</b>	<b>27</b>	<b>8,2</b>

#### 3.4. Ölü örtü makro ve mikro besin stoku

Sulak ve karasal ortamda yetişen kızılgağaç Kzc3 ve Kzd3 meşcerelerindeki ölü örtünün içerdiği karbon ve makro besin stoku Çizelge 5, mikro besin stoku ise Çizelge 6’da verilmiştir. Sulak ortamdaki kızılgağacın ölü örtüsünün karbon ve makro besin stoku değerleri karasal ortama göre daha yüksek



bulunmuştur (Çizelge 5). Her iki yetiştirme ortamında da Kzc3 meşcerelerindeki C, N, Ca, K ve S stoku değerleri Kzd3 meşcerelerine göre daha yüksek belirlenirken, Mg ve P stoklarının Kzc3 ve Kzd3 meşcereleri arasında önemli bir değişiklik göstermediği tespit edilmiştir.

Ölü örtü mikro besin elementi stoku, sulak ortamda, Mn hariç, karasal alana göre daha yüksek belirlenmiştir. Sulak ortamında da Kzc3 meşcerelerindeki Na, Cu, Cl, Ni ve Co stoku, Kzd3 meşcerelerine göre daha yüksek iken, Fe ve Mn stoku daha düşük, Zn stoku ise iki meşcere gelişme çağı arasında önemli bir değişiklik göstermemiştir (Çizelge 6). Karasal ortamda ise Kzc3 meşcerelerindeki Fe, Na, Zn, Cl ve Ni stoku daha yüksek iken, Mn, Cu ve Co iki meşcere gelişme çağı arasında önemli bir değişiklik göstermemiştir.

**Çizelge 5.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 gelişme çağındaki kızılgaç meşcerelerinin ölü örtü karbon ve makro besin stoku (kg/ha).

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	C	N	Ca	Mg	P	K	S
Sulak	Kzc3	3439d	215d	2501d	425b	79b	287c	191c
	Kzd3	2608c	131b	2273c	439b	78b	230b	165b
	<b>Ortalama</b>	<b>3028</b>	<b>170</b>	<b>2424</b>	<b>443</b>	<b>79</b>	<b>260</b>	<b>180</b>
Karasal	Kzc3	2216b	164c	1690b	361a	65a	235b	155b
	Kzd3	1661a	104a	1342a	326a	61a	192a	124a
	<b>Ortalama</b>	<b>1945</b>	<b>133</b>	<b>1529</b>	<b>350</b>	<b>64</b>	<b>216</b>	<b>140</b>

Sütünlardaki aynı küçük harfler, karbon ve makro besin stoklarının meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını ( $P>0,05$ ) göstermektedir. Farklı harfler ise ortalama değerler itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

**Çizelge 6.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 gelişme çağındaki kızılgaç meşcerelerinin ölü örtü mikro besin stoku (kg/ha)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Ni	Co
Sulak	Kzc3	27,7c	0,97a	26,8d	1,05c	0,90b	10,3c	0,98c	0,10b
	Kzd3	28,1c	1,75b	23,5c	0,72b	0,94b	8,7ab	0,14b	0,08b
	<b>Ortalama</b>	<b>28,6</b>	<b>1,45</b>	<b>25,5</b>	<b>0,88</b>	<b>0,94</b>	<b>9,6</b>	<b>0,51</b>	<b>0,09</b>
Karasal	Kzc3	22,2b	2,65c	15,1b	0,10a	0,55a	9,1bc	0,12ab	0,03a
	Kzd3	17,7a	2,75c	12,5a	0,10a	0,36a	7,4a	0,10a	0,03a
	<b>Ortalama</b>	<b>20,1</b>	<b>2,79</b>	<b>14,0</b>	<b>0,11</b>	<b>0,45</b>	<b>8,4</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>

Sütünlardaki aynı küçük harfler, mikro besin stoklarının meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını ( $P>0,05$ ) göstermektedir.

### 3.5. Toprak karbon ve makro besin konsantrasyonu

Çalışmada sulak ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak karbon konsantrasyonu ortalama %4,66 belirlenirken, Kzd3 meşcerelerinde %4,24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7). Karasal ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak karbon konsantrasyonu %3,14, Kzd3 meşcerelerinde bu değer %4,24 bulunmuştur.

Sulak ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak N, Ca, Mg, P, K ve S konsantrasyonları sırasıyla %0,35; 1,16; 1,71; 0,07, 0,77 ve 0,06 olarak belirlenirken, Kzd3 meşcere topraklarında bu değer sırasıyla %0,62; 1,10; 1,94; 0,11, 0,92 ve 0,09 olarak belirlenmiştir. Karasal ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak N, Ca, Mg, P, K ve S konsantrasyonları sırasıyla %0,26; 0,96; 1,41; 0,07, 0,63 ve 0,06 olarak belirlenirken, Kzd3 meşcere topraklarında bu değer sırasıyla %0,39; 1,09; 1,61; 0,08, 0,79 ve 0,07 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 7.** Sulak ve karasal ortamda, Kzc3 ve Kzd3 meşcere gelişme çağındaki kızılgaçta toprak karbon ve makro besin elementi konsantrasyonu (%)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Toprak derinliği (cm)	C	N	Ca	Mg	P	K	S
Sulak	Kzc3	0-10	7,26b	0,50a	1,70b	2,27a	0,12a	1,19ab	0,08a
		10-20	6,55b	0,50b	1,23b	2,07b	0,09a	0,93bc	0,07a
		20-30	5,68b	0,44b	1,12a	1,78b	0,07b	0,74b	0,06a
		30-60	2,55b	0,22b	0,98b	1,32b	0,04b	0,58ab	0,05b
		60-100	1,24b	0,11a	0,77b	1,12bc	0,03a	0,41b	0,04b
		<b>0-100</b>	<b>4,66a</b>	<b>0,35b</b>	<b>1,16a</b>	<b>1,71bc</b>	<b>0,07a</b>	<b>0,77b</b>	<b>0,06ab</b>
	Kzd3	0-10	6,78a	0,80b	1,63b	2,52b	0,14a	1,15a	0,15c
		10-20	5,47a	0,75c	1,31b	2,23b	0,12a	1,11c	0,12b
		20-30	4,67b	0,95c	1,03a	1,95c	0,10b	0,91b	0,07a
		30-60	2,79b	0,35c	0,87b	1,64b	0,10c	0,78c	0,07b
		60-100	1,47b	0,24b	0,64b	1,36c	0,06b	0,64c	0,04b
		<b>0-100</b>	<b>4,24a</b>	<b>0,62c</b>	<b>1,10a</b>	<b>1,94c</b>	<b>0,11b</b>	<b>0,92c</b>	<b>0,09c</b>
Karasal	Kzc3	0-10	6,89a	0,57a	1,33a	1,98a	0,13a	0,95ab	0,10b
		10-20	5,12a	0,36a	1,13a	1,66a	0,12a	0,83a	0,08a
		20-30	2,15a	0,22a	0,93a	1,43a	0,04a	0,54a	0,07a
		30-60	1,02a	0,10a	0,76a	1,10a	0,02a	0,55a	0,03a
		60-100	0,51a	0,04a	0,65b	0,87a	0,01a	0,31a	0,02a
		<b>0-100</b>	<b>3,14a</b>	<b>0,26a</b>	<b>0,96a</b>	<b>1,41a</b>	<b>0,07a</b>	<b>0,63a</b>	<b>0,06a</b>
	Kzd3	0-10	8,78b	0,75b	1,86b	2,16a	0,15a	1,24b	0,11b
		10-20	7,26b	0,59b	1,31b	1,77a	0,12a	0,78a	0,09a
		20-30	3,14a	0,36b	1,12a	1,75b	0,09b	0,82b	0,07a
		30-60	1,45a	0,16a	0,74a	1,22a	0,05b	0,64bc	0,06b
		60-100	0,55a	0,08a	0,41a	1,16b	0,02a	0,46b	0,03a
		<b>0-100</b>	<b>4,24a</b>	<b>0,39b</b>	<b>1,09a</b>	<b>1,61b</b>	<b>0,08a</b>	<b>0,79b</b>	<b>0,07bc</b>

Sütünlardaki aynı küçük harfler, toprak karbon ve makro besin konsantrasyonlarının derinlik kademesine göre meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını ( $P>0,05$ ) göstermektedir. Farklı harfler ise ortalama değerler itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

Sulak ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co konsantrasyonları sırasıyla %2,32; 0,023; 1,81; 0,0058, 0,0097, 0,028, 0,012 ve 0,010 olarak belirlenirken, Kzd3 meşcere topraklarında bu değer sırasıyla %2,74; 0,031; 1,94; 0,0074, 0,0134, 0,044, 0,015 ve 0,014 olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Karasal ortamda Kzc3 meşcerelerinde toprak Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co konsantrasyonları sırasıyla %1,27; 0,015; 1,57; 0,0039, 0,0082, 0,0228, 0,0091 ve 0,0074 olarak belirlenirken Kzd3 meşcere topraklarında bu değer sırasıyla %1,74; 0,024; 1,82; 0,0053, 0,0103, 0,0345, 0,0123 ve 0,0120 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 8.** Sulak ve Karasal Ortamda, Kzc3 ve Kzd3 meşcere gelişme çağındaki kızılgaçta toprak mikro besin elementi konsantrasyonu (%)

Yetiştirme Ortamı	Meşcere Tipi	Toprak Derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Ni	Co
Subsuar ortam	Kzc3	0-10	2,78b	0,032b	2,36b	0,0088b	0,0143b	0,037a	0,016a	0,014a
		10-20	2,55b	0,029b	2,12a	0,0067b	0,0121a	0,032a	0,011a	0,012a
		20-30	2,31b	0,022b	1,78bc	0,0048a	0,0102a	0,026a	0,010b	0,008a
		30-60	2,11b	0,019b	1,67b	0,0057bc	0,0098b	0,026c	0,008b	0,007b
		60-100	1,87c	0,011b	1,14b	0,0032a	0,0023a	0,018a	0,016a	0,005a
		<b>0-100</b>	<b>2,32c</b>	<b>0,023b</b>	<b>1,81b</b>	<b>0,0058b</b>	<b>0,0097a</b>	<b>0,028a</b>	<b>0,012b</b>	<b>0,010b</b>
	Kzd3	0-10	3,78c	0,044c	2,34b	0,0099b	0,0184c	0,067b	0,022b	0,018b
		10-20	3,11c	0,038c	2,18a	0,0081b	0,0164c	0,048b	0,015b	0,015b
		20-30	2,55b	0,029b	1,89c	0,0065b	0,0194c	0,032b	0,013b	0,013b
		30-60	2,26b	0,025c	1,76b	0,0069c	0,0094b	0,003a	0,012b	0,012b
		60-100	1,98c	0,018c	1,54c	0,0055b	0,0036b	0,067b	0,015a	0,010b
		<b>0-100</b>	<b>2,74c</b>	<b>0,031c</b>	<b>1,94b</b>	<b>0,0074c</b>	<b>0,0134b</b>	<b>0,044b</b>	<b>0,015b</b>	<b>0,014c</b>
Karasal ortam	Kzc3	0-10	1,68a	0,022a	2,12a	0,0067a	0,0112a	0,032a	0,011a	0,013a
		10-20	1,46a	0,023a	1,97a	0,0045a	0,0111a	0,031a	0,008a	0,011a
		20-30	1,31a	0,012a	1,56a	0,0036a	0,0108a	0,022a	0,006a	0,006a
		30-60	1,22a	0,009a	1,42a	0,0027a	0,0058a	0,019b	0,005a	0,004a
		60-100	0,68a	0,007a	0,78a	0,0022a	0,0023a	0,010a	0,016a	0,002a
		<b>0-100</b>	<b>1,27a</b>	<b>0,015a</b>	<b>1,57a</b>	<b>0,0039a</b>	<b>0,0082a</b>	<b>0,023a</b>	<b>0,0091a</b>	<b>0,007a</b>
	Kzd3	0-10	2,78b	0,036c	2,31b	0,0076a	0,0134b	0,047b	0,019b	0,015a
		10-20	2,11b	0,031bc	2,08a	0,0051a	0,0134b	0,034a	0,011a	0,013a
		20-30	1,55a	0,022b	1,69ab	0,0055b	0,0144b	0,031b	0,010b	0,012b
		30-60	1,26a	0,015b	1,67b	0,0049b	0,0067a	0,013b	0,006a	0,010b
		60-100	0,98b	0,018c	1,34c	0,0035a	0,0036b	0,047b	0,015a	0,010b
		<b>0-100</b>	<b>1,74b</b>	<b>0,024b</b>	<b>1,82b</b>	<b>0,0053b</b>	<b>0,0103a</b>	<b>0,035b</b>	<b>0,012b</b>	<b>0,012b</b>

Sütünlardaki aynı küçük harfler, toprak mikro besin konsantrasyonlarının derinlik kademesine göre meşcere tipleri arasında fark bulunmadığını ( $P>0,05$ ) göstermektedir. Farklı harfler ise ortalama değerler itibarıyla istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

### 3.7 Toprak karbon ve makro besin stoku

Sulak ortam Kzc3 meşçeresinde toprak organik karbon (TOK) stoku (263,4 t/ha), Kzd3 meşçeresinden (303,4 t/ha) daha düşük bulunmuştur (Şekil 1a). Karasal ortamdaki TOK stoku ise, sulak ortama göre daha azdır. Bununla beraber, karasal ortamda da Kzd3 meşçerelerinin TOK stoku, Kzc3 meşçerelerinden daha yüksektir. Karasal ortam Kzc3 meşçeresinde TOK stoku 176,6 t/ha iken, Kzd3 meşçeresinde 259,7 t/ha olarak tespit edilmiştir.

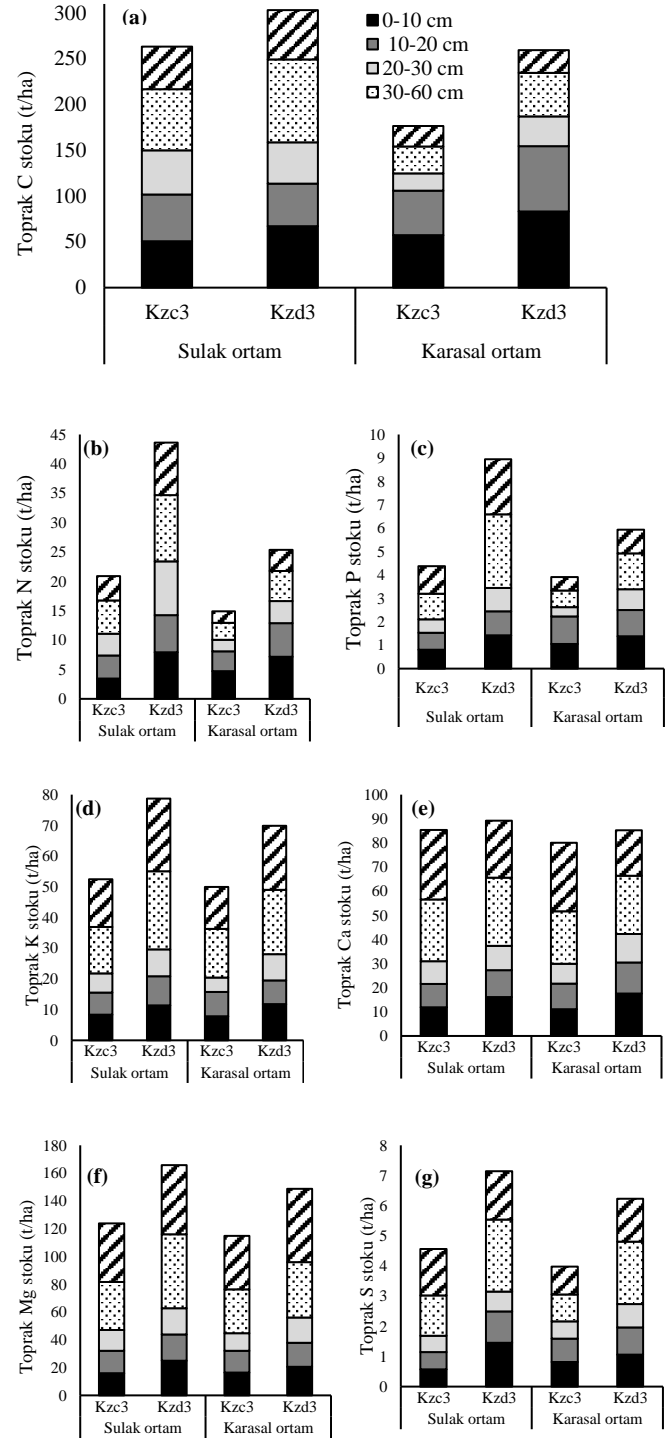
Toprak derinliğine bağlı olarak her iki ortamda da TOK stokunda azalma belirlenmiştir. Sulak ortamdaki Kzc3 ve Kzd3 meşçereleri için belirlenen toplam organik karbonun yaklaşık %55'i mineral toprağın 0-30 cm derinliğinde, %45'u ise mineral toprağın 30-100 cm derinliğinde stoklanmaktadır. Bu oranlar karasal ortamda, %71 üst toprak ve %29 alt toprak olarak hesaplanmıştır.

Sulak ortamdaki toprakların toplam azot (TA) stoku, TOK stokunda olduğu gibi, karasal ortamdaki Kzc3 ve Kzd3 meşçerelerinde Kzc3 meşçerelerinden daha fazladır. Sulak ortam Kzc3 ve Kzd3 meşçerelerinde TA stoku sırasıyla 20,9 ve 43,6 t/ha iken, karasal ortamda bu değerler sırasıyla 14,4 ve 25,3 t/ha olarak bulunmuştur.

Toprak azot stoku da derinliğe bağlı olarak her iki ortamda azalma göstermiştir (Şekil 1b). Sulak ortamdaki Kzc3 ve Kzd3 meşçerelerinde, toplam azotun yaklaşık %54'ü mineral toprağın 0-30 cm derinliğinde, %46'sı ise mineral toprağın 30-100 cm derinliğinde stoklanırken, karasal ortamda bu oranlar sırasıyla %67 ve %33 olarak hesaplanmıştır.

Toprak P, K, Mg, Ca ve S stokları da sulak ortamda ve Kzd3 meşçerelerinde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1c-g). Sulak ortamdaki Kzc3 meşçerelerinde toprak P, K, Mg, Ca ve S stoku sırasıyla 4,38; 52; 124; 85 ve 4,56 t/ha iken Kzd3 meşçerelerinde bu değerler sırasıyla 8,94; 79; 166; 89 ve 7,14 t/ha olarak belirlenmiştir. Karasal ortam Kzc3 meşçereleri değerleri ise sırasıyla 3,91; 50; 115; 80 ve 3,98 t/ha iken Kzd3 meşçerelerinde sırasıyla 5,93; 70; 149; 85 ve 6,22 t/ha olarak tespit edilmiştir.

Toprak C ve N stoklarına tezat olarak, diğer makro besin stoklarına alt toprakların katkı oranları üst topraklardan daha yüksek bulunmuştur. Sulak ortamda alt toprakların katkı yüzdeleri P, K, Mg, Ca ve S için sırasıyla %56, 60, 62, 61 ve 59 iken karasal ortamda alt toprakların katkısı sırasıyla %52, 59, 62, 56 ve 51 olmuştur.



Şekil 1. Sulak ve Karasal Ortamda, c ve d gelişme çağındaki kızılgaç meşçerelerinin toprak karbon ve makro besin stoklarının toprak derinlik kademelerine göre değişimi (t/ha)

### 3.8 Toprak mikro besin stoku

Toprak mikro besin stokları da sulak ortamda ve Kzd3 meşçerelerinde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 2a-h). Sulak ortamdaki Kzc3 meşçerelerinde toprak Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co stoku sırasıyla 177; 1,48; 129; 0,40; 0,59; 1,99; 1,05 ve 0,62 t/ha iken Kzd3 meşçerelerinde bu değerler sırasıyla 197; 2,08; 147; 0,55; 0,77; 3,61; 1,21 ve 1,03 t/ha olarak belirlenmiştir. Karasal ortam Kzc3 meşçereleri değerleri ise

sırasıyla 87; 0,90; 105; 0,25; 0,47; 1,46; 0,89 ve 0,41 t/ha iken Kzd3 meşcerelerinde sırasıyla 114; 1,68; 135; 0,38; 0,60; 2,88; 1,00 ve 0,92 t/ha olarak tespit edilmiştir.

Mikro besin stoklarına, makro besin stoklarında olduğu gibi (N hariç), alt toprakların katkı oranları üst topraklardan daha yüksek bulunmuştur. Sulak ortamda alt toprakların katkı yüzdeleri Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co için sırasıyla %66, 60, 66, 65, 51, 68, 72 ve 62 iken karasal ortamda alt toprakların katkısı sırasıyla %60, 57, 64, 61, 51, 64, 75 ve 57 olmuştur.

## 4. Tartışma

### 4.1 Ölü örtü miktarı, karbon ve besin stokları

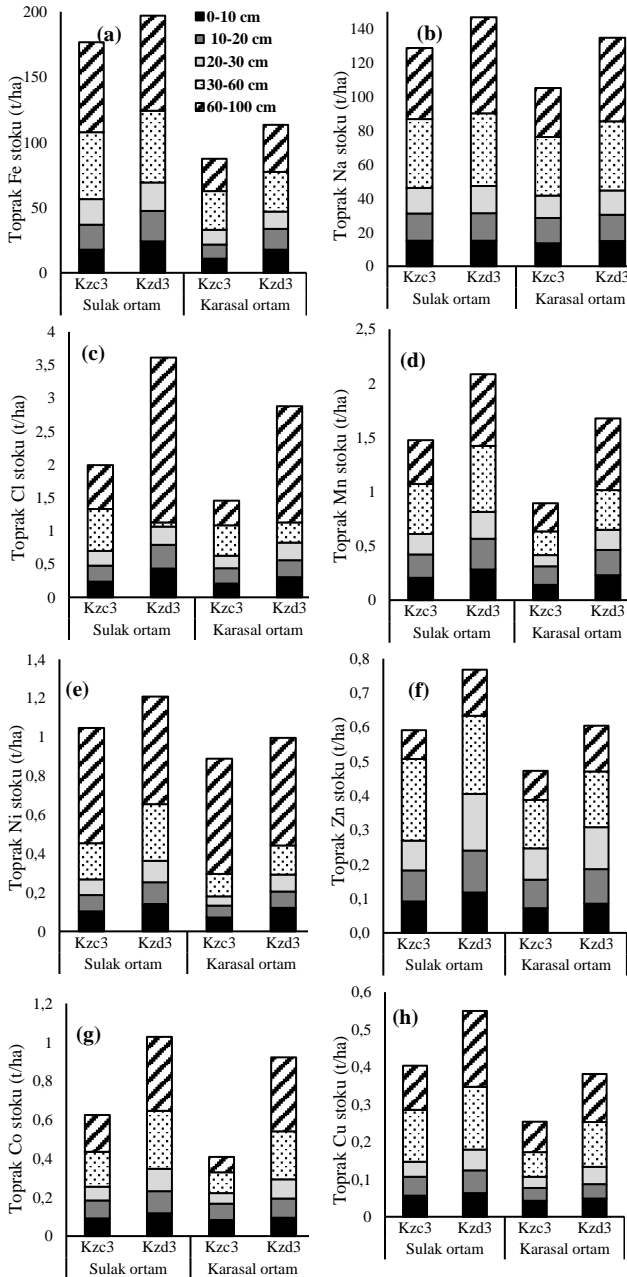
Hem sulak ve hem de karasal ortamdaki kızılgağaç meşcerelerinin ölü örtü miktarına ait bulgular (sırasıyla 6780 kg/ha ve 4170 kg/ha) genel olarak Türkiye’de karasal orman ekosistemlerinin geniş ve iğne yapraklı türleri için bildirilen ortalama değerden (8200 kg/ha) (Tolunay ve Çömez, 2008) daha düşük bulunmuştur. Karasal orman ekosistemlerinden, kızılgağaç için bildirilen ölü örtü miktarına ait bulgularda da ölü örtü miktarının karasal orman ekosistemlerinde, subasar orman ekosistemlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, Chapman (1986) tarafından İngiltere’de karasal orman ekosisteminde 30 yaşındaki saf kızılgağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcereleri için bildirdiği ölü örtü miktarı 25,8 t/ha’dır. Homann et al. (1992) tarafından Washington, USA, karasal orman ekosisteminde 50 yaşındaki saf kızılgağaç (*Alnus rubra*) meşcereleri için bildirdiği ölü örtü miktarı 79,6 t/ha’dır.

Karacabey subasar ormanlarında dişbudak için belirlenen ölü örtü miktarları da, dişbudakın yetiştiği karasal orman ekosistemleri ile karşılaştırıldığında daha düşük tespit edilmiştir. Hem sulak ve hem de karasal ortamdaki dişbudak meşcerelerinin ölü örtü miktarına ait bulgular sırasıyla 3580 kg/ha ve 1580 kg/ha’dır. Binkley and Valentine (1991) tarafından Connecticut, USA’de karasal orman ekosisteminde 50 yaşındaki saf dişbudak (*Fraxinus pennsylvanica*) meşcereleri için bildirdiği ölü örtü miktarı 24,5 t/ha’dır.

Orman ekosistemlerinde, toprak yüzeyindeki ölü örtü miktarının azlığı veya çokluğu üzerinde rol oynayan iki önemli olaydan birisi döküntü miktarı, ikincisi ise ölü örtü ayrışma süreçleridir. Ölü örtü ayrışması, orman ekosisteminde karbon ve besinlerin salıverilmesinde rol oynayan önemli bir süreç iken, döküntü hem miktar olarak hem de kimyasal kalite (C, N, lignin, selüloz içeriği) olarak ölü örtü ayrışma süreçlerinin hızlanmasında ve yavaşlamasında etkin rol oynamaktadır (Couteaux et al., 1995).

Bu çalışmada, subasar ormanlarındaki ölü örtü miktarının karasal ormanlardan daha düşük bulunması, konu ile ilgili yapılan çalışmalarda (Brinson et al., 1981; Larmola et al., 2006) ifade edildiği üzere, subasar ortamdaki yüksek nem sebebiyle, ölü örtüde kolaylaşan yıkanma ve parçalanmanın yanında subasar ortamdaki su tablasındaki periyodik dalgalanmanın ayrışmayı gerçekleştiren organizmaların aktifliğini artırarak ölü örtü ayrışmasını hızlandırmasına bağlanmıştır. Çalışma alanı subasar ortamındaki ölü örtü ayrışma süreçlerinin, Türkiye karasal orman ekosistemi ölü örtü ayrışma süreçlerinden, daha hızlı olduğu, bu bölgede Tübitak 1001 projesi kapsamında tarafımızca yürütülen ölü örtü ayrışma deneyi sonuçlarıyla da teyit edilmiştir (henüz yayınlanmamış). Homann et al., (1992) da karasal orman ekosisteminde 50 yaşındaki saf kızılgağaç (*Alnus rubra*) meşcerelerinin yüksek ölü örtü miktarının yıllık döküntü miktarının fazlalığı yanında ayrışmanın düşük olmasına bağlamışlardır.

Karasal orman ekosistemlerine göre, subasar ormanlarda, ayrışma süreçlerinin daha hızlı meydana gelmesi sonucunda, ölü örtü miktarının daha az olmasına yönelik bulgular, literatürdeki sonuçları destekler yönde olmakla beraber, subasar ormanlarda ayrışma süreçlerinin ve ölü örtü miktarının tüm alanda aynı olmadığı, meşcere gelişme çağı ile suyun toprak yüzeyinde



**Şekil 2.** Sulak ve Karasal Ortamda, c ve d Gelişme Çağındaki Kızılgağaç Meşcerelerinin Toprak Mikro Besin Stoklarının Toprak Derinlik Kademelerine Göre Değişimi (t/ha)

kalış durumuna göre de önemli değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir.

Bulgulara, kızılğaç meşcerelerinin ölü örtü miktarı sulak ortamda (suyun toprak yüzeyinde daha uzun süre kaldığı ortamlar) ve Kzc3 meşcerelerinde, karasal ortama (suyun toprak yüzeyinde kısa süre kaldığı ortamlar) ve Kzd3 meşcerelerine göre daha fazla bulunmuştur. Benzer durum, Karacabey subasar ormanlarındaki dişbudak meşcereleri içinde geçerlidir (yayın aşamasında). Bu durumun iki temel nedenden kaynaklandığı değerlendirilmiştir: (1) Sulak ortam ve Kzc3 meşcerelerindeki döküntü miktarının, karasal ortamdaki ve Kzd3 meşcerelerinden daha fazla olması (Tübitak projesi, henüz yayınlanmamış), (2) çalışma alanı sulak ortamda ölü örtü ayrışmasının, çalışma alanı karasal ortama göre daha yavaş olmasıdır (Tübitak projesi, henüz yayınlanmamış). Suyun toprak yüzeyinde uzun süre kaldığı ortamlarda, çok yüksek nem miktarı nedeniyle, anoksik ve soğuk koşullar altında ölü örtü ayrıştırıcılarının solunumu azaldığı ve ölü örtü ayrışmasının engellendiği bildirilmiştir (Torremorell and Gantes, 2010; Fonseca et al., 2013).

Ölü örtü ayrışmasının daha hızlı gerçekleştiği subasar orman ekosistemlerinde, karasal orman ekosistemlere göre daha düşük ölü örtünün bulunması, ölü örtü karbon ve besin maddesi stoklarının karasal orman ekosistemlerine göre daha düşük belirlenmesine neden olabilmektedir. Bulgulara kızılğaç ölü örtüsünün C, N, P, K, Ca, Mg ve S stoku sulak ortamda sırasıyla 3020, 170, 79, 260, 2424, 443 ve 180 kg/ha, karasal ortamda sırasıyla 1945, 133, 64, 216, 1529, 350 ve 140 kg/ha olarak belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılmış geniş yapraklı karasal orman ekosistemlerinin ve ağaç türlerinin ölü örtüsündeki C ve besin stoklarına ait sonuçlar incelendiğinde, örneğin, subasar ormanı kızılğaç meşcerelerinin ölü örtüsünde stokladığı karbon miktarının, Türkiye'nin geniş yapraklı karasal ormanlarının ölü örtüsünün stokladığı ortalama organik karbon miktarıyla (3100 t/ha) (Tolunay ve Çömez, 2008) benzer veya ona yakın olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, Dünya geneli farklı karasal orman ekosistemlerine ait değerlerle bulgular karşılaştırıldığında, karasal orman ekosistemlerinin yüksek ölü örtü miktarı nedeniyle, subasar ortamı kızılğaç meşcerelerine ait karbon ve besin stoklarına ait değerler daha düşük bulunmuştur. Örneğin, Foster and Bhatti (2006), boreal iğne yapraklı, ılıman geniş yapraklı ve tropikal yağmur ormanlarının ölü örtüsünde stoklanan karbonun sırasıyla 37-113 t/ha, 42-105 t/ha ve 7-72 t/ha arasında değiştiğini bildirmiştir. Cole and Rapp (1981) boreal iğne yapraklı, boreal geniş yapraklı, ılıman iğne yapraklı, ılıman geniş yapraklı ve Akdeniz bölgesi için ölü örtü miktarının içerdiği azotu hektarda kg olarak sırasıyla 617 (ölü örtü miktarı 114 t/ha), 548 (69 t/ha), 681 (75 t/ha), 377 (22 t/ha) ve 515 (52 t/ha) olarak bildirmiştir. Mahendrappa and Kingston (1980) geniş yapraklı ağaç türlerinden çınar, huş ve kavak için ölü örtüsünün (parantez içinde) azot miktarını sırasıyla 902 (ölü örtü miktarı 51 t/ha), 870 (65 t/ha) ve 2518 (139 t/ha) kg/ha olarak bildirmiştir.

Benzer şekilde geniş yapraklı karasal orman ekosistemlerinin ölü örtü mikro besin stoklarında, subasar ormanı kızılğaç meşcerelerinin ölü örtüsünün mikro besin stokundan daha yüksek olduğu görülmektedir. Balboa-Murias et al. (2006) karasal meşe ormanlarındaki ölü örtü miktarını hektarda 79 ton, ölü örtüdeki mikro besin (Fe, Mn, Zn, Cu ve Ni) stoklarını ise sırasıyla 0,65; 0,045; 0,0031; 0,00071 ve 0,00071 t/ha olarak bildirmiştir. Bulgulara kızılğaç ölü

örtüsünün Fe, Mn, Zn, Cu ve Ni stoklarını sulak ortamda sırasıyla 0,029; 0,0015; 0,00094; 0,00088 ve 0,00051 t/ha, karasal ortamda sırasıyla 0,020; 0,0027; 0,00045; 0,00011 ve 0,00011 t/ha olarak belirlenmiştir. Bulgular Balboa-Murias ve ark. (2006) tarafından bildirilen değerlerden daha düşüktür.

#### 4.2 Toprak karbon ve besin stokları

Kara ve deniz arasındaki ara bölgede yer alan ve orman ağaçları başta olmak üzere farklı bitki örtüsüyle kaplı kıyı subasar ormanları, küresel karbon ve besin döngülerinde önemli rol oynayan dinamik ekosistemler olarak ifade edilmektedir (Duarte et al., 2013). Bu ekosistemler atmosferden önemli miktarda karbondioksiti (CO<sub>2</sub>) absorbe etmeleri yanında, bulunduğu çevreden sızarak ya da erozyonla gelen besin maddelerini yakalayan ortamlardır (Sanders et al., 2014; Atwood et al., 2017).

Arazi değişikliğinin Karacabey subasar ormanların toprak organik karbon ve toplam azot stoklarına etkisinin incelendiği çalışmada, Sarıyıldız ve ark. (2022), karbon ve toplam azot stokunu 130 cm toprak derinliği için kızılğaçta sırasıyla 405 ve 34,4 t/ha, dişbudakta 393 ve 26,2 t/ha, meşede 293 ve 28,6 t/ha olarak bildirirken, çevre kızılçam meşcerelerindeki stoklar sırasıyla 161 ve 15,9 t/ha olarak tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri kıtasının kıyı ekosistemlerinin stokladığı organik karbon miktarı üzerine yapılan meta-analizinde, Holmquist ve ark. (2018) sulak alanların ortalama karbon stokunu 100 cm toprak derinliği için 270 t/ha olarak bildirmiştir. Sulak alanlarda toplam azot stoklarına ait çalışmalar oldukça az sayıda olmakla beraber, bölgesel değerlendirmeler üzerine yapılan çalışmalarda subasar alanların yüksek azot stoklarına sahip olduğu bildirilmiştir (Breithaupt et al., 2014; Sanders et al., 2014; Saderne et al., 2020).

Araştırmacılar, sulak alanlardaki azot stoku miktarının belirlenmesinin önemli olduğunu, çünkü azotun kullanılabilir olmasının, kıyı bitki örtüsünün ilksel verimliliğini yükselttiği ve toprağın organik karbon (SOC) depolamasını arttıracak alg büyümesini desteklediğini ifade etmişlerdir (Lovelock et al., 2007; Reddy and DeLaune, 2008). Bununla beraber, fazla besin yüklemenin, organik maddenin mineralizasyonunu arttırdığı ve bu ekosistemlerdeki karbon stoklarını azaltabileceği rapor edilmiştir (Sanders et al., 2014).

Bulgular, Karacabey subasar ormanı kızılğaç topraklarının, sulak veya karasal ortamdaki ortalama organik karbon) stoklarının, (sırasıyla 283 ve 218 t/ha) Türkiye geneli karasal orman ekosistemlerinde bir metre toprak derinliği için geniş yapraklı türlerde stoklanan organik karbon miktarından (ortalama 80,4 t/ha) (Tolunay ve Çömez, 2008) çok daha yüksek olduğunu bir kez daha teyit etmiştir.

Karacabey subasar ormanı kızılğaç topraklarının, sulak veya karasal ortamdaki ortalama azot stokları ise sırasıyla 32,3 ve 19,9 t/ha olarak belirlenmiştir. Geniş yapraklı orman ekosistem topraklarının azot stoklarına yönelik Türkiye orijinli çalışma sonuçları oldukça sınırlı olup, bu çalışmalar arasında Jawed (2017), Kastamonu yöresi kestane ormanlarının toplam azot stokunu 6,10 ile 6,60 t/ha arasında (subasar kızılğaç toplam azot değerlerinden oldukça düşük) değiştiğini bildirmiştir. Kastamonu yöresinde gerçekleştirilen bir çalışmada Sarıyıldız ve Savacı (2023) kayın ve meşe meşcerelerinin stokladığı organik karbon miktarını sırasıyla 57,7 ve 39,7 t/ha,

azot stokunu ise sırasıyla 3,32 ve 2,37 t/ha olarak bildirirken, Tahmaz (2016) aynı bölgede toprak organik karbon ve azot stokunu kayında sırasıyla 67 ve 9,57 t/ha olarak bildirmiştir.

Uluslararası çalışmalarda da genel olarak karasal orman ekosistemlerinin toprak organik karbon ve azot stoklarının, subasar kızılâğaç organik karbon ve toplam azot stoklarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, Foster and Bhatti (2006), boreal iğne yapraklı, ılıman geniş yapraklı ve tropikal yağmur ormanlarının topraklarında stoklanan organik karbonun sırasıyla ortalama 124 t/ha, 204 t/ha ve 95 t/ha, azotu sırasıyla 1,79 t/ha, 5,73 t/ha ve 12,1 t/ha olarak rapor etmiştir. Hem ulusal hem de uluslararası çalışmalardan görüleceği üzere subasar ormanlarının stokladığı organik karbon ve toplam azot miktarı karasal orman ekosistemlerinden daha fazladır.

Karasal orman ekosistemlerinin toprak makro ve mikro stoklarını ortaya koyan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır (Foster and Bhatti, 2006; Balboa-Murias et al., 2006; Pang et al., 2020; Sarıyıldız ve Savacı, 2023). Subasar ormanlara yönelik detaylı bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Karasal orman ekosistemlerindeki değerlerle, subasar orman kızılâğaç meşcerelerinin toprak makro ve mikro besin stokları karşılaştırıldığında, C ve N stoklarında olduğu gibi subasar ormanlarda kızılâğaç meşcerelerinin toprak makro ve mikro besin stokunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bulgularda, kızılâğaç topraklarının P, K, Ca, Mg ve S stoku sulak ortamda sırasıyla 6,66, 66, 145, 87 ve 5,85 t/ha iken, karasal ortamda sırasıyla 4,92; 60; 132; 83 ve 5,10 t/ha olarak belirlenirken, Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co stoklarını subasar ortamda sırasıyla 187; 1,78; 138; 0,48; 0,68; 2,80; 1,13 ve 0,83 t/ha, karasal ortamda sırasıyla 101; 1,29; 120; 0,32; 0,54; 2,18; 0,95 ve 0,67 t/ha olarak belirlenmiştir. Balboa-Murias et al., (2006) meşe topraklarının makro besin P, K, Ca ve Mg stoklarını sırasıyla 0,015; 0,24; 0,10 ve 0,041 t/ha, mikro besin Fe, Mn, Zn, Cu ve Ni stoklarını ise sırasıyla 0,48; 0,019; 0,0015; 0,0018 ve 0,00074 t/ha olarak bildirmiştir. Sarıyıldız ve Savacı (2023) kayın topraklarının P, K ve Ca stokunu sırasıyla 0,181; 2,92 ve 0,67 t/ha, meşe topraklarının P, K ve Ca stokunu sırasıyla 0,115; 1,03 ve 2,41 t/ha olarak bildirmiştir. Kayın topraklarının Fe, Mn ve Zn stokları ise kayın için sırasıyla 40,8; 2,08 ve 0,27 iken meşe topraklarında bu değerler sırasıyla 31,3; 0,99 ve 0,16 olarak aynı çalışmada rapor edilmiştir. Karacabey subasar kızılâğaç meşcerelerinin makro ve mikro besin stokları, Balboa-Murias et al. (2006) ile Sarıyıldız ve Savacı (2023) tarafından karasal ekosistem geniş yapraklı türler (kayın ve meşe) için bildirilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Bulgulardan ortaya çıkan diğer bir sonuçta, toprak karbon ve besin stoklarının iki meşcere gelişme çağı (Kzc3 ve Kzd3) arasında önemli farklılıklar göstermesidir. Meşcere gelişme çağındaki artışa bağlı olarak kızılâğaç meşcerelerinin karbon ve besin (makro ve mikro) stoklarında bir artış belirlenmiştir. Genel olarak meşcere gelişimine bağlı olarak kütleinde meydana gelen artışın, meşcerenin toprak karbon ve besin stoklarını artırıcı yönde rol oynadığı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Güner ve Özkan, 2019; Novák et al., 2017)

Bulgulardan ortaya çıkan başka bir sonuçta, subasar kızılâğaç meşcerelerinde, toplam organik karbon ve azot stokuna üst toprakların (ilk 30 cm) katkı yüzdesinin, alt topraklardan (30-100 cm) daha fazla, fakat diğer makro ve mikro besin stoklarına katkı yüzdesinin ise daha düşük olmasıdır. Konu ile ilgili birçok çalışma (örneğin, Prusty et al.,

2009; Pang et al., 2020) sonuçlarında da ifade edilen, üst toprakların daha fazla organik karbon ve azot stokuna sahip olması, toprak yüzeyindeki ölü örtüden üst topraklara katılımlarının ve bu kısımdaki mikroorganizma faaliyetlerinin daha aktif olmasına bağlanmıştır (Jobbagy and Jackson, 2000). Ek olarak Kızılâğaçların Frankia alni (Woronin) Von Tubeuf olarak isimlendirilen azot bağlayıcı bakterilere sahip olmasının da etkili olduğu bildirilmiştir (Moffat, 2000; Markham, 2008). Subasar ekosistemlerinin, üst topraklarının düşük makro ve mikro besin stoklarına sahip olması, ölü örtü ayrışması veya çevreden sızarak ya da erozyonla gelerek besin maddelerinin toprakta yıkanmasına bağlanmıştır. Yağışların yüksek olduğu nemli iklime sahip alanlarda yıkanma ile topraktan besin maddesi kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Havlin et al., 1999; Lehmann and Schroth, 2003).

## 5. Sonuç

İklim değişikliği ile mücadele potansiyellerine rağmen sulak alan ve subasar orman ekosistemleri insan faaliyetleri (arazi kullanım değişikliği, tarımsal faaliyetler, kirlenme, yanlış yönetim uygulamaları vd.) sonucunda bozulmakta ve yok olmaktadır. Mavi karbon habitatları olarak isimlendirilen bu ekosistemler, yüksek sediment birikimleri ve ayrışmanın karasal orman ekosistemlerine göre hızlı olması nedeniyle karbon ve besin maddeleri için uzun vadeli yutaklar olarak önerilmektedir. Karacabey subasar ormanları saf kızılâğaç meşcerelerinde gerçekleştirilen çalışma bulguları bu öneriyi destekler yönde sonuç göstermiştir. Çalışmaya ait bulgular, aynı zamanda subasar ekosistemlerdeki ölü örtü ve toprak organik karbon ve besin stoklarının meşcere gelişim çağı ve toprak derinliği ile önemli farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla beraber, çalışma alanı subasar orman ekosisteminde belirlenen yüksek besin miktarının çevre ekosistemlerdeki (nehir, göl, deniz) canlılara (bitki ve hayvan), subasar ekosistemindeki ağaçların gelişimine, organik maddenin mineralizasyonuna ve karbon stoklarına etkisinin daha detaylı ve uzun dönemli çalışmalarla araştırılması ve takip edilmesi gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 1210702 numaralı Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akay, A.E., Gencal, B., Taş, İ., 2017. Spatiotemporal change detection using landsat imagery: The case study of Karacabey flooded forest, Bursa, Turkey, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-4/W4., 4th International GeoAdvances Workshop, 14-15 October, Safranbolu, Karabük, Turkey.
- Ashby, S.L., 2002. Assessing water quality functions of wetlands. Water Quality Research Program Technical Notes Collection (ERDC WQTN-AM-13), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. [www.wes.army.mil/el/elpubs/wqtncont.html](http://www.wes.army.mil/el/elpubs/wqtncont.html)



- Atwood, T.B., Connolly, R.M., Almahasheer, H., Carnell, P.E., Duarte, C.M., Ewers Lewis, C.J., Irigoien, X., Kelleway, J.J., Lavery, P.S., Macreadie, P.I., Serrano, O., Sanders, C.J., Santos, I., Steven, A.D.L., Lovelock, C.E., 2017. Global patterns in mangrove soil carbon stocks and losses. *Nature Climate Change*, 7, 523–528.
- Balboa-Murias, M.A., Rojo, A., Álvarez, J.G., Merino, A., 2006. Carbon and nutrient stocks in mature *Quercus robur* L. stands in NW Spain. *Annals of Forest Science*, 63 (5), 557-565. hal-00884009.
- Binkley, D., Valentine, D., 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest Ecology and Management*, 40, 13-25.
- Bledsoe, R.B., Goodwillie, C., Peralta, A.L., 2020. Long-term nutrient enrichment of an oligotroph-dominated wetland increases bacterial diversity in bulk soils and plant rhizospheres. *mSphere*, 5(3), e00035-20.
- Breithaupt, J.L., Smoak, J.M., Smith, T.J., Sanders, C.J., 2014. Temporal variability of carbon and nutrient burial, sediment accretion, and mass accumulation over the past century in a carbonate platform mangrove forest of the Florida Everglades. *Journal of Geophysical Research. Biogeosciences* 119 (10), 2032–2048.
- Brinson, M.M., Lugo, A.E., Brown, S., 1981. Primary productivity, decomposition and consumer activity in freshwater wetlands. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12, 123–161.
- Chapman, K., 1986. Interaction between tree species: decomposition and nutrient release from litters. PhD thesis, University of Lancaster, UK.
- Cole, D.W., Rapp, M., 1981. Elemental cycling in forest ecosystems. Pages 411-450 in D. E. Reichle, ed. *Dynamic properties of forest ecosystems*. Vol. 23. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Couteaux, M.M., Bottner, P., Berg, B., 1995. Litterdecomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*, 10, 63–66.
- Çakır, M., Akburak, S., 2017. Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 185-200.
- Dangal, S.P., Das, A.K., Paudel, S.K., 2017. Effectiveness of management interventions on forest carbon stock in planted forests in Nepal. *J. Environ. Manage.* 196, 511–517.
- Day, F.P.Jr., 1982. Litter decomposition rates in the seasonally flooded Great Dismal Swamp. *Ecology*, 63, 670-678.
- Duarte, C.M., Losada, I.J., Hendriks, I.E., Mazarrasa, I., Marbà, N., 2013. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3, 961–968.
- Foster, N.W., Bhatti, J.S., 2006. Forest Ecosystems: Nutrient cycling, In: *Encyclopedia of soil science*. Eds. Lal, R., Taylor and Francis, New York, USA. pp.718–719.
- Griscom, B.W., Adams, J., Ellis, P.W., Houghton, R.A., Lomax, G., Miteva, D.A., Schlesinger, W.H., Shoch, D., Siikamaki, J.V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R.T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M.R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S.M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F.E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E., Fargione, J., 2017. Natural climate solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, 11645–11650.
- Güner, D., Özkan, K., 2019. Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi. *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 6 (2), 192-207.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., 1999. *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. 6th ed. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall.
- Homann, P.S., van Miegroet, H., Cole, D., Wand Wolfe, G.V., 1992. Cation distribution, cycling, and removal from mineral soil in Douglas-fir and red alder forests. *Biogeochemistry*, 16, 121-150.
- Holmquist, J.R., Windham-Myers, L., Bliss, N., Crooks, S., Morris, J.T., Megonigal, J. P., Woodrey, M., 2018. Accuracy and precision of tidal wetland soil carbon mapping in the conterminous United States. *Scientific Reports*, 8(1), 9478.
- Jackson, R.B., Lajtha, K., Crow, S.E., Hugelius, G., Kramer, M.G., Piñeiro, G., 2017. The ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48 (1), 419-445.
- Jawed, A.A. 2017. Kestaneenin verimliliğinde toprak ve iklim özelliklerinin kastamonu yöresi için değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Larmola, T., Alm, J., Juutinen, S., Koppisch, D., Augustin, J., Martikainen, P.J., Silvola, J., 2006. Spatial patterns of litter decomposition in the littoral zone of boreal lakes. *Freshwater Biology*, 51, 2252–2264.
- Lee, J., Hopmans, J.W., Rolston, D.E., Baer, S.G., Six, J., 2009. Determining soil carbon stock changes: Simple bulk density corrections fail. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 134, 251–256.
- Lehmann, J., Schroth, G., 2003. Nutrient Leaching. In: Schroth, G., Sinclair, F., Eds., *Trees, Crops and Soil Fertility*, CABI Publishing, Wallingford, 151-166.
- Jia, X., Shao, M. A., Zhu, Y., Luo, Y., 2017. Soil moisture decline due to afforestation across the Loess Plateau, China. *Journal of Hydrology*, 546, 113-122.
- Liu, X., Zhang, W., Cao, J., Shen, H., Zeng, X., Yu, Z., Zhao, X., 2013. Carbon storages in plantation ecosystems in sand source areas of North Beijing, China. *PloS one*, 8(12), e82208.
- Lovelock, C.E., Feller, I.C., Ellis, J., Schwarz, A.M., Hancock, N., Nichols, P., Sorrell, B., 2007. Mangrove growth in New Zealand estuaries: the role of nutrient enrichment at sites with contrasting rates of sedimentation. *Oecologia*, 153(3), 633–641.
- Jobby, E.G., Jackson, R.B., 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 10(2), 423–436.
- Mahendrappa, M.K., 1980. Relationships between different estimates of mineralizable N in the organic materials under black spruce stands. *Can. J. For. Res.*, 10(4), 527-522.
- Markham, J.H., 2008. Variability of nitrogen fixing *Frankia* on *Alnus* species. *Botany*, 86, 501–510.
- Moffat, A.J., 2000. Effects of inoculation with *Frankia* on the growth and nutrition of alder species and interplanted

- Japanese larch on restored mineral workings. *Forestry*, 73(3), 215-223.
- Novák, J., Dušek, D., Kacálek, D., Slodičák, M., 2017. Analysis of biomass in young Scots pine stands as a basis for sustainable forest management in Czech lowlands. *Journal of Forest Science*, 63(12), 555-561.
- Pang, Y., Tian, J., Zhao, X., Chao, Z., Wang, Y., Zhang, X., et al., 2020. The linkages of plant, litter and soil C: N: P stoichiometry and nutrient stock in different secondary mixed forest types in the Qinling Mountains, China. *Peer J*, 8, e9274.
- Poulter, B., Fluet-Chouinard, E., Hugelius, G., Koven, C., Fatoyinbo, L., Page, S.E., Rosentreter, J.A., Smart, L.S., Taillie, P.J., Thomas, N., Zhang, Z., Wijedasa, L.S., 2021. Chapter 1: A review of global wetland carbon stocks and management challenges. In *wetland carbon and environmental management*. (eds K.W. Krauss, Z. Zhu and C.L. Stagg).
- Prusty, B.A.K., Chandra, R., Azeez, P.A., 2009. Distribution of carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur in the soil in a multiple habitat system in India. *Soil Research*, 47(2), 177-189.
- Reddy, K.R., Patrick Jr., W.H., 1975. Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 7, 87-94.
- Reddy, K.R., DeLaune, R.D., 2008. *Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications*' (CRC Press: Boca Raton).
- Reddy, K.R., DeLaune, R. Craft, C.B., 2010. Nutrients in wetlands: Implications to water quality under changing climatic conditions. Final Report submitted to U. S. Environmental Protection Agency. EPA Contract No. EP-C-09-001.
- Richardson, J.B., Petrenko, C.L., Friedland, A.J., 2017. Base cations and micronutrients in forest soils along three clear-cut chronosequences in the northeastern United States. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 109, 161-179.
- Saderne, V., Cusack, M., Serrano, O., Almahasheer, H., Krishnakumar, P.K., Rabaoui, L., Qurban, M.A., Duarte, C.M., 2020. Role of vegetated coastal ecosystems as nitrogen and phosphorous filters and sinks in the coasts of Saudi Arabia. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034058.
- Sanders, C.J., Eyre, B.D., Santos, I.R., Machado, W., Luiz-Silva, W., Smoak, J.M., Breithaupt, J.L., Ketterer, M.E., Sanders, L., Marotta, H., Silva-Filho, E., 2014. Elevated rates of organic carbon, nitrogen, and phosphorus accumulation in a highly impacted mangrove wetland. *Geophysical Research Letters*, 41(7), 2475-2480.
- Sarıyıldız, T., Savacı, G., Kravkaz, I. S., 2015. Effects of tree species, stand age and landuse change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwestern Turkey. *iForest*, 9(1), 165-170.
- Sarıyıldız, T., Savacı, G., Parlak, S., Gencal, B., 2022. Uludağ Gökarnı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) meşcerelerinin toprak organik karbon, toplam azot ve besin element konsantrasyonları ve stokları üzerinde bakı ve yükseltinin etkisi. *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*. 23(2),159-174.
- Sarıyıldız, T., Savacı, G., 2023. Farklı orman ağaç türleri altındaki toprak özelliklerinin ve besin stoklarının yükselti, bakı ve toprak derinliğine göre değişimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(2), 279-294.
- Sarıyıldız, T., Tanı, M., 2023. Root biomass and root carbon and nitrogen stocks of ash, alder, and oak stands in Karacabey floodplain forest. *Forestist*, 73(1), 97-107.
- Schlesinger, W.H., 1977. Carbon balance in terrestrial detritus. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8, 51-81.
- Seedre, M., Kopáček, J., Janda, P., Bače, R., Svoboda, M., 2015. Carbon pools in a montane old-growth Norway spruce ecosystem in Bohemian forest, effects of stand age and elevation. *Forest Ecol. Manag.*, 346(2), 106-113.
- Tahmaz, C., 2016. Mineral toprakta depolanmış karbon ve azota ağaç türlerinin etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 83 pages.
- Tesfay, F., Kibret, K., Gebrekirstos, A., Hadgu, K.M., 2020. Litterfall production and associated carbon and nitrogen flux along exclosure chronosequence at Kewet district, central lowland of Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 9, 11.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*. 22-25 Ekim 2008, Hatay. 750-765.
- Wang, B.R., Zeng, Q.C., An, S.S., Zhang, H.X., Bai, X.J., 2017. C:N:P stoichiometry characteristics of plants-litter-soils in two kind types of natural secondary forest on the Ziwuling region of the Loess Plateau. *Acta Ecol. Sin.*, 37, 5461-5473.
- Zhang, Z., Fluet-Chouinard, E., Jensen, K., McDonald, K., Hugelius, G., Gumbrecht, T., Carroll, M., Prigent, C., Bartsch, A., Poulter, B., 2021. Development of the global dataset of wetland area and dynamics for methane modeling (WAD2M). *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 2001-2023.
- Zhou, X., Dong K., Tang Y., Huang H., Peng G., Wang D., 2023. Research progress on the decomposition process of plant litter in wetlands: A review. *Water*, 15, 18, 3246.



## Nizip – Karkamış Arazi toplulaştırma alanında geçici ve kalıcı oyuntuların tarımsal sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi

Reşat Akgöz<sup>1</sup>, Ali Uğur Özcan<sup>2</sup>, Günay Erpul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 19/03/2024

Kabul Tarihi : 01/05/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1454036>

\*Sorumlu Yazar:

[auozcan@karatekin.edu.tr](mailto:auozcan@karatekin.edu.tr)

### ÖZ

*Giriş ve hedefler* Başlangıç döneminde çiftçiler tarafından fark edilememesinden ve sinsi bir şekilde ilerlemesinden dolayı özellikle işlenen tarım alanlarında en tehlikeli oyuntu türü geçici oyuntulardır. Oyuntular, tarım alanlarında ciddi yönetimsel ve finansal sorunları beraberinde getirmekle beraber, içinde ve çevresindeki üst toprak kalitesi, derinliği, su tutma kapasitesi, buna bağlı olarak mahsul verimi ve uzun vadeli çiftlik ekonomisini olumsuz etkilenmektedir. Arazi

Toplulaştırma (AT) projeleri vasıtasıyla parçalanmış tarım alanları Tarla içi Geliştirme Hizmetleri'nin (TİGH) sağladığı modern altyapı ve üstyapı olanakları ile ideal tarım alanlarına dönüşmektedir.

*Yöntemler* Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY) ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi (SAY) kapsamında veri çeşitliliği, yeni alt ve üst donatıları (menfez, yol, dere geçişi, sulama sistemi, vb.), güncel blok ve parsel planı bakımından, AT projesi alanında oyuntu erozyonu gelişimi değerlendirilmiştir. Çalışma alanı olarak Nizip – Karkamış Toplulaştırma Alanı belirlenmiştir.

*Bulgular* Çalışma kapsamında proje alanında kalıcı oyuntular ile taşınan toprak miktarı 371.857 ton olarak bulunmuştur. Örnek alan olarak seçilen geçici oyuntu alanında 7 Şubat 2013 tarihli yağış olayında 48,4m<sup>3</sup> yani 72 ton toprak taşındığı ölçülmüştür.

*Sonuçlar* Yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile özellikle geçici oyuntuların yerlerinin belirlenmesi oldukça zordur. Ancak, hidrolojik analizler ile belirlenen drenaj ağı potansiyel ve halihazırda var olan oyuntu alanlarını işaret etmektedir. Toplulaştırma alanlarında hidrolojik analizlerden yararlanıldığında mikro havzalar bir bütün olarak ele alınabileceği için, yüzey hidrolojisi etkin bir şekilde hesaba katılarak blok ve parsel planı yapılabileceğine değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi toplulaştırması (AT), coğrafi bilgi sistemleri (CBS), erozyon, kalıcı & geçici oyuntu

### Araştırma Makalesi

## Evaluation of ephemeral and permanent gullies in Nizip - Karkamış consolidation area in terms of agricultural sustainability

### ABSTRACT

*Background and aims* Ephemeral gullies are the most dangerous type of gullies because they are not recognized by farmers at the beginning of the erosion process and progress insidiously, especially in cultivated agricultural areas. In addition to causing serious managerial and financial problems in agricultural areas, they negatively affect topsoil quality, depth, water holding capacity, crop yields and long-term farm economy in and around ephemeral gullies. Through Land Consolidation (LC) projects, fragmented agricultural areas are transformed into ideal agricultural areas with modern infrastructure and superstructure facilities provided by On-Farm Development Services (IDS).

*Methods* Within the scope of Sustainable Soil Management (SSM) and Sustainable Land Management (SLM), gully erosion development in the AT project area was evaluated in terms of data diversity, new infrastructural and superstructural facilities (culverts, roads, stream crossings, irrigation systems, etc.), and updated block and parcel plans.

*Results* Scope of the study, the amount of soil transported by permanent gullies in the project area was found to be 371,857 tons. As an example, 48.4 m<sup>3</sup> or 72 tons of soil was transported in the ephemeral gully area during the rainfall event on February 7, 2013.

*Conclusions* High resolution aerial photographs and satellite imagery make it difficult to identify the location of ephemeral gullies. However, the drainage network determined by hydrological analyses indicates potential and existing gullies. It was emphasized that when hydrological analyses are utilized in consolidation areas, micro basins can be considered as a whole, and block and parcel plans can be made by taking surface hydrology into account effectively.

**Key words:** Geographic information systems (GIS), erosion, land consolidation (LC), permanent & ephemeral gully

*Bu makalaya atf:*

Akgöz, R., Özcan, A.U., Erpul, G. 2024. Nizip – Karkamış Arazi toplulaştırma alanında geçici ve kalıcı oyuntuların tarımsal sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Orman Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 65-71.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Erozyon organik madde ve besin maddelerinin yoğunlaştığı üst toprağın taşınmasından dolayı (Li et al., 2009) arazi tahribatının en önemli nedenlerinden biridir (IPCC, 2019). Tarım alanlarında toprak erozyonu, fiziksel ve sosyo-ekonomik yaklaşımları içeren bütünsel çözümler gerektiren kritik bir sorundur (Garcia-Ruiz et al., 2015; Panagos et al., 2019). Toprak erozyonunun Antarktika dışındaki tüm kıtalarda ve geniş alanlarda yayılım göstermektedir (Borelli et al., 2021). Erozyon özellikle yanlış, yoğun arazi kullanımı, toprak bozulması, bitki örtüsünün tahribi ve insan aktivitelerinden dolayı artmaktadır (Balci, 1996). Bu yüzden, toprak erozyonunun şiddeti ve miktarının konumsal olarak tespit edilmesi önemli bir araştırma konusudur (Ediş vd., 2021).

Yağmur damlası, sıg yüzey akışlar ve kanalize olmuş yüksek enerjili yoğun akışlar tarafından meydana getirilen erozyon yüzey, oyuntu ve parmak olmak üzere başlıca üç kısımda incelenmektedir. Oyuntu erozyonu su tarafından taşınan toprağın yaklaşık %80'ini oluşturabilmektedir (Poesen, 2018). Geniş yayılım alanları ve etkisi dikkate alındığında oyuntular arazide konum, (Poesen et al., 2003), kanal uzunluğu (küçük <5m, orta 5-10m, büyük >10m) ya da derinliği (küçük <1m, orta 1-5 m, geniş >5m) (Pathak et al., 2006), üzerinde geliştiği toprak ve ana materyal (Imeson & Kwaad, 1980), drenaj ağı sürekliliği ya da süreksizliği (Poesen et al., 2002), kalıcı veya geçici olma durumu (Capra & La Spada, 2015) gibi kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Kalıcı oyuntular genel itibari ile 30 cm'den derin olup toprağın sürülmesi ile kaybolmayan boyutlardadır (Casali et al., 2015). Geçici oyuntular ise sıg erozyon kanallarından oluşmakta ve genellikle rutin sürüm ile gözden kaybolmakta (tamamen yok olmaz) ancak yüksek enerjili yağışlarla tetiklenerek yeniden oluşabilmektedir (Douglas-Mankin et al., 2020). Yüzey, parmak veya rüzgâr erozyonunun aksine oyuntu alanları antropojenik (sürüm, ürün yönetimi, vb.) veya doğal (bitkilendirme, kuraklık, vb.) süreçlerle yok edilemez. Buna bağlı olarak gerek sahada gerekse uzaktan algılama teknikleri ile kolaylıkla ayırt edilerek haritalandırılabilir (Boardman & Evans, 2020).

Geçici oyuntu erozyonu Batı Avrupa lös kuşağında toplam erozyonun yarısından fazlasını meydana getirmektedir (Capra and La Spada, 2015). ABD'de aktif erozyona uğrayan alanlarda bu oran %30-100 (Bennett et al., 2000), Çin Lös vadisinde ise %30-70 (Cheng et al. 2007) aralığındadır. Geçici oyuntuların oluşum ve gelişimi yağış, topografya, toprak tipi ve arazi kullanımı olmak üzere dört temel faktör etkilemektedir (Xu et al., 2017). Geçici oyuntular eşik yağış yoğunluğu ve süresine ulaşıldığında oluşur, gelişir ve bu eşikler topografyaya, toprak koşullarına ve başlangıçtaki toprak nem içeriğine bağlı olarak değişmektedir (Capra et al. 2009). Geçici oyuntular içinde ve çevresindeki üst toprak kalitesini, derinliğini, su tutma kapasitesini, buna bağlı olarak mahsul verimini ve uzun vadeli çiftlik ekonomisini olumsuz etkilemektedir (Li et al., 2016). Aynı zamanda geçici oyuntular dallanarak zaman içinde drenaj kanalları ve kalıcı oyuntulara dönüşmekte (Smith, 1993), sonrasında yüzeysel akışla sediment taşımaktadır (Capra et al., 2005).

Tarım alanlarında geçici oyuntuların çeşitli olumsuz etkileri vardır. Ürün ekiminden önce veya ürün hasadından sonra toprak işleme faaliyeti ile geçici kanallar doldurulmakta olup bu durum

zaman içinde toprak profil özelliklerini değiştirmektedir. Geçici oyuntuları doldurmak için kullanılan toprak kanala komşu alanlardan gelmekte, böylece kaliteli üst toprak açıkta kalan daha az kaliteli alt toprak ile birleşmektedir.

Türkiye'de tarım arazileri miras bölüşümü, imar gibi çeşitli nedenlerle parçalanarak küçülmüş (Dönmez, 2021) üretim sonrasında elde edilen kazanç azalmıştır. Bu nedenle, aynı şahsa veya çiftçi ailesine ait, çeşitli nedenlerle, ekonomik üretime imkân vermeyecek biçimde veya toprak muhafaza ve zirai sulama tedbirlerinin alınmasını güçleştirecek derecede parçalanmış, şekilleri bozulmuş, dağınık, küçük arazi parçalarının ve hisselerinin bir araya getirilerek, muntazam şekiller halinde birleştirilmesi, bütünleştirilmesi ve işletmelerin yeniden düzenlenmesi için arazi toplulaştırması (AT) ve tarla içi geliştirme hizmetleri (TİGH) gerçekleştirilmektedir.

Çalışma kapsamında Gaziantep ili Nizip-Karkamış ilçeleri toplulaştırma alanında oluşan kalıcı ve geçici oyuntuların belirlenmesi, deneme alanlarında yapılan ölçümler dikkate alınarak oyuntu hacimlerinin hesaplanması ve bu oyuntular aracılığı ile toprak kayıplarının hesaplanması amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak toplulaştırma alanının seçilmesindeki en önemli neden TİGH kapsamında tarım alanlarının büyük oranda düzenlenmesi, menfez, köprü, dere geçişi, vb. sanat yapılarının tamamlanması ve ideal koşullarda çiftçiye teslim edilen parsellerde, oyuntu erozyonunun etkisinin kolaylıkla izlenmesi olmuştur. Diğer yandan toplulaştırma çalışmalarında ciddi anlamda bir dizi teknik, sosyal ve ekonomik değerlendirmeler ile blok plan ve parselizasyon işlemlerinde pek çok ilişkisel faktöre dikkat edilmektedir. Ancak yapılan değerlendirme içinde doğrudan erozyon, hidroloji sınıflandırması bulunmamaktadır. Buna bağlı olarak AT çalışmalarında blok plan ve parsellerin belirlenmesinde erozyon ve hidrolojik analizlerin kullanılabilirliği tartışılmıştır.

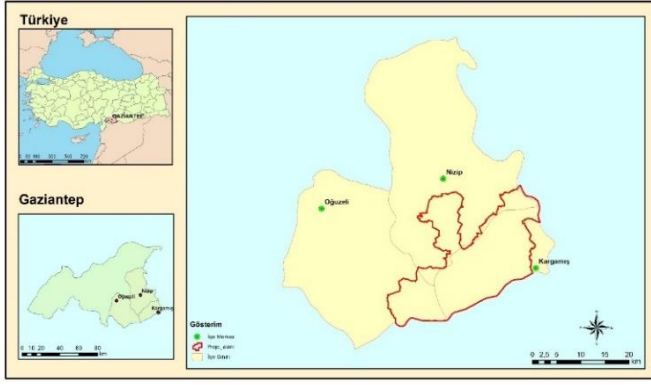
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı, Gaziantep ili Nizip, Karkamış, Oğuzeli ilçe sınırları içinde kalan 45.770 ha büyüklüğünde bir alanı kaplamaktadır. Çalışma alanı doğusunda Şanlıurfa Birecik ilçesi, güneyinde ise Suriye sınırı bulunmaktadır (Şekil 1). Gaziantep Meteoroloji İstasyonuna ait uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklıklar 15.3°, yıllık ortalama yağış ise 564.8 mm değerlerinde olup kış, ilkbahar ayları yoğunlukta olmakla birlikte düzensiz dağılım göstermektedir (MGM, 2023).

Alan ortalama eğimi %4.5 olup genel itibari ile düz bir topografyaya sahiptir. Alanın kuzeyinde bulunan meralar eğim ortalamasını arttırmakta olup genel olarak tarım alanlarında ortalama eğim %3 civarındadır. Ana materyal olarak kireçtaşı ve marn ağırlıklı olmakla birlikte Fırat nehrinin yan kollarında bulunan taban arazilerde genç alüvyon topraklar bulunmaktadır. Büyük toprak grubu olarak bakıldığında kırmızı kahverengi, kahverengi ve alüvyon grubu bulunmaktadır.

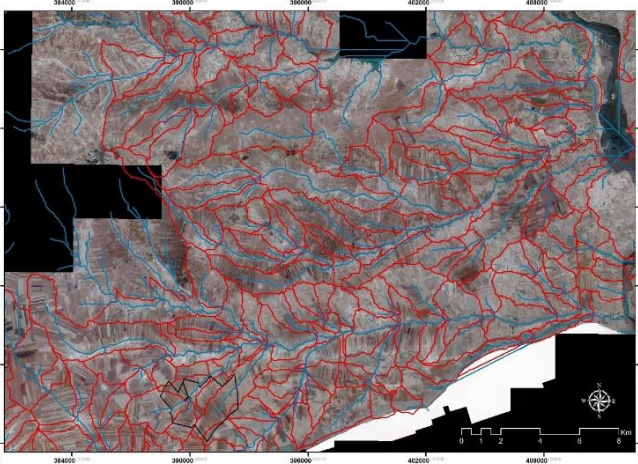
Çalışma alanı tarımsal desenine bakıldığında Antep fıstığı, zeytin, kuru tarım geniş alanlar kaplamakta olup çeşitli alanlarda bağcılık faaliyeti yürütülmektedir.



Şekil 1. Yer bulduru haritası

## 2.2 Yöntem

Çalışmanın yöntemi üç aşamadan meydana gelmektedir. İlk aşamada hidrolojik analizler ile çalışma alanında suyun hareketi gözlenerek potansiyel geçici oyuntu alanları ile kalıcı oyuntu alanları elde edilmiştir. İkinci aşamada multispektral hava fotoğrafları (ortofoto) kullanılarak oyuntu alanları belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise rastgele seçilen geçici ve kalıcı oyuntularda yersel ölçümler yapılmıştır. Topulaştırma projesi kapsamında ortofotolardan elde edilen çalışma alanına ait 50 cm çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modeli (SYM) kullanılarak geçici, kalıcı oyuntuların yerleri ve potansiyel oyuntu oluşabilecek alanlar ArcGIS programı Hidroloji aracı vasıtasıyla belirlenmiştir. Bu analiz ile çalışma alanı mikro havzalara ayrılarak her bir mikrohavza da meydana gelen drenaj deseni üzerinden çalışma sürdürülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı mikrohavza ve drenaj ağı

Çalışma kapsamında 2012 yılına ait temin edilen 30 cm çözünürlüğe sahip ortofotolar ile üç boyutlu SYM, eğim haritalarından yararlanılarak oyuntu alanları ArcGIS programı yardımıyla çizilmiştir.

Öncelikli olarak kalıcı oyuntular Herweg (1996) tarafından boyutları göz önünde bulundurularak oluşturulan oyuntu sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Oyuntu sınıfları (Hergew, 1996)

Oyuntu genişliği (cm)	Sınıf
<25 cm	Küçük
25-200 cm	Orta
>200 cm	Büyük

Oyuntu alanlarında su ile taşınan toprak miktarı Eş. (1) yardımıyla hesaplanmıştır. Hacim ağırlığının belirlenmesinde alanın toprak tekstürüne uygun olarak  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$  alınmıştır (McVay et al., 2006).

$$X = \frac{\sum(L_i W_i D_i) N_i}{10000A} \quad [1]$$

Burada, X: oyuntu hacmi ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), L: oyuntu uzunluğu (m), W: oyuntu genişliği (cm), D: oyuntu derinliği (cm), A: çalışma arazisinin alanı (ha), N: oyuntu sayısı ve i: oyuntu sınıfıdır.

Çalışma alanındaki oyuntuların alansal dağılımı Eş. 2 ile hesaplanmıştır.

$$AAD = \frac{\sum(L_i W_i) N_i}{100A} \quad [2]$$

Burada, AAD: oyuntu erozyonunun alansal dağılım oranıdır ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ).

Oyuntuların yoğunluğu Eş. 3 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$OO_y = \frac{\sum(L_i) N_i}{A} \quad [3]$$

Burada, Ooy: alandaki oluk-oyuntu yoğunluğu (veya sıklığı) vermektedir ( $\text{m ha}^{-1}$ ).

Oyuntuların yoğunlukları, özellikleri ve derinlikleri arazide kontrol edilmiş olup proje ile ilgili gerekli yersel veriler toplanmıştır.

Son aşamada geçici oyuntu alanları belirlenmiş ve toprak kayıpları tahmin edilmiştir. Kalıcı oyuntular tüm yıl boyunca gözlemlenebilirken, genellikle eğimli tarım alanlarında baskın olan geçici oyuntular, oluşumlarını takip eden haftalarda yabancı otlar, ürün, dikili alanlar için bitki tacının gelişmesi ve kapanması vb. nedenlerle hızla örtülme eğilimindedir. Ekinler filizlenmişse çiftçiler yeniden tesviye edilmiş oyuntu bölgesine yeniden tohum ekme, bu mümkün değilse ya da yapılamıyorsa çiftçilerin bir sonraki toprak işleme döneminde oyuntu kanalını silmesi muhtemeldir (Poesen, 1993). Bu durum geçici oyuntuların konumsal dağılımının tarlalarda, hava fotoğrafı veya uydu görüntülerinde tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu olay 3-4 ay içinde gerçekleşmekte olup geçici oyuntular bu nedenle kısa ömürlüdürler.

Çalışma alanında geçici oyuntuların potansiyel yerlerinin tespiti için hidrolojik analizler sonucunda elde edilen drenaj deseni haritalarından yararlanılmıştır. Drenaj deseni ana kollardan ziyade yan kollar dikkate alınmıştır.

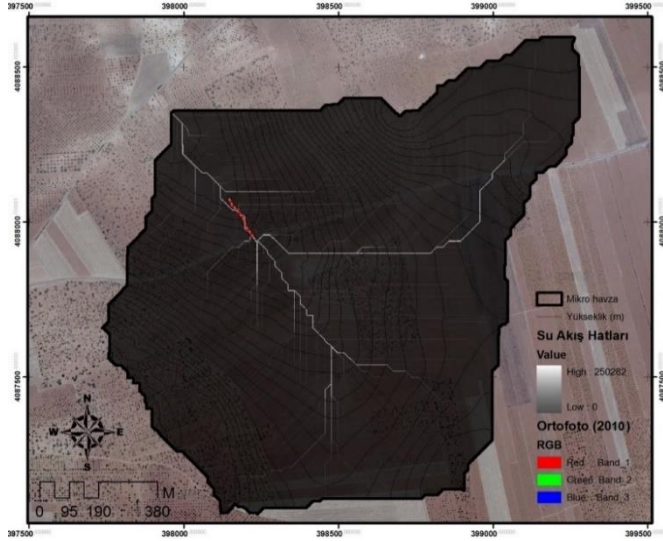
Çalışma alanında özellikle geçici oyuntuların belirlenebilmesi ve takibi için yüksek intensiteli yağışlar sonrasında arazi çalışmaları yapılmıştır. 7 Şubat 2013 tarihinde 24 çalışma alanına 24 saat için  $42,6 \text{ kg/m}^2$  yağış düşmüştür. Bu yüksek yağış takiben 18 Şubat 2013 tarihi itibarı ile yapılan arazi çalışmasında yer kontrol alanlarındaki geçici oyuntular saptanmıştır.

Geçici oyuntuların boyutlarının ölçümünde şerit metre, düzeç, demir çubuk, kazık, ip kullanılmıştır. Oyuntu ana istikameti boyunca 10 metrelik kısımlara ayrılmıştır (Şekil 3). Her 10m'de bir oyuntunun enine profili alınmıştır. Enine profilde 50cm'de bir yatak kesit derinliği ölçülmüştür.





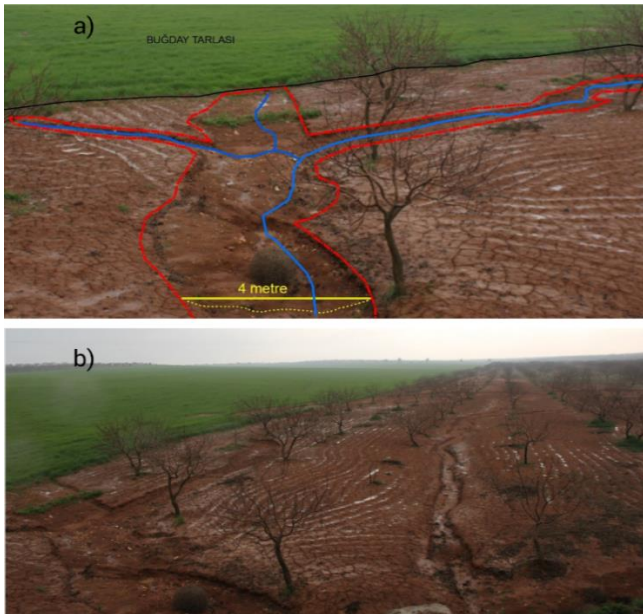
Fıstık bahçesinde geniş bir kanalda olmakla beraber (Şekil 5a), üzüm bağına geçtiğinde aynı eğime sahip olmasına rağmen kanal daralarak devam etmiştir (Şekil 5b). Üzüm bağında vejetasyonun etkisiyle asmaların yoğunluğuna bağlı olarak yatak genişliği azalmıştır.



Şekil 6. Geçici oyuntunun hidrolojik model kullanılarak oluşturulan su akış hattı üzerinde oturtulmuş haritası

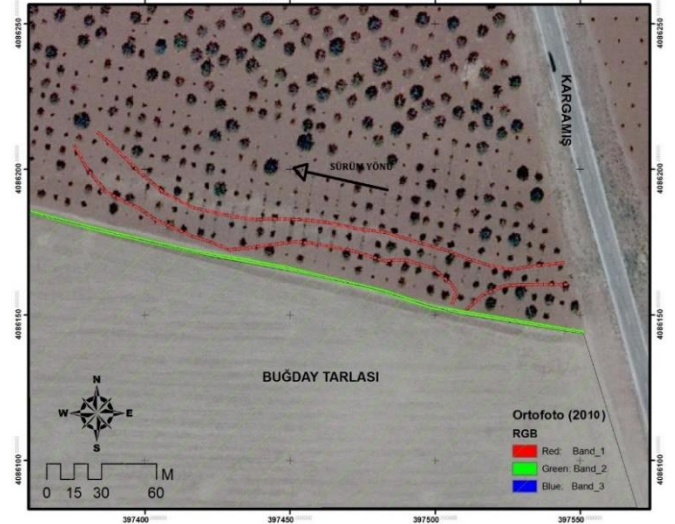
#### Fıstık bahçesi ve buğday tarlasında meydana gelen geçici oyuntu

Fıstık bahçesinde sürüm yönü ile oyuntu yönünün aynı olduğu görülmektedir (Şekil 8). Ürün deseni ve oyuntunun yerleştirildiği alan Şekil 7 & 8'da görülmektedir. Şekillerde de görüleceği üzere buğday tarlasında yüzey akış tüm alana yayıldığı için kanallanma görülmemekte, ancak fıstık bahçesine geçişle birlikte kapalılığın yok olmasıyla kanallanma başlamıştır. Buğday tarlasından gelen akış fıstık bahçesinde 3 kanalda devam etmekte olup bu alanda ayrıntılı bir enkesit çalışması yapılmamıştır.



Şekil 7. a) Geçici oyuntunun buğday tarlasından fıstık bahçesi geçişi, b) Geçici oyuntu fıstık bahçesinde ilerleme

Avrupa ölçeğinde Arazi Kullanımı/Örtüsü Arazi Çalışmaları (LUCAS) esnasında zeytinlik alanlarda yapılan gözlemlerde bu alanlarda oyuntu erozyonunun %7'ye ulaştığı görülmüştür (Borelli et al., 2021). Bu araştırmaya paralel olarak ilgili AT alanında karşılaşılan bulgular fıstık, zeytin, bağ gibi dikili tarım arazilerinde toprak yüzeyi kapalılığının düşük olmasından dolayı erozyona uğrama olasılığı oldukça fazladır. Bitki örtüsü yağışın kinetik enerjisini azaltarak toprak yüzeyinin sızdırmazlığını uzatır. Buna ilave olarak toprakta, genellikle (kalıcı) bitki örtüsü altında daha bol miktarda organik maddeden dolayı, toprak agregatları daha stabil olur. Bununla birlikte yoğun kök yapısı üst toprağın akmaya karşı direncini arttıracaktır.



Şekil 8. Geçici oyuntunun buğday tarlasından fıstık bahçesi geçişi (ortofoto)

#### 4. Sonuç

Kalıcı ve geçici oyuntuları belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma göstermektedir ki; yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile özellikle geçici oyuntuların yerlerinin belirlenmesi oldukça zordur. Çalışma kapsamında hidrolojik analizler ile belirlenen drenaj ağı potansiyel ve halihazırda var olan oyuntu alanlarını işaret etmektedir. Buna bağlı olarak arazi çalışması için yerleri belirlenen geçici oyuntuların, hidrolojik modeller kullanılarak oluşturulan drenaj deseniyle tam olarak uyum gösterdiği görülmüştür. Drenaj ağı belirli bir şiddetteki yağıştan sonra arazideki yüzey sularının boşaltıldığı doğal bir su yolu sistemi olup, bu drenaj alanı AT çalışmalarında önlem alınmadan blok içinde bırakıldığında her şiddetli yağış sonrasında parsellerde oyuntular şekillenmeye başlamaktadır.

Toplulaştırma alanlarında hidrolojik analizlerden yararlanıldığında mikrohavzalar bir bütün olarak ele alınabileceği için, yüzey hidrolojisi etkin bir şekilde hesaba katılabilir. Tüm su yapıları (sanat yapıları) mikrohavza hidrolojisine bağlı olarak tasarlanabilir. Akarsu yol geçişleri, doğal su yatağı enerji kırıcıları (kontrol bentleri) vs. kolaylıkla planlanabilir. Mikrohavza içerisinde belirlenen doğal suyolları, bloklar arası sınır geçişlerinin belirlenmesinde ve havza blok karşılıklı etkileşiminde tarımsal üretim dışı kullanım türlerinin (yeşil kuşaklar, ağaçlandırma alanları, hayvan geçiş koridorları, doğal koruma alanları vs.) planlanmasında kullanılmalıdır.



Toplulaştırma planlarının havza ölçeğinde yapılması, uygulamalarda ekosistem servislerinin önemli ölçülerde düşünülmesini sağlayacaktır.

Eğer planlamada bir blok içerisinde mevcut veya potansiyel su yolu bulunması kaçınılmaz ise, bunlar ya blok içerisine girmeden tasarlanmış bir kanal ile yukarı eğimde çevrilmelidir ya da yeraltı drenaj sistemi ile blok altından diğer doğal su yollarına veya plana göre belirlenmiş mikrohavza yüzey suyu sistemine dahil edilmelidir. Bu durumda, blok içerisinde kalan doğal suyolları (kuru dere ve oyuntular), dolgu ve tesviye işlemleri aracılığı ile parsellerde tarım arazi olarak kullanılabilir. Önlem alınmaksızın tarım alanı olarak kullanıma açılması durumunda, mevcut ve potansiyel doğal suyolları, bir süre sonra arazi yüzey akışlarının yoğunlaşma alanları olacağından, aktif oyuntu erozyonu sahaları olacaktır.

Bu yapılan çalışmalar ile birlikte, sürdürülebilir havza planlaması içerisinde toprak taşınımının engellenmesine yönelik gerekli mühendislik önlemlerin alınabilmesi için öncelikli olarak toplulaştırma alanlarının planlanmasında drenaj ağı, eğim uzunluğu ve dikliği, koruma önlemleri gibi erozyon parametrelerinin göz önünde bulundurulması gerekliliği görülmüştür.

## Kaynaklar

- Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruma. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3947, Orman Fakültesi Yayınları No:439. İstanbul, Türkiye.
- Bennett, S. J., Casali, J., Robinson, K. M., & Kadavy, K. C. (2000). Characteristics of actively eroding ephemeral gullies in an experimental channel. *Transactions of the ASAE*, 43, 641–649.
- Boardman, J., & Evans, R. 2020. The measurement, estimation and monitoring of soil erosion by runoff at the field scale: Challenges and possibilities with particular reference to Britain. *Progress in Physical Geography*, 44(1), 31e49.
- Borelli, P., Alewell, C., Alvarez, P., Anache, J., A., Baartman, J., Ballabio, C., Bezak N., Biddocci M., Cerda, A., Chalise, D., Chen, S., Chen, W., Giralamo, A., M., Gessesse, G., D., Deumlich, D., Diodato, N., Efthimiou, N., Erpul, G., Fiener, P., Freppaz, M., Panagos, P. 2021. Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis. *Science of the Total Environment*, 780, 146494.
- Capra, A., & La Spada, C. 2015. Medium-term evolution of some ephemeral gullies in Sicily (Italy). *Soil and Tillage Research*, 154, 34e43.
- Capra, A., Porto, P., & Scicolone, B. (2009). Relationships between rainfall characteristics and ephemeral gully erosion in a cultivated catchment in Sicily (Italy). *Soil & Tillage Research*, 105, 77–87.
- Capra, A., Mazzara, L. M., & Scicolone, B. 2005. Application of the EGEM model to predict ephemeral gully erosion in Sicily, Italy. *Catena*, 59, 133–146.
- Casali, J., Gimenez, R., & Campo-Bescos, M. A. 2015. Gully geometry: What are we measuring? *Soils*, 1(2), 509e513.
- Cheng, H., Zou, X., Wu, Y., Zhang, C., Zheng, Q., & Jiang, Z. (2007). Morphology parameters of ephemeral gully in characteristics hillslopes on the Loess Plateau of China. *Soil & Tillage Research*, 94, 4–14.
- Douglas-Mankin, K. R., Roy, S. K., Sheshukov, A. Y., Biswas, A., Gharabaghi, B., Binns, A., Rudra, R., Shrestha, N. K., & Daggupati, P. (2020). A comprehensive review of ephemeral gully erosion models. *Catena*, 195(April 2019), 104901.
- Dönmez, İ. (2021). Çok hisseli tarım arazilerinde yaşanan sorunlar: Adana-Seyhan örneği. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(2), 181-188.
- Ediş, S., Aytas, İ., & Özcan, A. U. (2021). ICONA modeli kullanarak toprak erozyon riskinin değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 15-22.
- García-Ruiz, J. M., Beguería, S., Nadal-Romero, E., González-Hidalgo, J. C., Lana-Renault, N., & Sanjuán, Y. (2015). A meta-analysis of soil erosion rates across the world. *Geomorphology*, 239, 160-173.
- Herweg, K. 1996. Field manual for assessment of current erosion damage. SCRP, Ethiopia and center for Environment and Development, University of Berne, Berne, Switzerland.
- Imeson, A. C., & Kwaad, F. J. P. M. 1980. Gully types and gully prediction. *Geografisch Tijdschrift*, 14(5), 430e441.
- IPCC. 2019. Climate change and land - summary for Policymakers (draft). In Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Li, H., Cruse, R.M., Bingner, R.L., Gesch, K.R., Zhang, X., 2016. Evaluating ephemeral gully erosion impact on Zea mays L. yield and economics using AnnAGNPS. *Soil Tillage Res.* 155, 157–165.
- Li, L., Du, S., Wu, L., & Liu, G. (2009). An overview of soil loss tolerance. *Catena*, 78(2), 93-99.
- MGM, 2023. Gaziantep Meteoroloji İstasyonu Uzun Yıllar İklim Verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=GAZIANTEP>, Erişim tarihi. 22 Kasım 2023
- McVay, K. A., Budde, J. A., Fabrizzi, K., Mikha, M. M., Rice, C. W., Schlegel, A. J., Peterson, D. E., Sweeney, D. W. ve Thompson, C., 2006. Management Effects on Soil Physical Properties in Long-Term Tillage Studies in Kansas. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, 70, 434-438.
- Panagos, P., Borrelli, P., & Poesen, J. 2019. Soil loss due to crop harvesting in the European union: A first estimation of an underrated geomorphic process. *The Science of the Total Environment*, 664, 487e498.
- Pathak, P., Wani, S. P., & Sudi, R. 2006. Gully control in SAT watersheds. *Journal of SAT Agricultural Research*, 2(1), 1e23.
- Poesen, J. 2018. Soil erosion in the Anthropocene: Research needs. *Earth Surface Processes and Landforms*, 84(October 2017), 64e84.
- Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G., & Valentin, C. 2003. Gully erosion and environmental change: Importance and research needs. *Catena*, 50(2e4), 91e133.
- Poesen, J., Vandekerckhove, L., Nachtergaele, J., Oostwoud Wijdenes, D., Verstraeten, G., & Van Wesemael, B. 2002. Gully erosion in dryland environments. In *Dryland rivers: Hydrology and geomorphology of semi-arid channels*.
- Poesen, J., 1993. Gully typology and gully control measures in the European loess belt. *Farm Land Erosion in Temperate*

- Plains Environment and Hills. In Proc. Symposium, saint-cloud, paris, 1992 (pp. 221e223).
- Smith, L. M. (1993). Investigation of ephemeral gullies in loessial soils in Mississippi (pp. 1-5). US Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Xu, X., Zheng, F., Wilson, G. V., & Wu, M. (2017). Upslope inflow, hillslope gradient and rainfall intensity impacts on ephemeral gully erosion. *Land Degradation & Development*, 28(8), 2623-2635.



### Orman yol ağının orman yangınlarına etkisinin coğrafi bilgi sistemleri ile araştırılması

Fatih Sivrikaya<sup>1</sup>, Korhan Enez<sup>1</sup>, Gonca Ece Özcan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu

#### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 20/03/2024

Kabul Tarihi: 10/05/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1456067>

\*Sorumlu Yazar:

fsivrikaya@kastamonu.edu.tr

#### ÖZ

#### Araştırma Makalesi

*Giriş ve hedefler* Orman yangını, orman ekosistemini önemli ölçüde etkileyen doğal afetlerden bir tanesidir. Yangınlar, orman kaynaklarının sürdürülebilirliğini ve ekosistemdeki flora ve faunanın varlığını olumsuz yönde etkilemekte, insan hayatını tehdit etmekte ve orman emvalinde ekonomik kayba neden olmaktadır. Orman yangınları doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleriyle yakından ilişkilidir. Türkiye'de orman

yangınlarının yaklaşık %86'sına insan faaliyetleri neden olmaktadır. Yol ağına olan mesafe yangın riskini etkileyen önemli parametrelerden bir tanesidir. Bu çalışmada orman yollarının orman yangınlarına etkisi Coğrafi Bilgi Sistemi ile araştırılmıştır. *Yöntemler* Çalışma, Türkiye'nin Akdeniz bölgesindeki Mersin Orman Bölge Müdürlüğü'nde yer alan Anamur Orman İşletmesi'nde gerçekleştirilmiştir. 2015-2022 yılları arasında çalışma alanında meydana gelen yangınlar Orman Genel Müdürlüğü'nden, yol haritası ise orman yol ağı planlarından elde edilmiştir. Orman yollarına ArcGIS yazılımında 250, 500, 1000 ve 5000 metre tampon zon (buffer) atılmıştır. Yangın noktaları bu zon haritası ile çakıştırılmıştır. Orman yollarına yakınlık ile yangın noktaları arasındaki ilişki ortaya konulmuştur.

*Bulgular* Yola olan mesafe ile yangın noktaları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Yoldan uzaklaştıkça insan faaliyetlerinden kaynaklanan yangınların sıklığında azalma görüldüğü tespit edilmiştir.

*Sonuçlar* En fazla yangın ve yanan alan miktarı 0-250 m tampon zonda meydana gelmiştir. Bulgular, çalışma alanında gelecekte çıkabilecek yangınların yönetimi ve tahmin edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

**Key Words:** CBS, yangın çıkış noktaları, yangın yönetimi, yangın sayısı, zon

### Investigation of the effect of the forest road network on forest fires with geographical information systems

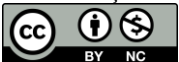
#### ABSTRACT

**Background and aims:** Forest fire is one of the natural disasters that significantly affects the forest ecosystem. Forest fires negatively affect the sustainability of forest resources and the existence of flora and fauna in the ecosystem, threaten human life, and cause economic losses. Forest fires are closely related, directly or indirectly, to human activities. Approximately 86% of forest fires in Türkiye are caused by human activities. Distance to the road network is one of the most important parameters affecting fire risk. This study investigated the effect of forest roads on forest fires with the Geographic Information System (GIS). **Methods:** The study was conducted in the Anamur Forest Enterprise in the Mersin Forest Regional Directorate in the Mediterranean region of Türkiye. The fires in the study area between 2015 and 2022 were obtained from the General Directorate of Forestry, and the road map was obtained from the forest road network map. Buffer zones of 250, 500, 1000, and 5000 meters were assigned to forest roads in ArcGIS software. Fire points are overlaid with this buffer zone map. The relationship between proximity to forest roads and fire points has been revealed. **Results:** A negative relationship was found between the distance to the road and fire points. It has been determined that the frequency of fires caused by human activities decreases as the distance from the road increases. **Conclusion:** The highest amount of fire and burned area occurred in the 0-250 m buffer zone. The results are of great importance for the management and prediction of future forest fires in the study area.

**Key words:** GIS, fire incidence, fire management, number of fire, buffer

*Citing this article:*

Sivrikaya, F., Enez, K., and Özcan, G. E., 2024. Orman yol ağının orman yangınlarına etkisinin coğrafi bilgi sistemleri ile araştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 72-77.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

Orman ekosistemlerini olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerinden biri orman yangınlardır (Minsley ve ark., 2016; Jin ve ark., 2021). Dünyada her yıl milyonlarca hektar alan yangınlar nedeniyle yok olmaktadır (Abid, 2021). Orman yangınları orman ekosistemlerinde önemli değişikliklere neden olmakta, insan yaşamını olumsuz etkilemekte (Li ve ark., 2010) ve dolayısıyla ekonomik, çevresel ve sosyal kayıplara neden olmaktadır (Kolanek ve ark., 2021). Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkeler (Türkiye, Yunanistan, Portekiz, İtalya, İspanya vb.) sahip olduğu iklim koşulları ve bitki örtüsü bakımından orman yangınlarına karşı hassastır. Bu bakımdan orman yangınları Türkiye'nin kaçınılmaz doğal durumudur. Orman yangınları, Akdeniz iklim kuşağındaki orman ekosistemini şekillendiren önemli faktörlerden biridir ve etkileri çok yönlüdür (Bilgili ve Goldammer, 2000; Sivrikaya ark., 2024).

Orman yangınlarını etkileyen çok sayıda parametre bulunmaktadır. Yangını etkileyen temel parametreler meşcere yapısı, topoğrafya, çevre ve iklim olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Bu ana parametreler içerisinde ağaç türü, gelişim çağı, kapalılık, bakı, eğim, yükselti, yerleşim yerlerine, tarım alanlarına, yollara olan mesafe, nüfus yoğunluğu, sıcaklık, yağış, solar radyasyon gibi değişkenler yer almaktadır (Dimitrakopoulos ve ark., 2011; Gao ve ark., 2011, Ghobadi ve ark., 2012; Güngöroğlu, 2017; Maktite ve Faleh, 2017; Akbulak ve ark., 2018; Akay ve Şahin, 2019; Bentekici ve ark., 2020; Colak ve Sunar, 2020; Hoang ve ark., 2020; Sari, 2021).

Orman yangınları, yanan bir sigaranın yere atılması, kamp ateşlerinin gözetimsiz bırakılması ve tarımsal faaliyetler kapsamında ürün artıklarının yakılması gibi doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleriyle ilişkilidir (Vilar ve ark., 2010). Yapılan araştırmalarda dünyadaki orman yangınların yaklaşık %90'ı (Levine, 2000), Türkiye'de ise yaklaşık %86'sı insan kaynaklıdır (OGM, 2020). Birçok orman alanı yerleşim ve tarım alanlarının yakınında yer almakta ve bu durum orman yangın riskini artırmaktadır. Ormanların yollara, nehirlere, tarım alanlarına ve yerleşim yerlerine yakınlığı yangının tutuşma potansiyelini artırmaktadır (Satir ve ark., 2016; Hoang ve ark., 2020; Sari, 2021). Nüfus yoğunluğu ve buna bağlı trafik yoğunluğu ile insan faaliyetleri orman yangını riskini etkileyen önemli faktörlerdir (Güngöroğlu, 2017; Akbulak ve ark., 2018).

Orman yangınlarının başlangıç noktalarının konumsal yapısı yangın rejimini oluşturmada büyük öneme sahiptir (Kernan ve Hessl, 2010; Narayanaraj ve Wimberly, 2012). Yapılan çalışmalar, insan kaynaklı yangınların insan yerleşimlerine ve yol koridorlarına yakın olduğunu ortaya koymuştur (Maingi ve Henry, 2007; Yang ve ark., 2008). İnsan kaynaklı yangınlar, kazara veya kasıtlı faktörler ile yangına yol açan çevresel koşulların birleşiminden kaynaklanmaktadır. Yangınlar rastgele dağılmış olaylar değildir.

Nüfus yoğunluğunun ve yol yoğunluğunun yüksek olduğu alanların yangın oluşumunu arttırıcı yönde etkilediği belirlenmiştir (Cardille ve ark., 2001). Ayrıca, orman yolları, yangını kesebildikleri ve yangın söndürme faaliyetlerine erişim sağladıkları için de yangının yayılmasını sınırlayabilmektedir (Price ve Bradstock, 2010; Narayanaraj ve Wimberly, 2011). Ancak artan karayolu erişimi aynı zamanda insan kaynaklı yangınların sıklığını da artırmaktadır (Syphard ve ark., 2007).

Yolların mevcut olduğu alanlarda yangın söndürme faaliyetleri daha etkilidir ve yollar yangının yayılmasını durdurmak için fiziksel bir bariyer görevi görmektedir. İnsan kaynaklı yangınlar yolların yakınında, yol yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde, yıldırım kaynaklı yangınlar ise düşük yol yoğunluğuna sahip alanlarda, düşük nüfus yoğunluğuna sahip bölgelerde daha fazladır. Yanan alan açısından bakıldığında ise, orman yollarının yangının boyutunu sınırlama üzerindeki etkisi, yolların yangınları artırma üzerindeki etkisinden daha fazladır (Narayanaraj ve Wimberly, 2012).

Bu yaklaşımlardan yola çıkarak bu çalışmada Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Anamur Orman İşletme Müdürlüğünde, orman yangınlarının meydana geldiği yerler ve yollara yakınlığı haritalanarak orman yangınları ile yollar arasındaki mekansal ilişkinin incelenmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma Alanı

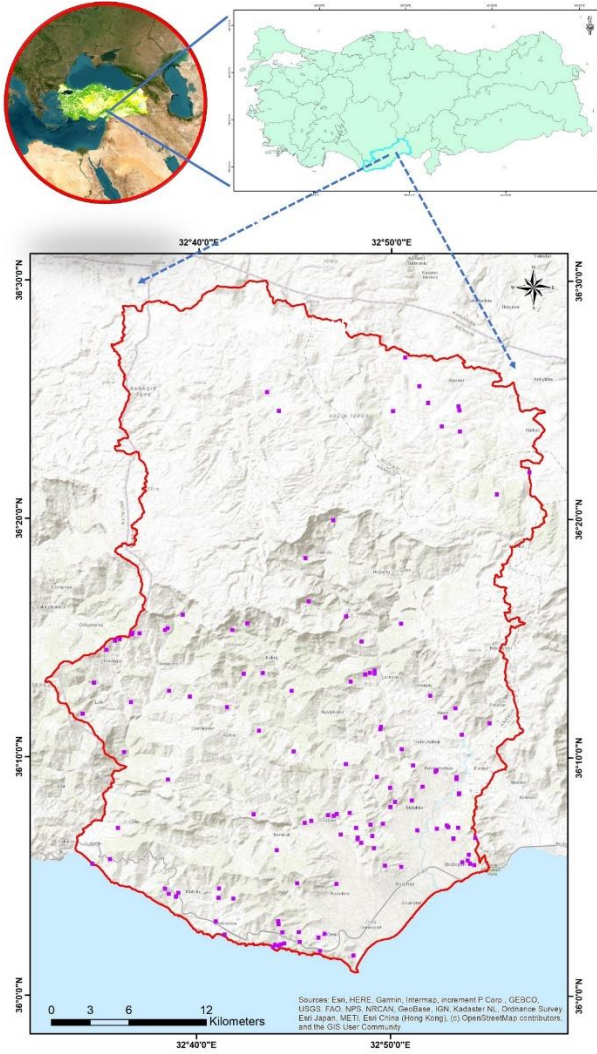
Mersin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan, Anamur Orman İşletme Müdürlüğü çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı 10 adet Orman İşletme Şefliğinden (Abanoz, Alaköprü, Anamur, Anıtlı, Çaltıbükkü, Gökçesu, Güngören, Kesmece, Kükür, Sarıyayla) oluşmaktadır. Anamur Orman İşletme Müdürlüğü, 36° 29' 17" - 36° 20' 04" doğu boylamları ile 32° 38' 09" - 32° 43' 36" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanındaki ormanlık alanın %66,2'si normal kapalı, %33,8'i ise boşluklu kapalı ormanlarla kaplıdır. Akdeniz iklim kuşağında yer alan çalışma alanında, yangına hassas ağaç türü olan kızılçam hakimdir.

### 2.2 Veri tabanının oluşturulması

Bu çalışmanın temel verileri 2015-2022 yılları arasında çalışma alanında meydana gelen yangın çıkış noktaları, yanan alan miktarı ve orman yol ağıdır. Çalışma alanında 2015-2022 yılları arasında 133 adet yangın meydana gelmiştir. Yangın noktaları ve yanan alan miktarları Orman Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Orman yolları ise Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Anamur Orman İşletme Müdürlüğü orman yol ağı planlarından elde edilmiştir.

### 2.3 Yöntem

Çalışma alanına ait orman yollarına ArcGIS 10.6'da 250, 500, 1000 ve 5000 metre tampon zon oluşturulmuştur. Meydana gelen 133 adet orman yangınına ait konumsal bilgiler ile oluşturulan zon haritası karşılaştırılmıştır (Şekil 2). Orman yollarına yakınlık ile yangın noktaları arasındaki ilişki yangın sayısı ve yanan alan miktarı açısından incelenmiştir. Yangın sayısı ile yangının yola olan mesafesinin tampon zonlara göre farklılıkları non-parametrik testlerden Kruskal-Wallis testi ile incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumunu ve yangınların çıkış noktalarının dağılımı

### 3. Bulgular ve Tartışma

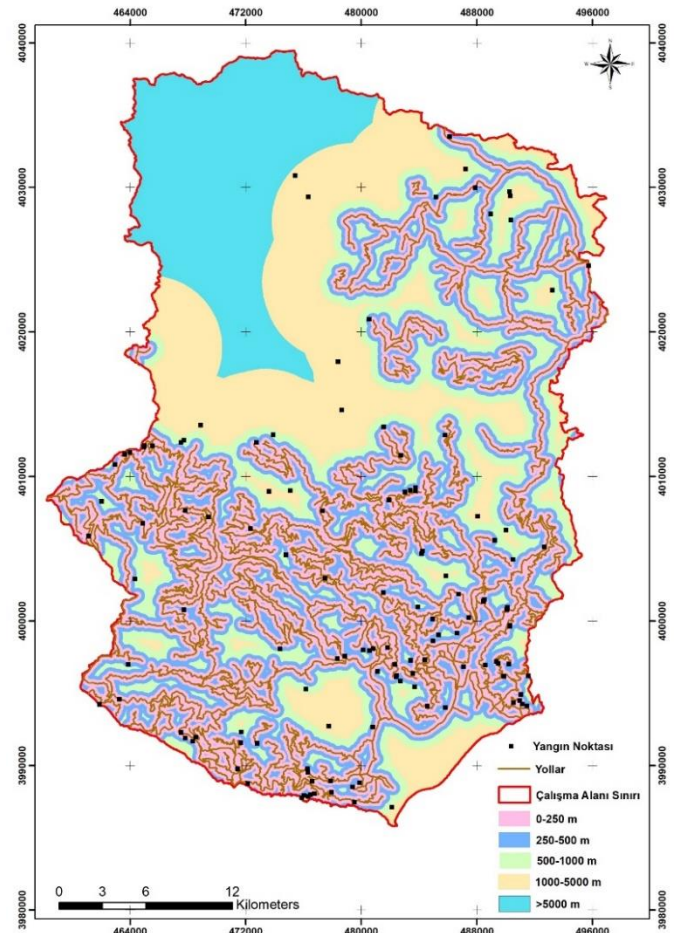
Orman yangınları ile orman yolları arasındaki mekansal ilişkiyi belirlemek amacıyla Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Anamur Orman İşletme Müdürlüğünde 2015-2022 yılları arasında meydana gelen orman yangın başlangıç noktalarının yola yakınlığı incelenmiştir. Yangın sayısı ve yanan alan miktarının yollara olan mesafeye göre dağılımı yüzdelik olarak Çizelge 1'de listelenmiştir.

Çizelge 1. Yola olan uzaklığa göre yangın sayısı ve yanan alan miktarı

Tampon zon genişliği (m)	Yangın Sayısı		Yanan Alan	
	Adet	%	ha	%
<250	76	57,1	407,1	23,8
250-500	30	22,6	302,5	17,7
500-1000	16	12,0	988,3	57,8
1000-5000	11	8,3	11,7	0,7
Total	133	100	1709,6	100

Çalışma alanında meydana gelen 133 adet orman yangını değerlendirildiğinde yola olan mesafe arttıkça yangın sayısı azalmaktadır. Diğer bir ifade ile yola olan mesafe ile yangın sayısı arasında ters ilişki bulunmuştur. Yangın çıkış noktalarının yollara olan mesafeye bağlı olarak 250 m'nin altındaki tampon zonlarda 76 adet (%57,1), 250-500 m tampon zonda 30 (%22,6), 500-1000 m tampon zonda 16 (%12,0), 1000-5000 m tampon zonda ise 11 (%8,3) olduğu tespit edilmiştir. Hem 500-1000 m ve hem de 1000-5000 m tampon zonlarda yaklaşık eşit oranda yangın meydana gelmiştir (Çizelge 1). Yangın sayısı ile yangının yola olan mesafesinin tampon zonlar bakımından istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ).

Yanan alan açısından değerlendirildiğinde 250 m'nin altındaki tampon zonlarda 407,1 ha (%23,8), 250-500 m tampon zonda 302,5 ha (%17,7), 500-1000 m tampon zonda 988,3 ha (%57,8), 1000-5000 m tampon zonda ise 11,7 ha (%0,7) alan yanmıştır. 500-1000 m tampon zonda sadece bir yangında 895 ha orman alanı yanmıştır. Bu yangın dikkate alınmadığında yola olan mesafe ile yanan alan miktarı arasında da ters bir ilişki olduğu görülmektedir. Yangın noktalarının tampon zonlara göre dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Yangın çıkış noktalarının tampon zonlara göre dağılım haritası

Ülkemizdeki orman yangınlarının yaklaşık %86'sı (OGM, 2020) insan kaynaklı meydana gelen yangınlardır. İnsan kaynaklı yangınları tetikleyen faktörlerden biri yollardır (Assaker ve ark., 2012). Ayrıca, yola olan erişim bazı bölgelerde

insan kaynaklı yangınların sıklığının artmasına neden olmaktadır (USDA, 2000). Yollardaki insan ve araç hareketleri, yangın olasılığını artıran temel nedendir (Karabulut ve ark., 2013). Yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar ormanların yola yakın olan bölümlerinin yangına duyarlılığının yüksek olduğunu ve yola mesafe ile yangın sayısı arasında ters ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Jaiswal ve ark., 2002; Erten ve ark., 2005; Joaquin ve ark., 2007; Karabulut ve ark., 2013).

Bu çalışmada yangınların %57,1'inin 250 m'nin altındaki tampon zonlarda meydana geldiği ortaya konulmuştur. Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda, yangınların %53,9'unun (Sivrikaya ve ark., 2015) ve %73'ünün (Duran, 2014) 250 m'nin altındaki ve %53'ünün ise 200 m'nin altındaki (Morrison, 2007) tampon zonlarda meydana geldiği belirlenmiştir. Catry ve ark., (2007) ayrıca yangınların yaklaşık %85'inin kentsel alanlardan 500 m'den daha yakın mesafede meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Analitik Hiyerarşi Prosesesi ile yapılan çalışmalarda yollara olan uzaklığı 0,2615 (Sivrikaya ve Küçük (2022), 0,3227 (Eskandari, 2017), 0,555 (Özşahin, 2014) ve 0,750 (Novo ve ark., 2020) katsayıları ile yangın oluşumunda en önemli parametre olduğu belirlenmiştir.

Meşcere yapısı, topoğrafya, çevre ve iklim orman yangınlarını etkileyen temel parametrelerdir. Bu parametrelerin yangını etkileme oranları birbirinden farklıdır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda yangınların yola, tarım arazilerine ve yerleşim alanlarına mesafelerinin yangın oluşumu ile korelasyonu incelendiğinde yola yakınlık en yüksek katsayı ile yangını etkilediği tespit edilmiştir (Eskandari ve ark., 2013).

Nüfus yoğunluğu ve insan faktörü yangın oluşumunu etkileyen diğer önemli faktörlerden biridir. İnsan kaynaklı yangınların yollara yakın ve yol yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Narayanaraj ve Wimberly, 2012). Analitik Hiyerarşi Prosesesini kullanılarak yapılan çalışmalarda 0,301 (Eskandari, 2017), 0,360 (Akbulak ve ark., 2018) ve 0,56 (Çoban ve Erdin, 2020) katsayıları ile insan faktörünün orman yangınlarını etkileyen en önemli parametre olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonuçlarının yapılan diğer çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), orman yangınları ile yollara olan mesafe arasındaki ilişkiyi incelemek ve izlemek için güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. Nüfus, yol yoğunluğu insan kaynaklı orman yangınlarının en önemli etkenleri olarak bilinmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda ifade edilen hipotezi desteklemektedir. Anamur Orman İşletme Müdürlüğünde insan faktörüne bağlı olarak yoldan uzaklaştıkça orman yangın sayılarının ve yanan alan miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu kapsamında en fazla yangın ve en fazla yanan alan miktarı 0-250 m tampon zonda meydana gelmiştir. Bu bulgular, çalışma alanında gelecekte çıkabilecek yangınların yönetimi ve tahmin edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır, çünkü yol yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde daha fazla özen göstererek çalışma alanı ormanlarında gelecekte oluşabilecek yangınlar önenebilir.

#### Teşekkür

Bu makale 15-17 Kasım 2023 tarihlerinde Filipinler'de gerçekleştirilen 4th International Conference on Environment and Forest Conservation'da sunulan sözlü bildirinin genişletilmiş halidir.

#### Kaynaklar

- Abid, F., 2021. A survey of machine learning algorithms based forest fires prediction and detection systems. *Fire technology*, 57(2), 559-590.
- Akay, A.E., Şahin, H., 2019. Forest fire risk mapping by using GIS techniques and AHP method: a case study in Bodrum (Turkey). *European Journal of Forest Engineering*, 5(1), 25-35.
- Akbulak, C., Tatlı, H., Aygün, G., Sağlam, B., 2018. Forest fire risk analysis via integration of GIS, RS and AHP: the case of Çanakkale, Turkey. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2127-2143. <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/5491>.
- Assaker, A., Darwish, T., Faour, G., Noun, M. 2012 Use of Remote Sensing and GIS to Assess the Anthropogenic Impact on Forest Fires in Nahr Ibrahim Watershed, Lebanon. *Lebanese Science Journal*, 13(1), 15-28.
- Bentekhi, N., Bellal, S., Zegrar, A., 2020. Contribution of remote sensing and GIS to mapping the fire risk of Mediterranean forest case of the forest massif of Tlemcen (North-West Algeria). *Natural Hazards* 104, 811-831.
- Bilgili, E. Goldammer, J.G., 2000. Fire in the Mediterranean Basin: Towards an interdisciplinary science programme. In *proc. XXI IUFRO World Congress 2000, Forests and Society: The role of research*, Vol.1, P.45-54.
- Cardille, J.A., Ventura, S.J., Turner, M.G., 2001. Environmental and social factors influencing wildfires in the upper midwest, United States. *Ecological Applications*. 11(1), 111-127.
- Catry, F. X., Damasceno, P., Silva, J. S., Galante, M., Moreira, F., 2007. Spatial distribution patterns of wildfire ignitions in Portugal. *Modelação espacial do risco de ignição em Portugal Continental*, 8.
- Colak, E., Sunar, F., 2020. Evaluation of forest fire risk in the Mediterranean Turkish forests: A case study of Menderes region, Izmir. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 45.
- Çoban, H.O., Erdin, C., 2020. Forest fire risk assessment using GIS and AHP integration in Bucak forest enterprise, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*. 18(1), 1567-1583.
- Dimitrakopoulos, A.M., Bemmerzouk, A.M., Mitsopoulos, I.D., 2011. Evaluation of the Canadian fire weather index system in eastern Mediterranean environment. *Meteorological Applications*. 18, 83-93.
- Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekansal analizi (2001-2013). *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 1(1A), 38-49.
- Erten, E., Kurgun, V., Musaoğlu, N. 2005 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.

- Eskandari, S., Ghadikolaei, J., Jalilvand, H., Saradjian, M.R., 2013. Detection of fire high-risk areas in northern forests of Iran using dong model. *World Applied Sciences Journal*. 27(6), 770–773.
- Gao, X., Fei, X., Xie, H., 2011. Forest fire risk zone evaluation based on high spatial resolution RS image in Liangyungang Huaguo Mountain Scenic Spot. In: *IEEE International Conference on Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services*. Fuzhou, China.
- Ghobadi, G.J., Gholizadeh, B., Dashliburun, O.M., 2012. Forest fire risk zone mapping from geographic information system in Northern forests of Iran (case study, Golestan Province). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 4, 818–824.
- Güngöroğlu, C., 2017. Determination of forest fire risk with fuzzy analytic hierarchy process and its mapping with the application of GIS: the case of Turkey/Çakırlar. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 23(2), 388–406.
- Hoang, T.V., Chou, T.Y., Fang, Y.M., Nguyen, N.T., Nguyen, Q.H., Canh, P.X., Toan, D.N. B., Nguyen, X.L., Meadows, M.E., 2020. Mapping forest fire risk and development of early warning system for NW Vietnam using AHP and MCA/GIS methods. *Applied Sciences*. 10, 4348.
- Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, D.K., 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 4(1), 1–10.
- Jin, X. Y., Jin, H. J., Iwahana, G., Marchenko, S. S., Luo, D. L., Li, X. Y., & Liang, S. H. (2021). Impacts of climate-induced permafrost degradation on vegetation: A review. *Advances in Climate Change Research*. 12(1), 29-47.
- Joaquim, G. S., Bahaeddin, A. E., Josep, R. C. 2007. Remote Sensing Analysis to Detect Fire Risk Locations, *GeoCongres-2007*, Quebec, Canada.
- Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M., Kızılelma, Y. 2013. “Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(24), 171-179.
- Kernan, J.T., Hessel, A.E., 2010. Spatially heterogeneous estimates of fire frequency in ponderosa pine forests of Washington, USA. *Fire Ecology*. 6, 117-135.
- Kolanek, A., Szymanowski, M., Raczyk, A. 2021. Human activity affects forest fires: the impact of anthropogenic factors on the density of forest fires in Poland. *Forests*, 12(6), 728.
- Levine, J.S. 2000. Global Biomass Burning: A Case Study of the Gaseous and Particulate Emissions Released to the Atmosphere During the 1997 Fires in Kalimantan and Sumatra, Indonesia. In *Biomass Burning and Its Inter-Relationships with the Climate System*; Innes, J.L., Beniston, M., Verstraete, M.M., Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2000; pp. 15–32.
- Li, J. Q., Li, Z. Y., Yi, H.R. 2010. Interaction relation between forest and global climate change. *Journal of Northwest Forestry University (in Chinese)*. 25(4), 23-28.
- Mainigi, J. K., Henry, M. C. 2007. Factors influencing wildlife occurrence and distribution in eastern Kentucky, USA. *International Journal of Wildland Fire*, 16, 23-33.
- Maktite, A., Faleh, A., 2017. Cartographie des zones à risque d’incendies de forêts à l’aide Du SIG et la télédétection dans l’arrière-pays du port Tanger Med. *European Scientific Journal*, 13(32), 205-224.
- Minsley, B. J., Pastick, N. J., Wylie, B. K., Brown, D. R., Andy Kass, M. 2016. Evidence for nonuniform permafrost degradation after fire in boreal landscapes. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 121(2), 320-335.
- Morrison, P.H. 2007. *Roads and Wildfires*. Pacific Biodiversity Institute, Winthrop, Washington. 40 p.
- Narayanaraj, G., Wimberly, M. C. 2012. Influences of forest roads on the spatial patterns of human-and lightning-caused wildfire ignitions. *Applied Geography*, 32(2), 878-888.
- OGM, 2020. *Forestry Statistics*. Publications of General Directorate of Forestry. <https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx>.
- Özşahin, E. 2014. Forest fire susceptibility analysis using GIS and AHP: the case of Antakya Forestry Operation Directorate. *Route Educational and Social Science Journal*, 1(3), 50-71.
- Price, O. F., Bradstock, R. A. 2010. The effect of fuel age on the spread of fire in sclerophyll forest in the Sydney region of Australia. *International Journal of Wildland Fire*. 19(1), 35-45.
- Sari, F., 2021. Forest fire susceptibility mapping via multi-criteria decision analysis techniques for Mugla, Turkey: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Forest Ecology and Management* 480, 118644.
- Satir, O., Berberoglu, S., Donmez, C., 2016. Mapping regional forest fire probability using artificial neural network model in a Mediterranean forest ecosystem. *Geomatics Natural Hazards Risk* 7(5), 1645–1658.
- Sivrikaya, F., Bozali, N., Okumuş, A., Çankaya, E. Ç. 2015. Forest road network effect on forest fire: a case study of Turkey. 38th Annual Meeting of COFE Symposium, Engineering Solutions for Non-Industrial Private Forest Operations, 282-290, 19-22 June, Lexington, Kentucky, USA.
- Sivrikaya, F., Küçük, Ö. 2022. Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. *Ecological Informatics*. 68, 101537.
- Sivrikaya, F., Günlü, A., Küçük, Ö., Ürker, O. 2024. Forest fire risk mapping with Landsat 8 OLI images: Evaluation of the potential use of vegetation indices. *Ecological Informatics*, 79, 102461.
- Stolle, F., K.M. Chomitz, E.F. Lambin and T.P. Tomich, 2003. Human ecological intervention and the role of forest fires in human ecology. *Forest Ecology and Management*, 179, 277-292.
- Syphard, A. D., Radeloff, V. C., Keeley, J. E., Hawbaker, T. J., Clayton, M. K., Stewart, S. I. 2007. Human influence on California fire regimes. *Ecological Applications*, 17, 1388e1402.
- USDA, 2000. *Forest roads: a synthesis of scientific information (Vol. 509)*. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Vilar, L., Woolford, D.G., Martell, D.L., Martin, M.P., 2010. A model for predicting human-caused wildfire occurrence in

the region of Madrid, Spain. *International Journal of Wildland Fire* 19(3), 325–337.

Yang, J., He, H. S., Sturtevant, B. R., Miranda, B. R., Gustafson, E. J. 2008. Comparing effects of fire modeling methods on simulated fire patterns and succession: a case study in the Missouri Ozarks. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 1290e1302.





## Havza yönetimi yaklaşımlarında uluslararası alanda yaşanan gelişmelerin Türkiye'deki politika ve strateji belgelerine yansımaları

Saim Yıldırım<sup>1</sup>, Ufuk Demirci<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Karabük, Türkiye

<sup>2</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 05/04/2024

Kabul Tarihi : 18/04/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1465516>

\*Sorumlu Yazar:

[saimyildirimer@karabuk.edu.tr](mailto:saimyildirimer@karabuk.edu.tr)

### ÖZ

*Giriş ve Hedefler* Havza yönetimi kavramı, tarihsel süreçte çevresel ve toplumsal gelişmelere bağlı olarak değişim göstermiş ve günümüzde, su kaynaklarının korunması, ekosistemlerin desteklenmesi ve sürdürülebilir doğal kaynak yönetimini de içeren bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu çalışmada havza yönetimi yaklaşımlarındaki uluslararası gelişmelerin Türkiye'deki havza yönetimi politikaları ve stratejilerine nasıl yansıdığı irdelenmektedir.

*Yöntemler* Çalışmada Türkiye'nin havza yönetimi ve su kaynakları yönetimi politikalarında uluslararası politikalara nasıl bir uyum süreci izlediği ortaya koymak amacıyla konuyla ilgili geniş çaplı bir literatür taraması yapılmış, uluslararası sözleşmeler, raporlar ve politika belgeleri ele alınarak, uluslararası gelişmelerin Türkiye'deki havza yönetimi politikaları ve stratejilerine yansımaları, kalkınma planları, havza yönetiminden sorumlu kurumların stratejik planları ile diğer politika belgeleri özelinde irdelenmiştir.

*Bulgular* Türkiye'nin havza yönetimi politika ve stratejileri, dünya genelinde havza yönetim yaklaşımlarında meydana gelen gelişmeler, uluslararası anlaşmalar ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bütüncül havza yönetimi, iklim değişikliği ile mücadele, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi gibi hususlara ülkemizdeki bahse konu politika ve strateji belgelerinde yer vermeye başlandığı, kurumsal altyapının güçlendirildiği, ülke genelinde havza koruma, taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması ve nehir havza yönetim planlarının hazırlanması hususlarında birçok projenin gerçekleştiği görülmektedir.

*Sonuçlar* Havza yönetimi süreçlerine yerel toplulukların, sivil toplum kuruluşlarının ve özel sektörün katılımı teşvik edilerek katılımcılığın artırılması, yönetim stratejilerinin yerel ihtiyaçlar ve koşullar doğrultusunda şekillendirilmesine olanak tanıyabilir. Ayrıca teknolojik yeniliklerin, veri analitiği uygulamalarının ve geleceğe yönelik simülasyonlar yapabilmeye bilgisayar modellerinin havza yönetimi stratejilerine entegrasyonu sağlanarak su kaynaklarının daha etkin yönetimi mümkün kılınabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Havza yönetimi yaklaşımları, entegre havza yönetimi, su politikaları, iklim adaptasyonu, sürdürülebilirlik, Türkiye

## The reflections of international developments in watershed management approaches on policy and strategy documents in Türkiye

### ABSTRACT

*Background and aims* The concept of watershed management has changed in the historical process depending on environmental and social developments, and today it refers to a integrated approach that includes the protection of water resources, support of ecosystems and sustainable natural resource management. This study examines how international developments in watershed management approaches are reflected in watershed management policies and strategies in Türkiye.

*Methods* In this study, in order to reveal how Türkiye has followed a process of adaptation to international policies in watershed management and water resources management policies, an extensive literature review was conducted on the subject, international conventions, reports and policy documents were examined, and the reflections of international developments on watershed management policies and strategies in Türkiye were analyzed in terms of development plans, strategic plans of institutions responsible for watershed management and other policy documents.

*Results* Türkiye's watershed management policies and strategies are shaped in line with the developments in watershed management approaches worldwide, international agreements and sustainable development goals. It is seen that issues such as integrated watershed management, combating climate change, sustainable water resources management have started to be included in the policy and strategy documents in Türkiye, the institutional infrastructure has been strengthened, and many projects have been realized in the fields of watershed protection, preparation of flood and drought management plans and preparation of watershed management plans throughout the country.

*Conclusions* Increasing participation by encouraging the participation of local communities, civil society organizations and the private sector in watershed management processes can enable management strategies to be shaped in line with local needs and conditions. In addition, more effective management of water resources can be made possible by integrating technological innovations, data analytics applications and computer models that can simulate the future into watershed management strategies.

**Key Words:** Watershed management approaches, integrated watershed management, water policies, climate adaptation, sustainability, Türkiye

### Citing this article:

Yıldırım, S., Demirci, U., 2024. Havza yönetimi yaklaşımlarında uluslararası alanda yaşanan gelişmelerin Türkiye'deki politika ve strateji belgelerine yansımaları, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 78-90.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

Havzalar, yağışın toplandığı ve akarsu sistemleri aracılığıyla belirli bir çıkış noktasına taşındığı coğrafi alanlar olarak tanımlanmaktadır (Viessman & Lewis, 2002). Bu alanlar, hidrolojik döngü içerisinde temiz ve tatlı su kaynaklarının üretilmesinden sorumlu olup, bu kaynakların içme suyu, evsel kullanım, sulama, enerji üretimi ve sağlıklı ekosistemler için hayati önem arz eden suyun depolandığı ve ihtiyaç duyulduğunda kullanıldığı yerlerdir.

Antik çağlardan itibaren suyun idaresi üzerine yapılan çalışmalar, Mezopotamya, Hindistan ve Mısır gibi medeniyetlerdeki uygulamalarla başlamış, orman ve su kaynaklarının korunması üzerine Avrupa'da önemli adımlar atılmıştır. ABD'de havza yönetimi, 1890'larda başlayan araştırmalar ve orman-havza yönetimi üzerine yapılan deneysel çalışmalarla gelişmiştir. 1930'lardan sonra, toprak ve su koruması üzerine yapılan çalışmalar havza yönetiminin disiplin olarak gelişimini desteklemiştir. Orman Fakültelerinde öğretim programlarına dahil edilen havza yönetimi, orman ekosisteminin çok yönlü kullanımı ilkesiyle 1960'ta daha da genişlemiştir (Wang et al., 2016).

Havza yönetimi kavramı ise, su kaynaklarının etkin kullanımı ve korunması ihtiyacıyla ortaya çıkmıştır. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından sonra, küresel nüfus artışı ve sanayileşmenin çevresel etkileri, bu ihtiyacın daha da önem kazanmasına yol açmıştır. Tarihsel olarak, havza yönetimi su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, doğal habitatların korunması ve sel riskinin azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda evrilmiştir. Yerel ve tekil yaklaşımların ötesine geçerek, havza bazında bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesinin gerekliliği anlaşılmıştır. Çevresel baskılarla birlikte bütüncül yönetim stratejileri geliştirilmiş ve günümüzde havza yönetimi, su kaynaklarının korunması, ekosistem sağlığının desteklenmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını hedefleyen bütüncül bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Gökbulak, 2004; Wang et al., 2016).

Havza yönetimi, su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla doğal kaynakların korunması, su kalitesinin artırılması, erozyonun önlenmesi gibi hedefleri barındırmaktadır. Bu yönetim, su döngüsü, toprak sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve insan faaliyetlerinin etkilerini bir bütün olarak ele almaktadır. Aynı zamanda, havza yönetimi, paydaşların iş birliğini ve katılımını teşvik eden, bilgi ve deneyimlerin bilimsel araştırmalar ve teknolojik yeniliklerle entegre edildiği bir planlama ve uygulama sürecidir. Havzadaki tüm paydaşların sürece dahil edildiği ve "entegre havza yönetimi" olarak adlandırılan bu yönetim süreci, havza yönetimi planlarının hazırlanmasından uygulanmasına ve izlenmesine kadar olan her aşamada farklı görüşlerin ve ihtiyaçların dikkate alınmasını sağlamaktadır (Heathcote, 2009).

Entegre havza yönetimi, iklim değişikliği kaynaklı su kaynakları sorunlarına karşı da önlemler almaktadır (Kara & Yereli, 2022). Bu yönetim şekli, erozyon kontrolü, su kalitesinin artırılması ve doğal kaynakların korunup iyileştirilmesi gibi amaçlara ulaşmak için disiplinler arası yaklaşımları ve teknikleri içeren entegre bir stratejiyi gerektirmektedir. Bu yaklaşım, sadece su kaynaklarının yönetimini değil, aynı zamanda ekosistemlerin sağlığını, ekonomik gelişimi ve toplumun

refahını da destekleyen kapsamlı bir yönetim anlayışını temsil etmektedir (Aladağ et al., 2008).

Havza yönetimi yaklaşımı değişen çevresel, idari ve sosyo-kültürel faktörlere bağlı olarak dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de zaman içerisinde değişim göstermiştir. Ülkemizde havzaların yönetimi devlet tasarrufu altında olduğundan, havza yönetiminden sorumlu olan kamu kurumları uluslararası havza yönetim yaklaşımlarını takip etmekte ve gerekli adımları atmaktadır. Lakin özellikle ülkemizde havza sınırları ile idari sınırların örtüşmemesi gibi temel sıkıntılar nedeniyle havza yönetiminde çeşitli sorunlar yaşanabilmektedir (Ediş et al., 2017).

Bu çalışmada, havza yönetimi yaklaşımlarındaki uluslararası gelişmeler ve bu gelişmelerin entegre havza yönetimi, iklim değişikliği ile mücadele, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi gibi konulardaki etkilerinin Türkiye'deki havza yönetimi politikaları ve stratejilerine nasıl yansıdığı ele alınmaktadır. Özellikle, Türkiye'nin havza yönetimi yaklaşımlarındaki zamansal evrimi, uluslararası gelişmeler ve iklim değişikliği gibi küresel ölçekteki sorunlar değerlendirilerek, bu süreçte Türkiye'nin karşılaştığı zorluklar, fırsatlar ve bu alandaki yenilikçi yaklaşımlar incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye'deki havza yönetimi politikaları ve stratejileri ile uluslararası alandaki gelişmelerin analizi gerçekleştirilmiştir. Konuyla ilgili geniş çaplı bir literatür taraması yapılmış, uluslararası sözleşmeler, raporlar ve politika belgeleri ile akademik makaleler incelenmiştir. Bu bağlamda, Ramsar Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi, Biyoçeşitlilik Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gibi Türkiye'nin de taraf olduğu uluslararası sözleşmelerin Türkiye'nin havza yönetimi stratejileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin bu anlaşmalara yanıt olarak geliştirdiği politika ve uygulamalar ele alınmıştır. Bu kapsamda kalkınma planları, kalkınma planlarına ait özel ihtisas komisyonu raporları, havza yönetiminden sorumlu kurumların stratejik planları ile diğer politika belgeleri irdelenmiş ve uluslararası sözleşme ve hedeflerle olan uyumlulukları değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Uluslararası gelişmeler

Son yıllarda, havza yönetimi ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, küresel ölçekte önemli bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda, çeşitli uluslararası anlaşmalar neticesinde su kaynaklarının korunması, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve çölleşmeyle mücadele gibi konularda ortak hedefler belirlenmiştir. Ramsar Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi, Biyoçeşitlilik Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gibi önemli uluslararası belgeler, ülkelerin su kaynakları yönetimi ve doğal habitatların korunması konusunda iş birliği yapmalarının önemini vurgulamaktadır. Bu belgeler, aynı zamanda, ulusal politika ve strateji belgelerinin şekillendirilmesinde altlık teşkil etmekte ve Türkiye dahil olmak üzere pek çok ülkenin havza yönetimi yaklaşımlarını uluslararası hedefler doğrultusunda yeniden

değerlendirmesine rehberlik etmektedir. Bu bağlamda, uluslararası gelişmeler, ülkemizin havza yönetimi politikaları ve stratejilerinin oluşturulmasında ve uygulanmasında önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma, söz konusu uluslararası anlaşmaların ve raporların ülkemizdeki havza yönetimi politika ve strateji belgelerine yansımalarını detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır.

### 3.1.1 Uluslararası Anlaşmalar

#### 3.1.1.1 Birleşmiş Milletler Stockholm Konferansı, 1972

1972 yılında İsveç'in Stockholm kentinde düzenlenmiş olan Birleşmiş Milletler Stockholm Konferansı, çevre koruma konularında uluslararası iş birliğinin teşvik edilmesi amacıyla toplanmış olan ilk büyük küresel forum olma özelliğini taşımaktadır. Konferansın sonuç bildirgesi olan Stockholm Deklarasyonu, çevre ve kalkınmanın birbirinden ayrılmaz olduğu anlayışını küresel düzeyde kabul ettirmekte ve gelecekteki çevre politikaları ve anlaşmaları için bir temel oluşturmaktadır (Aşan, 2022; UN, 1972, 2024a).

Stockholm Konferansı, aynı zamanda havza yönetimi anlayışının gelişiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Konferans sürecinde ve sonrasında, çevrenin korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda havza bazlı yaklaşımların önemi vurgulanmıştır. Bu, özellikle su kaynaklarının yönetimi, kirlilik kontrolü ve ekosistemlerin korunması gibi konularda havza yönetimi planlarının hazırlanmasına ve uygulanmasına ivme kazandırmıştır. Stockholm Konferansı'nın vurguladığı küresel iş birliği ve entegre yaklaşım, havza yönetimi uygulamalarının daha kapsayıcı ve çok disiplinli olmasını sağlamıştır (UN, 1972, 2024a).

Konferansın ardından kurulan Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) çalışmaları da havza yönetimi konusunda uluslararası iş birliğini ve kapasite gelişimini desteklemiştir. UNEP, çevresel sorunların ele alınması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması için uluslararası bir platform sağlamak amacıyla çalışmalar yürütmektedir (Kayhan, 2013; UNEP, 2024). Bu çabalar, havza yönetimi stratejilerinin ve politikalarının geliştirilmesinde önemli bir vazife yapmıştır.

Günümüzde, Birleşmiş Milletler Stockholm Konferansı'nın mirası, havza yönetimi ve entegre su kaynakları yönetimi (IWRM) yaklaşımlarının geliştirilmesi ve uygulanmasında hala hissedilmektedir (UN, 2024b). Konferansın vurguladığı entegre ve çok disiplinli yaklaşım, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, ekosistemlerin korunması ve kirlilikle mücadelenin temelini oluşturmuştur.

#### 3.1.1.2 Ramsar Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi

Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi (Ramsar Sözleşmesi), 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzalanmış uluslararası bir anlaşmadır. Sulak alanlar, biyolojik çeşitlilik açısından zengin ekosistemler olup, su kaynaklarının yenilenmesi, taşkın kontrolü ve iklim değişikliğiyle mücadelede karbon depolama gibi önemli ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Bu özellikleriyle, sulak alanlar bütüncül havza yönetimi stratejilerinin temel bileşenlerinden birini oluştururlar (RAMSAR, 1971).

Ramsar Sözleşmesi, sulak alanların korunması ve yönetilmesinin, havza bazında sürdürülebilir su kaynakları yönetimiyle doğrudan ilişkili olduğunu vurgulayarak, katılımcı ülkeleri kendi sınırları içindeki önemli sulak alanları "Ramsar Alanı" olarak belirlemeye ve bu alanların korunması için ulusal stratejiler ve eylem planları geliştirmeye yönlendirir. Ramsar Sözleşmesi, ekosistemlerin korunması ve rasyonel kullanılması için bilimsel bilgi ve uluslararası iş birliğinin önemini öne çıkararak, havza yönetimi yaklaşımlarının entegrasyonunu desteklemektedir.

Türkiye, Ramsar Sözleşmesi'ni 17 Nisan 1994 tarihinde imzalayarak uluslararası sulak alanların korunması ve akılcı kullanımı konusundaki taahhütlerini resmi olarak kabul etmiştir (Resmi Gazete, 1994). Ülkemizin bu adımı, ülkenin biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Ülkemiz, Ramsar Sözleşmesi'nin gerektirdiği ulusal strateji ve eylem planlarını geliştirmek için de adımlar atmıştır. Bu kapsamda, sulak alanların korunması ve yönetimi ile ilgili politikalar, yasal düzenlemeler ve idari yapılar gözden geçirilmiş ve geliştirilmiştir (Kan, 2023).

#### 3.1.1.3 Biyoçeşitlilik Sözleşmesi

Biyoçeşitlilik Sözleşmesi (CBD), Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı sırasında, 1992 yılında Rio de Janeiro'da imzaya açılmıştır. Rio Zirvesi olarak da anılan bu konferansta, biyoçeşitliliğin korunması, sürdürülebilir kullanımı ve genetik kaynakların adil ve eşit paylaşımını hedefleyen uluslararası bir anlaşma ortaya konmuştur. 29 Aralık 1993 tarihinde yürürlüğe giren CBD, biyoçeşitliliğin ekonomik, sosyal, bilimsel ve çevresel değerlerini tanıyarak, bu kaynakların korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını önemli bir hedef olarak belirlemektedir (Karagöz, 1998; UN, 1992). CBD'nin temelini oluşturan üç hedef; biyoçeşitliliğin korunması, biyoçeşitliliğin bileşenlerinin sürdürülebilir kullanılması ve genetik kaynaklardan elde edilen faydaların adil ve eşit şekilde paylaşılmasıdır (CBD, 2024a; UN, 1992).

Türkiye, 1996 yılında Biyoçeşitlilik Sözleşmesi'ne taraf olarak, biyoçeşitlilik korunması, sürdürülebilir kullanımı ve genetik kaynakların adil ve eşit paylaşımı konularındaki uluslararası yükümlülüklerini resmi olarak kabul etmiştir (Resmi Gazete, 1996; TBMM, 1996). Ülkemizin bu katılımı, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanılması yönünde ulusal politikaların ve stratejilerin geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Ülkemizin biyoçeşitlilik açısından zengin ancak kırılgan ekosistemlere sahip olması, ulusal ve uluslararası düzeyde koruma çabalarının artırılmasını zorunlu kılmaktadır (Karagöz, 1998; MFA, 2024a).

CBD ve havza yönetimi arasındaki ilişki, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı bağlamında çok boyutlu bir perspektif sunmaktadır. Biyoçeşitlilik, havza ekosistemlerinin sağlıklı işleyişi için temel bir faktördür ve su kaynaklarının kalitesi ile miktarı üzerinde doğrudan etkileri bulunmaktadır. Bu bağlamda, havza yönetimi, su kaynaklarının korunması ve yönetilmesi açısından önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır (CBD, 2023, 2024a; MFA, 2024a).

Ülkemizin CBD'ye katılımı, havza yönetimi politikalarının ve uygulamalarının geliştirilmesinde, biyoçeşitlilik korumasının entegre edilmesine olanak sağlamıştır. Bu entegrasyon,

sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu olarak, su kaynaklarının korunması ve yönetilmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşımın benimsenmesini teşvik etmektedir. Dolayısıyla, ülkemizin CBD'ye katılımı, havza yönetimi politikalarının ve uygulamalarının geliştirilmesinde biyoçeşitliliğin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımı sağlama açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Karagöz, 1998; MFA, 2024a).

### 3.1.1.4 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1992'de Rio de Janeiro'da düzenlenen Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (UNCED), uluslararası toplumun iklim değişikliğine "tehlikeli insan müdahalesi"ni önleme amacıyla kabul ettiği bir anlaşmadır. Sözleşmenin asıl amacı, sera gazı konsantrasyonlarını, iklim sistemi ile tehlikeli antropojenik müdahaleyi önleyecek bir seviyede istikrara kavuşturmak. UNFCCC, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi önemli uygulama tedbirlerinin altında yatan temel anlaşmadır (UNFCCC, 2024a).

Türkiye, BMİDÇS'nin yürürlüğe girmesinden iki yıl sonra, 1996'da sözleşmeye taraf olmuştur. BMİDÇS kapsamında, gelişmiş ülkelerin liderliğinde, sera gazı emisyonlarını azaltma yükümlülükleri bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için ise, bu yükümlülükler gelişmiş ülkeler tarafından sağlanan finansal kaynak ve teknoloji transferine bağlı olarak uygulanmaktadır (MFA, 2024b; UNFCCC, 2024b).

BMİDÇS, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkileriyle mücadelede önemli bir yer tutar, bu bağlamda su kaynaklarının yönetilmesi ve korunması üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir. Sözleşme, üye ülkeleri sera gazı emisyonlarını azaltmaya ve böylece iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmeye teşvik eder. Bu durum, su havzalarının yönetimi ve korunması için önemli bir çerçeve oluşturmaktadır. Özellikle, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin entegrasyonu, havza yönetimindeki sürdürülebilirliği artırmak ve su kaynaklarının korunmasını sağlamak için önemlidir. Bu bağlamda, BMİDÇS ve onun altındaki anlaşmalar, ülkemizdeki ulusal planlar dahil olmak üzere, havza yönetimi planlarının geliştirilmesinde ve uygulanmasında rehberlik etmektedir (UNFCCC, 2024c).

### 3.1.1.5 Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (BMİDÇS), çölleşme ile mücadele ve sürdürülebilir kara yönetimi konularını ele alan uluslararası bir anlaşmadır. 1992'de Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Zirvesi) alınan kararların bir sonucu olarak ortaya çıkan bu sözleşme, 1994 yılında kabul edilmiştir. Sözleşmenin temel amacı, çölleşmenin önlenmesi, arazilerin bozulmasının durdurulması ve bu sorunlardan etkilenen bölgelerin rehabilite edilmesi yoluyla çevresel sürdürülebilirliği sağlamaktır (UNCCD, 2024a).

Sözleşme, çölleşmeyle mücadelede etkili politikaların geliştirilmesi için bir çerçeve sunmakta ve üye devletlerin ulusal eylem planları hazırlamasını teşvik etmektedir. Bu planlar, arazi yönetimi, arazi kullanımı, su kaynaklarının korunması ve kırsal kalkınma stratejileri gibi konularda yerel, ulusal ve bölgesel

düzelelerde uygulanacak önlemleri içermektedir. Bu kapsamda, havza yönetimi de çölleşmeyle mücadelede önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir havza yönetimi, su ve toprak kaynaklarının korunması, erozyon kontrolü ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi yoluyla hem çölleşmeyi önlemekte hem de etkilenen bölgelerin rehabilitasyonuna katkıda bulunmaktadır (UNCCD, 2024a).

Ülkemiz, çölleşmeyle mücadele konusunda uluslararası çabalara aktif olarak katılan ülkelerden biridir. Ülkemizin özellikle Güneydoğu, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri, iklim değişikliği ve yanlış arazi kullanımı nedeniyle çölleşme riski altındadır. Bu bağlamda, ülkemiz 1998 yılında BMİDÇS'e resmen katılarak, arazi yönetimi ve çölleşmeyle mücadele konularında önemli adımlar atmıştır. Bu çabalar arasında, erozyon kontrolü, sürdürülebilir kara ve su kaynaklarının yönetimi, ağaçlandırma projeleri ve çiftçilere yönelik eğitim programları bulunmaktadır. Özellikle, havza yönetimi yaklaşımı, ülkemizin çölleşmeyle mücadelede uyguladığı stratejiler arasında merkezi bir yer tutmaktadır. Havzaların entegre yönetimi, suyun ve toprağın verimli kullanımını sağlayarak çölleşme riskinin azaltılmasına ve kırsal kalkınmanın desteklenmesine önemli katkılar sunmaktadır (ÇMUSEP, 2019; ÇŞİDB, 2024a).

Özellikle Türkiye, çölleşmeyle mücadelede ulusal ve uluslararası düzeyde öncü bir rol üstlenmiş, 2015 yılında Ankara'da düzenlenen COP12'ye ev sahipliği yaparak bu alandaki stratejilerin güçlendirilmesine katkıda bulunmuştur. Bu toplantı, çölleşmeyle mücadelede alınan kararların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine olan katkısını vurgulayarak, arazi yönetimi, su kaynaklarının korunması, erozyon kontrolü ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi gibi önemli önlemleri içermiştir. Türkiye'nin stratejisi, çölleşme riski altındaki bölgelerde arazi kullanımının optimizasyonu, su kaynaklarının etkin yönetimi ve kırsal kalkınmanın desteklenmesi üzerine yoğunlaşmıştır (ÇŞB, 2015).

### 3.1.1.6 Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında uluslararası toplumun attığı önemli adımlardan biridir. 1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen bu protokol, BMİDÇS'nin bir uzantısıdır ve sanayileşmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını belirli oranlarda azaltma taahhüdünde bulunmalarını öngörmektedir. Protokol, küresel ısınmanın olumsuz etkileriyle mücadelede hükümetler arası iş birliğinin bir göstergesi olarak, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Protokol, özellikle karbon dioksit olmak üzere altı ana sera gazının emisyonlarının azaltılmasını hedefler ve bu azaltım için 1990 yılı emisyon seviyeleri baz alınarak belirlenen yükümlülükler içermektedir (UNFCCC, 1997).

Ülkemiz, Kyoto Protokolü'ne 2009 yılında taraf olmuştur. Bu adım, Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası çabalara resmi olarak katılma ve bu küresel sorunun çözümüne katkıda bulunma niyetinin bir göstergesidir. Ülkemizin protokole katılımı, ulusal çevre politikalarının ve yasal düzenlemelerinin geliştirilmesinde yeni bir dönemi de başlatmıştır (MFA, 2024c).

Kyoto Protokolü'nün havza yönetimi ile ilişkisi, özellikle su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi açısından önem taşımaktadır. Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve

iklim değişikliğiyle mücadele, havzaların sağlığı üzerinde doğrudan olumlu etkilere sahiptir. İklim değişikliği, yağış rejimlerinde değişikliğe, sıcaklık artışlarına ve dolayısıyla su kaynaklarının miktarı ve kalitesi üzerinde baskılara neden olabilir (Mishra, 2023; van Vliet et al., 2023). Bu durum, su havzalarının yönetimini zorlaştırabilir ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği için ek önlemlerin alınmasını gerektirebilir. Protokol kapsamında alınan azaltım önlemleri, bu değişikliklerin etkilerini hafifletmeye yardımcı olabilir ve su havzalarının korunması ve yönetilmesine katkı sağlayabilir.

Ülkemizin protokole dahil olması, ulusal havza yönetim planlarının iklim değişikliğine uyumlu hale getirilmesi ve su kaynaklarının korunması yönünde önemli adımların atılmasını teşvik etmiştir. Bu çerçevede, hava yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması, iklim değişikliğiyle mücadele bağlamında daha geniş bir perspektife oturtulmuştur.

### 3.1.1.7 Kyoto Protokolü'nün Doha değişikliği

Kyoto Protokolü'nün Doha Değişikliği, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır. Kyoto Protokolü, Doha Değişikliği ile 2020 yılına kadar uzatılmış ve emisyon azaltım hedefleri güncellenmiştir. Bu değişiklik, 2012 yılında Katar'ın Doha şehrinde yapılan Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiş, Kyoto Protokolü'nün ilk taahhüt dönemi sonrası ikinci bir dönem başlatılarak bu yeni dönem 2020 sonuna kadar sürdürülmüştür. Katılımcı ülkelerin emisyon azaltım taahhütlerini artırmaları ve daha sıkı hedefler belirlemeleri istenmiştir (UNFCCC, 2012, 2024a). Doha Değişikliği'ni imzalayan ülkemiz, bu değişikliğin onay sürecini ulusal çıkarlarını ve ekonomik kalkınma hedeflerini dikkate alarak değerlendirmektedir (MFA, 2024c; Serengil, 2019).

Doha Değişikliği'nin uygulanması ve emisyon azaltım taahhütlerinin artırılması, su kaynaklarının yönetimi ve korunması için önemli olan havza yönetimine de olumlu etkiler sunabilir. İklim değişikliği, havza ekosistemlerini ve su yönetimini etkileyebilir; bu nedenle, sera gazı emisyonlarının azaltılması, havza yönetimini güçlendirebilir. İklim değişikliğine adaptasyon ve mitigasyon stratejilerinin havza yönetimine entegrasyonu, su kalitesi ve miktarının korunmasına yönelik uygulamaların desteklenmesine yardımcı olabilir (Başsüllü et al., 2014; Serengil, 2019; UNFCCC, 2024d).

Türkiye'nin Doha Değişikliği'ne katılımı ve belirleyeceği ulusal politikalar, zengin su kaynakları ve çeşitli havza ekosistemlerinin korunması ve yönetilmesi açısından stratejik bir yaklaşım gerektirir. Emisyon azaltımı ve iklim değişikliğiyle mücadele çabaları, havza yönetimi politikalarıyla uyumlu şekilde ele alınmalı ve bu politikalar iklim değişikliğinin olası etkilerine karşı direnç kazanmalıdır. Bu entegre yaklaşım, Türkiye'nin hem kalkınma hedeflerine ulaşmasını hem de sürdürülebilir bir çevre yönetimi sağlamasını destekleyecektir (Algedik et al., 2016; TOB, 2019a).

### 3.1.1.8 Paris Anlaşması

Paris Anlaşması, 2015 yılında imzalanarak 2016 yılında yürürlüğe giren, küresel ısınmanın sanayi öncesi döneme kıyasla 2 °C altında tutulmasını, hatta mümkünse 1.5 °C sınırına indirilmesini hedefleyen uluslararası bir mutabakattır. Bu anlaşma, BMİDÇS'nin bir parçası olarak, Kyoto Protokolü'nün

devamı niteliğindedir ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesi, iklim değişikliğine uyum sağlama ve bu süreçte gerekli finansal kaynakların sağlanması gibi konuları ele alır (İDB, 2024; Köse, 2018; UNCC, 2024a). Ülkeler, ulusal katkı beyanları (NDCs) (UNCC, 2024b) aracılığıyla bu global mücadelede üstlendikleri sorumlulukları belirlemektedirler.

Türkiye, Paris Anlaşması'na başlangıçta imza atan ülkeler arasında yer almasına rağmen, anlaşmayı 2021 yılına kadar onaylamamıştır. Bu gecikmenin nedeni, ülkemizin gelişmekte olan bir ülke olarak anlaşmadan kaynaklanabilecek finansal yükümlülükler ve sınıflandırmalar konusunda çekinceleri olmasıdır. Nihayetinde ülkemiz, yenilenebilir enerjiye geçiş ve emisyon azaltma taahhütleri ile iklim değişikliğiyle mücadelede aktif bir rol üstlenmeyi kabul etmiştir. Bu kapsamda, günümüzde enerji, sanayi ve ulaşım gibi sektörlerde emisyonları azaltma stratejileri, ülkenin iklim politikalarının temelini oluşturmaktadır (Demir, 2022; Karakaya, 2016; Köse, 2018; MFA, 2024d).

Havza yönetimi ile Paris Anlaşması'nın ilişkisi, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin iklim değişikliğiyle mücadelenin ayrılmaz bir parçası olması gerektiği anlayışından kaynaklanır. Ülkemizin coğrafi ve iklimsel çeşitliliği, su kaynaklarının yönetimini özellikle önemli hale getirmektedir. Örneğin, dağlık alanlardaki havzalar, temiz su kaynaklarının sağlanmasında önemli bir işlev görür. Bu nedenle, Paris Anlaşması'nın amaçlarına ulaşmak için Ülkemizin havza yönetimi politikaları ve uygulamaları, su kaynaklarının ve genel olarak çevrenin korunmasına yönelik önlemlerle bütünleşmelidir (UNCC, 2024a).

Bu bağlamda, ülkemizin Paris Anlaşması kapsamındaki taahhütlerini yerine getirme sürecinde havza yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadele stratejilerinin temel bir bileşeni olarak öne çıkar. Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı, iklim değişikliğinin neden olduğu olumsuz etkilere karşı dirençli bir çevre oluşturulmasına katkı sağlar. Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadeledeki başarısı, bu nedenle, yalnızca ulusal düzeydeki politika ve uygulamalara değil, aynı zamanda yerel ve bölgesel düzeydeki su yönetimi stratejilerine de bağlıdır. Bu yaklaşım, su kaynaklarının gelecek nesillere aktarılmasını sağlarken, aynı zamanda küresel iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası toplum içinde Türkiye'nin taahhütlerini yerine getirmesine katkıda bulunur (Demir, 2022).

### 3.1.2 Su güvenliği, su yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma raporları

#### 3.1.2.1 Doğa Temelli Su Çözümleri

"Doğa Temelli Su Çözümleri" raporu, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Bankası iş birliği ile geliştirilmiş ve 2018 yılında yayımlanmıştır. Bu kapsamlı çalışma, su yönetimi sorunlarının çözümünde doğal sistemlerin ve süreçlerin nasıl etkin bir şekilde kullanılabileceğini ele almaktadır. Rapor, küresel çapta su kaynaklarına yönelik artan baskılar ve iklim değişikliğinin etkileri karşısında, sürdürülebilir ve yenilikçi yaklaşımların önemini vurgulamaktadır (UN-Water, 2018).

Doğa temelli çözümlerin uygulanması, ülkemizin karşı karşıya olduğu su yönetimi sorunlarına yenilikçi ve

sürdürülebilir yanıtlar sunma potansiyeline sahiptir. Örneğin, yeşil altyapı ve biyolojik arıtma sistemleri, kentlerdeki su yönetimine ekolojik ve ekonomik faydalar sağlayabilir. Ayrıca, erozyon kontrolü ve doğal habitatların restorasyonu gibi uygulamalar, su havzalarının korunmasına ve su kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir (UN-Water, 2018).

### 3.1.2.2 Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişimi Raporu

Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişimi Raporu öncülüğünde ve BM Su Değerlendirme Programı (WWAP) iş birliği ile her yıl yayımlanan, küresel su kaynaklarının durumu, yönetimi ve sürdürülebilirliği üzerine analitik bir perspektif sunan araştırma serisidir. Bu raporlar, su kaynaklarının korunması ve yönetimi alanında politika yapımcılar, sektör uzmanları ve ilgili tüm paydaşlar için temel bir kaynak niteliği taşımaktadır (UNESCO, 2024).

Her yıl farklı bir tema üzerinden suyun çeşitli boyutlarını ve bu önemli doğal kaynağın insanlık, ekonomi ve çevre üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde inceleyen bu çalışmalar, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşma sürecini desteklemekte, su kaynaklarına ilişkin uluslararası bilinci artırmakta ve sürdürülebilir çözümlerin benimsenmesi için zemin hazırlamaktadır. Küresel su meselelerinin çözümüne yönelik stratejilerin geliştirilmesinde ve su kaynaklarının gelecek nesiller için korunması ve yönetilmesi konusunda katkıda bulunmaktadır.

### 3.1.2.3 IWMI Stratejisi 2019-2023: sürdürülebilir kalkınma için su çözümleri

"IWMI Stratejisi 2019-2023: Sürdürülebilir Kalkınma için Su Çözümleri" raporu, Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından 2019'da yayımlanmış, su kaynaklarının yönetimi ve kullanımına ilişkin stratejik bir çerçeve sunmaktadır. Bu strateji, küresel su sorunlarına yenilikçi, uygulanabilir ve sürdürülebilir çözümler geliştirme amacını taşımakta, su güvenliği, gıda güvenliği, iklim değişikliğine adaptasyon ve ekosistem sağlığının korunması gibi konuları ele almaktadır. IWMI, etkin ve adil su yönetiminin sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından biri olduğuna inanmakta ve stratejiyle, su kaynaklarının korunması ve akılcı kullanımı yoluyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunmayı hedeflemektedir (IWMI, 2019).

### 3.1.2.4 Avrupa Su Çerçeve Direktifi

Avrupa Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) (ASÇD), 2000 yılında Avrupa Birliği (AB) tarafından kabul edilmekte, su kaynaklarının korunması ve yönetimi konusunda kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu direktif, üye devletlerin su politikalarını, sürdürülebilir bir şekilde su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve kullanılmasını sağlamak amacıyla uyumlaştırmayı hedeflemektedir. Direktif, tatlı su ekosistemleri ve kıyı suları da dahil olmak üzere yüzey suları ve yeraltı sularının korunması, önlenmesi ve iyileştirilmesi için geniş kapsamlı stratejiler geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır (Aytüre, 2016; EC, 2000).

ASÇD'nin uygulanmasında, "havza yönetimi" yaklaşımı benimsenmektedir. Bu yaklaşıma göre, su kaynakları, siyasi

sınırlardan ziyade doğal hidrolojik sınırlar olan havza bazında yönetilmektedir. Bu, su kaynaklarının daha etkili bir şekilde korunmasını ve yönetilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Direktif ayrıca, su kalitesi hedeflerine ulaşmak için gerekli önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması, su kullanımının sürdürülebilirliğinin sağlanması, su kaynaklarına yönelik baskıların azaltılması ve kamu katılımının teşvik edilmesi gibi konulara da odaklanmaktadır (Mostert, 2003).

Bu direktif, havza yönetimi yaklaşımını benimseyerek, su kaynaklarının bütüncül bir perspektiften ele alınmasını ve yönetilmesini sağlamakta, böylece suyun kalitesinin ve miktarının gelecek nesiller için korunmasına katkıda bulunmaktadır (EC, 2000; Mostert, 2003).

Direktifin kabul edilmesinin ardından, Avrupa Birliği genelinde birçok toplantı, faaliyet ve etkinlik düzenlenmiştir. Bu süreçte, üye devletlerin hazırladıkları havza yönetim planları ve bu planların uygulanması için yapılan çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Özellikle, her altı yılda bir güncellenmesi gereken Havza Yönetim Planları, 2000/60/EC'nin uygulanmasında önemli bir yere sahiptir. Bu planlar, su kaynaklarının durumunu değerlendirmekte, risklerin analizini yapmakta ve gerekli önlemleri belirlemektedir (Aytüre, 2016; EC, 2000; Tuğaç, 2013).

### 3.1.3 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda 2015 yılında kabul edilmiş ve 2030 yılına kadar dünya genelinde ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır. Bu hedefler, yoksulluğun sona erdirilmesi, eşitsizliklerin azaltılması, iklim değişikliği ile mücadelenin güçlendirilmesi ve barışçıl, kapsayıcı topluluklar için sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesi gibi geniş bir yelpazede konuları kapsamaktadır. SKH'ler, her ülkeyi kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları arasında dengeli bir ilerleme sağlamaya teşvik etmektedir (UN, 2024c).

Bu hedefler, 2000-2015 yılları arasındaki Milenyum Kalkınma Hedefleri'nin (MKH) devamı niteliğinde olup, daha önceki çabaların üzerine inşa edilerek daha kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. 17 hedef, açlıkla mücadelenin sağlanmasından, temiz su ve sanitasyon hizmetlerine erişimin genişletilmesine, cinsiyet eşitliğinin teşvik edilmesinden, sürdürülebilir şehirler ve toplulukların desteklenmesine kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Ayrıca, SKH'ler, tüm hedeflerin birbirleriyle bağlantılı olduğunu ve bir hedefe ulaşmanın diğerlerini de olumlu yönde etkileyebileceğini vurgulamaktadır (UN, 2024c).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin önemi, suyun sürdürülebilir yönetimi ve temiz suya erişimin sağlanması (Hedef 6), iklim değişikliği ile mücadelenin güçlendirilmesi (Hedef 13) ve karasal ekosistemlerin korunması gibi doğrudan çevresel sürdürülebilirliğe odaklanan hedeflerde kendini göstermektedir. Bu hedefler, havza yönetimi ile biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin korunması ve sürdürülebilir kullanımının desteklenmesi gibi konularda nasıl bir görev yaptığını ortaya koymaktadır. SKH'lerin genel amacı, gezegenimizin sağlığını korurken insanların refahını artırmak ve tüm toplumlar için daha adil ve kapsayıcı bir dünya inşa etmeye katkıda bulunmaktadır (UN, 2024c).

### 3.2 Ulusal gelişmeler

Dünya genelinde havza yönetim yaklaşımlarında meydana gelen gelişmelerin ülkemizde de yansımaları olmuştur. Ülkemizde havzaların yönetimi devlet tasarrufu altında olduğundan, dünyadaki gelişmelere bağlı olarak ilgili Bakanlıkların ve Genel Müdürlüklerin planlamalarında da havza yönetimi ile ilgili amaç, hedef ve politikalarda da zaman içerisinde farklılıklar yaşanmıştır. Bu kapsamda kalkınma planları, kalkınma planlarına ait özel ihtisas komisyonu raporları, havza yönetiminden sorumlu kurumların stratejik planları ile diğer politika belgelerinde havza yönetiminde yaşanan gelişmeler irdelenmiştir.

#### 3.2.1 Kalkınma planlarında ve Özel İhtisas Komisyonu Raporlarında Havza Yönetimi

Türkiye'de ilk kalkınma planı 1963 yılında hazırlanmış olup, o tarihten itibaren tüm sektörler için hedef ve stratejilere kalkınma planlarında yer verilmektedir. 1. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP)'nda havza yönetimine ya da su havzalarının korunması ve kullanılmasına yönelik doğrudan herhangi bir amaca yer verilmemiş; sadece ormancılığa yönelik politikalar başlığı altında "Ağaçlandırma yoluyla yeni orman alanları kazanmak ve su havzalarının doğal ve ekolojik dengesi üzerinde ormanların olumlu etkilerini gerçekleştirmek." şeklinde bir amaca yer verilmiştir (DPT, 1963).

İkinci BYKP'de ise "Toprak Su Kaynaklarının Geliştirilmesi" adı altında müstakil bir başlık açılmış ve bu başlık altında toprak ve su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasına ve geliştirilmesine yönelik ilkeler belirlenmiştir. Bu kapsamda "rüzgâr erozyonunu önleyici tesisler ve taşkınlarla ilişkili yandere havzalarının ıslah çalışmalarının yapılması" gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca plan döneminde tarımsal sulama amacıyla farklı havzalardaki projeler üzerinde önemle durulacağına yönelik politikalar da ortaya konulmuştur (DPT, 1968).

1973-1977 dönemi için hazırlanan 3. BYKP'de "Tarım" ana başlığı altında "Toprak ve Su Kaynakları" alt başlığına yer verilmiş ve bu başlık altında planlı dönemdeki gelişmelerden ve uzun dönem hedeflerinden bahsedilmiştir (DPT, 1973). Lakin planda genellikle büyük tarımsal sulama projelerine yönelik hedefler belirlenmiş ve bu bağlamdaki ilke ve politikalar ortaya konulmuştur. Sadece ilgili plan döneminde toprak koruma ve havza iyileştirmesi yapılacak alan büyüklüğü hedef olarak sunulmuştur.

Takip eden kalkınma planında bir önceki planda olduğu gibi "Tarım" ana başlığı altında "Toprak ve Su Kaynakları" alt başlığına yer verilmiştir. Bu planda ilk kez "toprak koruma ve havza ıslahı çalışmalarını düzenleyen havza ıslah yasasının" düzenleneceği ifade edilmiş ve aynı zamanda "Su ve toprak kaynaklarının entegre bir biçimde yönetilmesi, projelerin etkinliğinin artırılması için planlama, projelendirme ve uygulama aşamalarında ilgili kuruluşların ve kooperatiflerin işbirliği sağlanacaktır." şeklinde hedef ortaya konulmuştur (DPT, 1979).

Ayrıca 4. BYKP dahilinde ilk kez Toprak ve Su Kaynakları Özel İhtisas Komisyonu Raporu (ÖİKR) hazırlanmıştır. Bu raporda Türkiye'nin toprak ve su kaynaklarının mevcut durumu değerlendirilmiş, bu kaynakların geliştirilmesi için neler

yapılması gerektiği ayrıntılı olarak ifade edilmiş ve toprak muhafaza ve havza ıslahına ait ilgili kalkınma planı dönemi hedefleri ile bu çalışmalar için ihtiyaç duyulan yatırım miktarlarına yer verilmiştir (DPT, 1978). Bu plan döneminde toprak ve su kaynaklarının entegre yönetilmesine yönelik hedeflerin konulması, uluslararası gelişmelere paralel olarak ülkemizde de havza yönetim yaklaşımında ilerleme kaydedildiğinin bir göstergesidir.

Beşinci BYKP'de ise sadece "Çevre Sorunları" başlığı altında "Havza boyutunda su kalitesinin değerlendirilmesine ve su kaynaklarının kullanımında rasyonel bir düzenlemeye önem verilecektir." şeklinde ilke ifade edilmiştir (DPT, 1985). Diğer taraftan bu kalkınma planı için doğrudan havza yönetimini ilgilendiren bir ÖİKR hazırlanmamıştır. Kırsal Kalkınma ÖİKR'de ise tarımsal faaliyetler için toprak muhafaza ve havza ıslahı çalışmalarının gerekli olduğu vurgulanmıştır (DPT, 1984).

1990-1994 dönemi için hazırlanan Altıncı BYKP'de de benzer bir şekilde havza yönetimine ilişkin kapsamlı hedef, ilke ya da politika belirlenmemiş, sadece Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) içinde yer alan projelerde entegrasyonun sağlanmasına yönelik politika belirtilmiştir (DPT, 1989). Bu plana ait Toprak ve Su Kaynakları ÖİKR'de ise o tarihe kadar toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesine yönelik yapılmış çalışmalardan ve yapılması planlanan araştırmalardan bahsedilmiş, doğrudan havza yönetimine yönelik hedef ya da politika belirtilmemiştir (DPT, 1990a). Diğer taraftan Ormancılık ÖİKR'de ise ormancılık sektörünün amaçlarından birinin "orman topraklarının kaybolmasının önlenmesi ve su toplama havzalarında doğal dengenin sağlanması" olduğu, erozyon ve sellere karşı yukarı havzalardan başlayarak tedbir alınması gerektiği, havza amenajmanı yasası çıkararak, sel-taşkın ve erozyon sorunu için planlama, projelendirme ve uygulama aşamalarında ilgili kuruluşların iş birliği yapması gerektiği vurgulanmıştır (DPT, 1990b).

Müteakip kalkınma planında da bir önceki plana benzer bir şekilde doğrudan havza yönetimine yönelik hedef ya da politika ortaya konulmamıştır. Planda sadece "Kırsal Altyapı" başlığı altında toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi kapsamında havza bazında planlama çalışmaları başlatılacağına yönelik amaç ortaya konulmuştur (DPT, 1995a). Bu kalkınma planı kapsamında hazırlanan Orman, Toprak ve Su Kaynakları ÖİKR'de ise bir önceki rapordaki hedef ve amaçlar tekrar edilmiştir (DPT, 1995b).

Sekizinci BYKP 2001-2005 dönemi için uzun vadeli strateji belgesi olarak hazırlanmıştır (DPT, 2000). Bu planda 1992'de Rio'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda ortaya konulan sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi yaklaşımına yer vermeye başlanmıştır. Bu durumun bir yansıması olarak "Tarımsal Gelişme" başlığı altındaki amaçlar, ilkeler ve politikalarından biri "Doğal kaynak kullanımında havza bazında katılımcı proje planlaması ve yönetimi benimsenecektir. Doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılması, gen kaynaklarının korunması ve saklanması sisteminin kurulması sağlanacaktır." şeklinde belirlenmiştir. Özellikle havza bazında planlamada katılımcı bir yaklaşımın benimseneceğinin ifade edilmiş olması, ülkemizde de uluslararası gelişmelere uyumun başladığının bir göstergesidir. Planda ayrıca "Bölge Planlaması" başlığı altında GAP, Doğu Karadeniz Projesi (DOKAP) ve Yeşilirmak Havzası örneklerinde doğal kaynakların sürdürülebilir kalkınmaya katkı



sunacak şekilde yönetilmesine yönelik tespit ve hedeflere de yer verilmiştir.

Sekizinci BYKP kapsamında hazırlanan Ormanlık ÖİKR'de de benzer şekilde havza yönetiminde katılımcılık ön plana çıkarılmıştır. Raporda; "Havza bazında katılımcı yaklaşımla hazırlanan entegre doğal kaynak yönetimi ve kırsal kalkınma planlarının yine katılımcı yaklaşımla uygulanması, kırsal alanlardaki çalışmaların havza bazında yürütülmesi ve havza geliştirmeye yönelik ormancılık projelerinin entegrasyonunu sağlayacak entegre ormancılık projelerinin hazırlanması ve ilgili kurum ve kuruluşlar ile halkın, yerel yönetimlerin ve gönüllü kuruluşların katılımları sağlanarak kamu tüzel kişiliğine kavuşturulmuş Havza Yönetimi oluşturulması gerektiği" vurgulanmaktadır (DPT, 2001a).

Yine bu plan döneminde hazırlanan Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi ÖİKR, havza yönetimine ülkemizde giderek önem verildiğini göstermektedir. Bu raporda, Sekizinci BYKP dönemi için "Su kaynaklarının bütüncül yönetimi ve geliştirilmesi ve havza yaklaşımının uygulanması" hedeflenirken diğer taraftan uzun vade için (2001-2023) Toprak ve su kaynaklarının entegre yönetimi temelinde havza bazında yarı aşamalı olarak gerçekleştirilmelidir." şeklinde amaç belirtilmiştir (DPT, 2001b).

Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda (2007-2013) ve bu plana ait Ormanlık ÖİKR'de ise bir önceki plan dönemindekine benzer tespitlere ve hedeflere yer verilerek bütüncül ve katılımcı havza yönetimine atıfta bulunulmuştur (DPT, 2006; DPT, 2007a). Diğer taraftan Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi ÖİKR'de ise Avrupa Birliği tarafından bütüncül su kaynakları yönetimini sağlamak için Aralık 2000'de yürürlüğe giren Su Çerçeve Direktifi'nin (SÇD) önemine vurgu yapılarak SÇD'nin "üye ülkelerin birbirleriyle entegre havza yönetimi zorunlu kıldığını, üyelerin üye olmayan ülkelerle entegre havza yönetimini ise teşvik ettiğini" belirtilmiştir. Raporda ayrıca temel amaç ve politikalarından biri "ülke genelinde sürdürülebilir bir havza yönetimi yönünde kurumlar arası eşgüdümün sağlanması" olarak ifade edilmiştir (DPT, 2007b).

Onuncu Kalkınma Planı'nda toprak ve su kaynaklarının korunması ve etkinliğin sağlanması için tüm havzalarda koruma eylem planları hazırlandığı ve bu planların hayata geçirilmeye başlandığı ifade edilmiş ve su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için bir yönetim sisteminin geliştirilmesi temel amaç olarak belirtilmiştir (KB, 2013). Bu döneme ait Su Kaynaklarının Yönetimi ve Güvenliği ÖİKR'de ise ülke genelinde entegre havza yönetimi için yapılan çalışmalardan bahsedilmiş, bu kapsamda Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu'nun hayata geçirildiği ve Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi ve Eylem Planının hazırlandığı belirtilmiştir. Ayrıca Nehir Havzası Yönetim Planları'nın ilgili planlama döneminde uygulamaya geçirilmesi ve bütün havzaların havza bazında yönetilmesi amaçlanmıştır. Raporda ülkemizde entegre havza yönetimi, sürdürülebilirlik açısından ayrıntılı olarak ele alınmış ve 2023 Vizyonuna uygun şekilde konu ile ilgili kapsamlı ve önemli uzun vadeli hedefler, hedeflere yönelik amaç ve politikalar ortaya konulmuştur (KB, 2014).

2019-2023 dönemi için hazırlanan On Birinci Kalkınma Planı'nda "Su kaynaklarının etkin kullanımı ve korunması amacıyla 25 havza için nehir havzası yönetim planları, sektörel su tahsis planları, havza master planları, kuraklık yönetim planları, taşkın yönetim planları, içme suyu havzaları koruma eylem planları tamamlanacaktır." şeklinde bir politika

belirlenmiştir (SBB, 2019). Bir önceki planda da benzer şekilde havzalar için koruma eylem planlarının tamamlanması hedeflenmiş, bu plan döneminde de aynı hedefe yönelik daha kapsamlı bir politika ortaya konulmuştur. On Birinci Kalkınma Planı için hazırlanan Su Kaynaklarının Yönetimi ve Güvenliği ÖİKR, bir önceki plan dönemine ait aynı isimli ÖİKR ile hemen hemen aynı hedefler ve politikalar muhteva etmektedir (KB, 2014; KB, 2018a):

Ayrıca bu raporda yine bir önceki rapordaki gibi 2023 Vizyonuna yönelik "Bütüncül havza yönetimi anlayışıyla, havzalarının yönetim planlarının, sırası ile havza master planları, kuraklık eylem planları, sektörel su tahsis planları ve nehir havza yönetim planları olacak şekilde hiyerarşik bir biçimde hazırlanması" ve "Nehir havza yönetim planlarının etkin bir şekilde uygulanması için mevzuat altyapısı güçlendirilmesi" şeklinde hedefler belirlenmiştir. Yine bu plan dönemine ait Tarımda Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı ÖİKR'de de benzer öncelikler vurgulanmış, "Su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı kapsamında havza bazında yapılan nehir havza yönetim planları, master planlar, sektörel tahsis planları, kuraklık yönetim planları, taşkın yönetim planlarının tamamlanması ve uygulamaya konulması" uzun vadeli hedef olarak belirlenmiştir (KB, 2018b).

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. kuruluş yıldönümü olan 2023 yılı için ülkedeki tüm sektörleri ilgilendiren hedefler, stratejiler ve politikaların belirlendiği Onuncu ve On Birinci Kalkınma Planları ile bunlara ait ÖİKR'ler gibi stratejik vizyon belgelerinde entegre havza yönetimine yönelik hedefler belirlenmiş olması ve bu hedeflere vurgu yapılması, dünyadaki havza yönetim yaklaşımlarındaki gelişmelerin artık ülkemiz için de elzem olarak görüldüğünün bir kanıtıdır.

Günümüzde yürürlükte olan On İkinci Kalkınma Planı'nda ise havza yönetimine yönelik genel ifadelerle yer verilerek, bir önceki planda olduğu gibi "nehir havza yönetim planlarının uygulamaya geçirilmesi için kurumsal kapasite güçlendirilmesi" hedef olarak ifade edilmiştir (SBB, 2023).

### 3.2.2 Stratejik Planlarda Havza Yönetimi

Ülkemizde havzaların yönetiminden sorumlu olan Bakanlıklar ve diğer kamu kuruluşları zaman içerisinde birçok kez yapısal değişikliğe uğramıştır. Mevcut durumda Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı havza yönetiminden sorumlu olan temel Bakanlıklar olup, bu Bakanlıklar bünyesindeki çeşitli Genel Müdürlükler de icracı konumda bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizde havza yönetimine yönelik hedef ve politikaların ilgili kamu kurumlarının stratejik planlarındaki zamansal değişimini irdelemek amacıyla;

- Çevre ve Orman Bakanlığı,
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı,
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,
- Tarım ve Orman Bakanlığı,
- Orman Genel Müdürlüğü stratejik planları irdelenmiştir.

Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı'na ait 2010-2014 Stratejik Planı'nda Bakanlığın çevre yönetimi ile ilgili faaliyetlerinden biri de "Kıta içi su kaynakları ile toprak kaynaklarının havza

bazında bütüncül yönetimini sağlamak için gerekli çalışmaları yapmak.” şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca havzalardaki su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için havza koruma eylem planlarını sayısını artırmak hedeflenmiştir (ÇOB, 2009). Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı Stratejik Planı’nda (2013-2017) ise hedeflerden biri “sürdürülebilir havza yönetimini sağlamak” olarak belirlenmiş ve bu hedef ilişkin stratejiler ile performans göstergeleri ayrıntılı olarak verilmiştir (OSİB, 2013). Yine aynı Bakanlığın müteakip stratejik planında da temel gayelerden biri “Su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak”, bu gayeye ait hedeflerden biri de “Suyun miktar ve kalite olarak korunması ve kullanılması için AB mevzuatı ile uyumlu bütüncül planlamalar yapmak” şeklinde ifade edilmiştir (OSİB, 2017).

2019-2023 dönemi için hazırlanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Stratejik Planı’nda ise havza yönetimine yönelik herhangi bir amaç ya da hedefe yer verilmemiştir (ÇŞB, 2019). Mevcut Bakanlıklardan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na ait stratejik planda ise çölleşme ve erozyonla mücadele kapsamındaki stratejilerden biri olarak doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmak amacıyla entegre havza rehabilitasyon projelerinin hazırlanacağı belirlenmiştir. Bunun haricinde havza yönetimine yönelik başkaca önemli bir hedef ya da stratejiye yer verilmemiştir (ÇŞİDB, 2024b).

Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı’nda “toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini sağlamak” amacını gerçekleştirmek için etkin bir havza yönetiminin sağlanması gerektiği, bunun için de güçlü bir yasal altyapıya ve ilgili birimlerin etkinliğinin artırılmasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Ayrıca çölleşme/arazi tahribatı ve erozyonla mücadelede için entegre havza rehabilitasyon projelerinin hazırlanması gerektiği de vurgulanmıştır (TOB, 2019b). Tarım ve Orman Bakanlığı’nın mevcut stratejik planında da benzer şekilde “Nehir havza yönetim planları, içme suyu havzası koruma planları ve bütünleşik havza yönetimi eylem planları ile ilgili mevzuat düzenlemelerinin yapılarak uygulanmasına ihtiyaç olduğuna yönelik değerlendirmeye yer verilmiş ve bütünleşik havza yönetimi eylem planları sayısının artırılması hedeflenmiştir (TOB, 2024).

Orman Genel Müdürlüğü’nün müteakip stratejik planları irdelendiğinde, toprak muhafaza amacıyla “baraj ve gölet havzaları başta olmak üzere tüm havzalarda erozyon ve rüsubat kontrolü projelerine öncelik verilmesi, ayrıca yukarı havza alanlarında doğal afetlere karşı hazırlanan havza ıslahı, sel, çığ ve heyelan projeleri ile büyük ölçekli entegre ve katılımcı havza rehabilitasyon projelerinin uygulanmasına devam edilmesi” hedeflenmiştir (OGM, 2016; OGM, 2018; OGM, 2023).

Yukarıda ifade edilen stratejik planlar havza yönetimi açısından genel olarak değerlendirildiğinde, ilgili kamu kurumlarının zaman içerisinde havza yönetimi yaklaşımında meydana gelen değişimlere ayak uydurmayı amaçladıklarını, buna yönelik sorumluluk alanlarında çalışmalarda bulduklarını ifade etmek mümkündür. Özellikle entegre havza yönetimi yaklaşımının benimsenmiş olması ve hem toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımında hem de çölleşme ve erozyonla mücadelede havza rehabilitasyon projelerinin uygulanmaya başlanması önemli bir gelişme olarak değerlendirilebilir.

### 3.2.3 Diğer politika ve strateji belgelerinde Havza Yönetimi

Kalkınma planları ve stratejik planlar haricinde de ülkemizde havza yönetimini doğrudan ya da dolaylı olarak ilgilendiren çeşitli yasal düzenlemeler, strateji belgeleri ya da eylem planları bulunmaktadır. Ülkemizde bu konuda kapsamlı ilk yasal düzenleme 2012 yılında çıkarılan “Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği” ile olmuştur (Resmi Gazete, 2012). Bu yönetmelik değişen koşullara bağlı olarak 2017 ve 2019 yıllarında değişikliğe uğramıştır. Yönetmeliğin amacı; “yerüstü ve yeraltı su kütlelerinin, bütüncül bir yaklaşımla havza bazında, fizikokimyasal, kimyasal ve ekolojik kalite bileşenleri ile miktar açısından iyi su durumunda olanlarının mevcut haliyle korunması, bozulmuş olanlarının iyi su durumuna getirilmesi ve ihtiyaç önceliklerine uygun şekilde tahsisi yapılarak sürdürülebilir kullanımının sağlanması, ulusal su planı ve havza ölçekli yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve takibinin yapılması ile ilgili usul ve esasların düzenlenmesi” şeklinde ifade edilmiştir. Yönetmelikte havzaların korunması, havza yönetiminde katılımcı yaklaşım, havza yönetim planlarının hazırlanması, güncellenmesi, uygulanması ve takibi gibi hususların işleyişi ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Havza yönetimi ile ilgili ülkemizdeki en önemli çalışma ve temel strateji belgesi ise 2014-2023 dönemi için hazırlanan Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS)’dir. Katılımcı bir yaklaşım benimsenerek ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum kuruluşları ve meslek kuruluşları gibi çok sayıda paydaş ile birlikte hazırlanan bu strateji belgesinde ülkemizde havza yönetiminin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri belirlenmiş, havza yönetimi vizyonu, amaçları, hedefleri ve hedeflere ulaştıracak stratejileri ortaya konulmuştur. UHYS’de temel amaçlar şu şekilde belirlenmiştir (OSİB, 2014):

- “Havzaların sürdürülebilir yönetimi için yasal ve kurumsal kapasitelerin güçlendirilmesi, kurumlar ve paydaşlar arasında eşgüdüm ve iş birliğinin sağlanması.
- Havzaların su kaynaklarının sürdürülebilir olarak yönetimi ve kullanımı.
- Havza alanlarında ve doğal kaynaklarında tahribatın ve erozyonun önlenmesi, bozuk havza alanlarının ıslahı ve sürdürülebilir kullanımı.
- Havzaların biyolojik çeşitliliğinin, doğal ve kültürel peyzaj kaynak değerlerinin korunması ve yönetimi ile ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması.
- Havzalarda yaşayan halkın bilinçlendirilmesi, yaşam kalitesinin ve refah düzeyinin yükseltilmesi ve doğal kaynaklar üzerine baskılarının azaltılması.
- Havza yönetiminde doğal afetler ve zararlarına karşı önlem ve mücadele mekanizmalarının entegrasyonu, geliştirilmesi ve etkinleştirilmesi.
- Havza yönetimine iklim değişikliğinin muhtemel etkilerinin ve bu etkilere uyumun dahil edilmesi, uyum ve mücadele mekanizmalarının geliştirilmesi.”

Amaçlarda havzaların sürdürülebilir yönetimine ve kullanımına, sahip oldukları ekosistem hizmetlerine ve iklim

değişikliğinin havza yönetimine etkilerine atıfta bulunularak bunlara yönelik hedef ve stratejilerin belirlenmiş olması ülkemizde havza yönetiminin önemini ilgili dönemde farkına varıldığını göstermektedir.

Ülkemizin iklim değişikliği ile mücadele ve iklim değişikliğine uyum sağlama hususlarında yol haritasını belirlediği ve bu çerçevede farklı sektörler için amaç ve hedeflerin belirlendiği İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 dönemi için hazırlanmıştır. Bu planda iklim değişikliğine uyum için su havzalarında su kaynaklarının bütüncül yönetimi temel amaçlardan biri olarak belirlenmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için; “Entegre Nehir Havzası Yönetim Planlarının, ekosistem hizmetleri ve iklim değişikliğinin etkileri dikkate alınarak hazırlanması ve Havza Koruma Eylem Planları ve Koruma Alanları haritalarında iklim değişikliğinin etkilerinin dikkate alınması ve gerekli revizyonların yapılması” eylemleri planlanmıştır (ÇŞB, 2012). Benzer hedeflere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “İklim Değişikliği ve Uyum” adlı kitapta da yer verilmiştir. Bu çalışmada ise iklim değişikliğinin ülkemizdeki 25 havzadaki su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerinin neler olabileceği yönünde değerlendirmelere ve iklim değişikliğine bağlı olarak su potansiyellerinin farklı havzalardaki zamansal ve miktarsal değişimlerine ilişkin projeksiyonlara yer verilmektedir (SYGM, 2020).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

İlk başlarda su kaynaklarının kullanımı ve korunması amacıyla ortaya çıkan havza yönetimi kavramı, tarihsel süreçte çevresel ve toplumsal gelişmelere bağlı olarak değişikliğe uğramış ve günümüzde su kaynaklarının korunmasının yanı sıra ekosistemleri desteklemeyi ve sürdürülebilir doğal kaynak yönetimini amaç edinen bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir. Çeşitli anlaşmalar, sözleşme ya da protokoller vasıtasıyla, havza yönetimi yaklaşımlarında uluslararası alanda yaşanan değişim ve gelişmeler, bahse konu anlaşmalara taraf olan ülkeler tarafından da hayata geçirilmeye çalışılmıştır.

Türkiye’de de benzer gelişmeler yaşanmış olup, dünya genelinde havza yönetim yaklaşımlarında meydana gelen gelişmelerin ülkemizde ilgili politika ve strateji belgelerine yansımaları ortaya çıkmıştır. BMİDÇS, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması’na çeşitli sebeplerden ötürü geç taraf olan ülkemiz, bu anlaşmalar neticesinde ortaya çıkan yükümlülüklerini yerine getirmekte diğer taraf ülkelere göre birkaç yıl sonra harekete geçmiştir. Örneğin her ne kadar, Paris Anlaşması, 22 Nisan 2016 tarihinde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalanmış olsa da iç hukuk onay süreci 7 Ekim 2021 tarihinde tamamlanmış ve bu anlaşma kapsamındaki hedef ve politikalar bu tarihi müteakip ilan edilebilmiştir.

Mevcut durumda ise gerek kalkınma planlarında gerekse de ilgili kamu kurumlarının stratejik planlarında entegre havza yönetim yaklaşım anlayışıyla, havzalarının yönetim planlarının uygulamaya geçirilmesi ve bunun için gerekli olan kurumsal altyapının güçlendirilmesi öncelikli hedef olarak yer almaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın merkez birimlerinden olan Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ile bu Genel Müdürlüğe ait Havza Yönetimi Daire Başkanlığı, Su Kalitesi Daire Başkanlığı ve Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı kurumsal altyapının güçlendirilmesi noktasında önem arz etmektedir. Su

Yönetimi Genel Müdürlüğü bünyesinde ülkemizde 2010 yılından günümüze kadar Türkiye genelinde havza koruma ve özel hüküm belirleme, taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması, nehir havza yönetim planlarının hazırlanması ve su tahsis planlarının hazırlanması hususlarında onlarca proje tamamlanmıştır. Ayrıca 2021 yılından itibaren benzer konu başlıklarında devam eden otuz yakın proje bulunmaktadır.

Gelinen noktada Türkiye’nin havza yönetimi politika ve stratejilerinin, taraf olduğu uluslararası anlaşmalar ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda şekillendiğini ve bu konuda çalışmalara önem verildiğini ifade etmek mümkündür. Böylelikle su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı sağlanmakta ve iklim değişikliği ile daha etkin bir şekilde mücadele edilebilmektedir.

Ancak, küresel iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı gibi günümüzün en büyük sorunlarına karşı tedbir almak ve çözüm yolları geliştirmek için entegre ve kapsamlı politika ve stratejilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’nin havza yönetimi, su kaynakları yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadele yaklaşımlarının uluslararası örneklerle karşılaştırılarak, en iyi uygulamaların öğrenilmesi ve bu uygulamaların yerel koşullara uygun şekilde uyarlanması elzemdir.

İklim değişikliğinin su kaynakları ve havza yönetimi üzerindeki etkilerini azaltmak için, risk azaltma, erken uyarı sistemlerinin kurulması ve dayanıklı altyapı yatırımlarına öncelik verilmesini içeren adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi, politik adımların atılması ve uygulanması gerekmektedir. Havza yönetimi süreçlerinde yerel toplulukların, sivil toplum kuruluşlarının ve özel sektörün aktif katılımı teşvik edilmelidir. Entegre havza yönetimi kapsamında katılımcılığın artırılması, yönetim stratejilerinin yerel ihtiyaçlar ve koşullar doğrultusunda şekillendirilmesine olanak tanıyacaktır.

Teknolojik yeniliklerin, veri analitiği uygulamalarının ve geleceğe yönelik simülasyonlar yapabilen bilgisayar modellerinin su yönetimi ve havza yönetimi stratejilerine entegrasyonu sağlanarak su kaynaklarının daha etkin yönetimi mümkün kılınabilir. Tüm bunların yanı sıra uygulanan politika ve stratejilerin başarısını artırmak amacıyla sürdürülebilir su kullanımı konusunda toplumsal bilincin ve farkındalığın artırılmasına yönelik çalışmalara da önem verilmelidir.

#### Kaynaklar

- Aladağ, A., Çiçek, N., Erul, G., 2008. Bütüncül havza yönetimi. III. Çevre Sorunları Kongresi, 16-18 Mayıs 2008, İstanbul.
- Algedik, Ö., Bayar, H. İ., Biçer, B. E., Çelik, E., Keleş, M., Kocaman, H., Talu, N. 2016. TBMM’nin İklim Değişikliği Politikasındaki Rolü.
- Aşan, D. 2022. 1972 Stockholm İnsan ve Çevre Konferansı. Su ve Çevre Teknolojileri.
- Aytüre, S. 2016. Su Kanununun AB Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Değerlendirilmesi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 9(1), 65-71.
- Başsüllü, Ç., Özdemir, E., Semerci, A., İpek, A., Tolunay, A. 2014. İklim Değişikliği Müzakerelerinde Ormanlık. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta.

- CBD, 2023. Ecosystem Approach. Retrieved 13.02.2024 from <https://www.cbd.int/ecosystem>
- CBD, 2024a. Convention on Biological Diversity Retrieved 13.02.2024 from <https://www.cbd.int/>
- ÇMUSEP, 2019. Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları.
- ÇOB, 2009. Çevre ve Orman Bakanlığı Stratejik Plan (2010-2014), Strateji Geliştirme Başkanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- ÇŞB, 2012. Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı 2011–2023, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ÇŞB, 2015. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi 12. Taraflar Konferansı Değerlendirme Raporu. UNCCD COP12, 12-23 Ekim 215, Ankara.
- ÇŞB, 2019. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Stratejik Plan (2019-2023), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- ÇŞİDB, 2024a. UNCCD. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Retrieved 15.02.2024 from <https://cem.csb.gov.tr/unccd-i-103558>
- ÇŞİDB, 2024b. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2024-2028 Yılı Stratejik Planı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara.
- Demir, A., 2022. Turkey Evaluation at the Paris Agreement and the 26th Conference of the Parties (COP 26): Obligations and Responsibilities. Biological Diversity and Conservation. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2022.1088410>
- DPT, 1963. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1968. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1973. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1978. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynakları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1979. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1984. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1985. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1989. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1990a. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynakları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1990b. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1995a. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 1995b. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Orman, Toprak ve Su Kaynakları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2000. Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2001a. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2001b. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2006. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2007a. Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT, 2007b. Dokuzuncu Kalkınma Planı, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- EC, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal L 327.
- Ediş, S., Gol, C., Yılmaz, H. 2017. Legal and Administrative Problems in Watershed Management in Turkey: Case of Tatlıca Watershed. Environmental Engineering and Management Journal, 16(12), 2685-2698. <https://doi.org/10.30638/eemj.2017.279>
- Gökbulak, F. 2004. Havza Amenajmanının Gelişimi ve Doğal Kaynak Sorunlarıyla İlişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 54(1).
- Heathcote, I. W. 2009. Integrated Watershed Management: Principles and Practice (Second Edition ed.). John Wiley & Sons.
- IWMI, 2019. IWMI Strategy 2019-2023: innovative water solutions for sustainable development. <https://doi.org/10.5337/2019.208>
- İDB, 2024. Paris Anlaşması. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı. Retrieved 16.02.2024 from <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34>
- Kan, A. A. M. 2023. Türkiye'de Sulak Alanların Durumu, Önemi ve Mevzuatsal Gelişimi. In Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Güvenliği (pp. 169-200). İksad Yayınevi. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8291838>
- Kara, K. Ö., Yereli, A. B. 2022. İklim Değişikliğinin Yönetimi ve Tarım Sektörü. Afet ve Risk Dergisi, 5(1), 361-379. <https://doi.org/10.35341/afet.1100932>
- Karagöz, A. 1998. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7.
- Karakaya, E. 2016. Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.30803/adusobed.188842>
- Kayhan, A. K. 2013. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Üzerine Bir İnceleme. Public and Private International Law Review, 33(1), 61-90.
- KB, 2013. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

- KB, 2014. Onuncu Kalkınma Planı, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- KB, 2018a. On Birinci Kalkınma Planı, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- KB, 2018b. On Birinci Kalkınma Planı, Tarımda Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Köse, İ. 2018. İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı İmza Süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 55-81. <https://doi.org/10.18354/esam.329348>
- MFA, 2024a. Biyolojik Çeşitlilik. Retrieved 13.02.2024 from <https://www.mfa.gov.tr/biyolojik-cesitlilik.tr.mfa>
- MFA, 2024b. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Retrieved 08.02.2024 from <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa>
- MFA, 2024c. Kyoto Protokolü. Retrieved 08.02.2024 from <https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>
- MFA, 2024d. Paris Anlaşması. Retrieved 16.02.2024 from <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>
- Mishra, R. K. 2023. Fresh Water availability and Its Global challenge. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 4(3), 1-78. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0208>
- Mostert, E. 2003. The European Water Framework Directive and water management research. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 28(12-13), 523-527. [https://doi.org/10.1016/s1474-7065\(03\)00089-5](https://doi.org/10.1016/s1474-7065(03)00089-5)
- OGM, 2016. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2017-2021, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2019-2023, Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2023. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2024-2028, Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OSİB, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Stratejik Plan (2013-2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- OSİB, 2014. Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- OSİB, 2017. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Stratejik Plan (2017-2021), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- RAMSAR, 1971. Ramsar Convention on Wetlands. <https://www.ramsar.org/>
- Resmi Gazete, 1994. Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme (RAMSAR). T. C. Resmi Gazete(21937).
- Resmi Gazete, 1996. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi. T.C. Resmi Gazete (22860).
- Resmi Gazete, 2012. Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 17.10.2012, Sayı:28444
- SBB, 2019. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- SBB, 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- Serengil, Y., 2019. İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi - Tarım/Orman ve Diğer Arazi Kullanımları. UNDP.
- SYGM, 2020. İklim Değişikliği ve Uyum, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara.
- TBMM, 1996. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinin Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun Tasarısı ve Çevre ve Plan ve Bütçe Komisyonları Raporları (1/289). Türkiye Büyük Millet Meclisi T.C. Başbakanlık Kanunlar ve Kararlar Genel Müdürlüğü (B.02.0.KKGI 101-100411356).
- TOB, 2019a. Ulusal Su Planı (2019-2023). Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- TOB, 2019b. Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Plan, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- TOB, 2024. Tarım ve Orman Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Plan, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Tuğaç, Ç. 2013. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sınırşan Sular (ORSAM Rapor No: 154). O. S. A. P. R. N. 19.
- UN, 1972. Stocholm Declaration. The United Nations Conference on the Human Environment.
- UN, 1992. Convention on Biological Diversity. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8340/Convention%20on%20Biological%20Diversity%20June%20199219923086.pdf?sequence=2&isAllowed=1>
- UN, 2024a. United Nations Conference on the Human Environment, 5-16 June 1972, Stockholm. Retrieved 15.02.2024 from <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>
- UN, 2024b. Integrated Water Resources Management (IWRM). Retrieved 15.02.2024 from <https://www.un.org/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- UN, 2024c. Sustainable Development Goals United Nations. Retrieved 16.02.2024 from <https://sdgs.un.org/>
- UNCC, 2024a. The Paris Agreement. United Nations Climate Change. Retrieved 16.02.2024 from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- UNCC, 2024b. The Paris Agreement and Nationally Determined Contributions (NDCs). Retrieved 13.02.2024 from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs#NDC-Synthesis-Report>
- UNCCD, 2024a. United Nations Convention to Combat Desertification. United Nations Convention to Combat Desertification Retrieved 15.02.2024 from <https://www.unccd.int/convention/cop-decisions>
- UNCCD, 2024b. COP Decisions. United Nations Convention to Combat Desertification Retrieved 15.02.2024 from <https://www.unccd.int/convention/cop-decisions>
- UNEP, 2024. The United Nations Environment Programme (UNEP). Retrieved 15.02.2024 from <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>
- UNESCO, 2024. United Nations World Water Development Report. Retrieved 16.02.2024 from <https://www.unesco.org/en/wwap/wwdr>
- UNFCCC, 1997. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (FCCC/CP/1997/L.7/Add.1). U. Nations. <https://unfccc.int/documents/2409>
- UNFCCC, 2012. Doha amendment to the Kyoto Protocol.



- UNFCCC, 2024a. United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved 08.02.2024 from <https://unfccc.int/>
- UNFCCC, 2024b. United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved 08.02.2024 from [https://en.wikipedia.org/wiki/United\\_Nations\\_Framework\\_Convention\\_on\\_Climate\\_Change](https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Framework_Convention_on_Climate_Change)
- UNFCCC, 2024c. What is the United Nations Framework Convention on Climate Change? Retrieved 08.02.2024 from <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>
- UNFCCC, 2024d. The Doha Amendment. Retrieved 16.02.2024 from <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/the-doha-amendment>
- UN-Water, 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. UNESCO.
- van Vliet, M. T. H., Thorslund, J., Stokal, M., Hofstra, N., Flörke, M., Ehalt Macedo, H., Nkwasa, A., Tang, T., Kaushal, S. S., Kumar, R., van Griensven, A., Bouwman, L., Mosley, L. M. 2023. Global river water quality under climate change and hydroclimatic extremes. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(10), 687-702. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00472-3>
- Viessman, W., Lewis, G. L. 2002. *Introduction to Hydrology* (5th Edition ed.). Pearson.
- Wang, G., Mang, S., Cai, H., Liu, S., Zhang, Z., Wang, L., Innes, J. L. 2016. Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*, 27(5), 967-994. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0293-3>.



## Tarihi Camilerin kapı, mihrap ve minberlerinin ergonomik açıdan incelenmesi

Taner Taşdemir<sup>1</sup>, Evren Osman akıroğlu<sup>1</sup>, Birgöl akıroğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Artvin, Türkiye

<sup>2</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Arhavi, Artvin, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 18/04/2024

Kabul Tarihi : 05/06/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1470348>

\*Sorumlu Yazar:

ttasdemir@artvin.edu.tr

### ÖZ

*Amaç* Literatürde camilerin minber, mihrap ve kapı ölçülerini kapsayan pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak camilerdeki donatıların boyutlarının ergonomik veya antropometrik uygunluğu incelenmemiştir. Bu nedenle, bu çalışmada camilerdeki donatıların insanlarla antropometrik uyumu araştırılmıştır.

*Yöntemler* Araştırma Artvin’de bulunan 10 adet tarihi cami üzerinde yapılmıştır. Karadeniz Kültür Envanteri rehberindeki Artvin camileri incelenmiş, minber ve kapı gibi donatı elemanları orijinal

ve ahşap olan beş cami belirlenmiş ve yazarlar tarafından kapı ve minberi bu kriterlere uyan beş cami daha eklenmiştir. Mihrap (3 ölçü), minber (16 ölçü) ve kapıdan (10 ölçü) alınan ölçüler ile literatürdeki Türk insanı antropometrik verileri karşılaştırılmış ve her cami için antropometrik değerlendirmeler ve öneriler sunulmuştur. Çalışma kapsamındaki camilerin mihrap, minber ve kapı ölçüleri oranları benzer çalışmalardaki mevcut oranlarla karşılaştırılmış, benzer çalışmalarda bulunmayan oranlar ise bu çalışmalardaki ölçümlerden elde edilerek karşılaştırmalar buna göre yapılmıştır. Cami donatılarından alınan tüm ölçüler antropometrik uygunluk açısından değerlendirmelerde kullanılmasa da veri tabanı olarak literatüre katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

*Bulgular* alışma sonucunda, incelenen camilerdeki kapı kolu yüksekliklerinin ortalamasının 105,5 cm olduğu ve literatürdeki çalışma yüksekliği ölçümlerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamındaki camilerin İremit Camii ve Düzköy Camii dışında giriş yüksekliklerinin antropometrik açıdan uygun olduğu belirlenmiştir. Minber merdivenlerinin eğimi, literatürdeki konut merdivenleriyle karşılaştırıldığında en dik konut eğiminden daha düşük hesaplanmıştır.

*Sonuçlar* Bu alışma, alanında öncü bir çalışma olduğundan diğer bölgelerdeki cami donatılarının da benzer şekilde belirlenerek ergonomik açıdan karşılaştırma yapılması ve değerlendirilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antropometrik tasarım, cami ergonomisi, minber ve mihrap

## Ergonomic investigation of doors, mihrabs and pulpits of historical Mosques

### ABSTRACT

*Background and aims* There are many studies in the literature that include the pulpit, mihrab and door dimensions of mosques. However, the ergonomic or anthropometric suitability of the dimensions of the equipment in mosques has not been examined. For this reason, in this study, the anthropometric compatibility of mosque equipment with humans was investigated.

*Methods* The research was conducted on 10 historical mosques in Artvin. Artvin mosques in the Black Sea Cultural Inventory guide were examined, five mosques with original and wooden equipment such as pulpit and door were identified, and five more mosques whose doors and pulpit met these criteria were added by the authors. Measurements taken from the mihrab (3 measurements), pulpit (16 measurements) and door (10 measurements) were compared with the anthropometric data of Turkish people in the literature, and ergonomic evaluations and recommendations were presented for each mosque. The ratios of mihrab, pulpit and door dimensions of the mosques within the scope of the study were compared with the existing ratios in similar studies, and the ratios that were not found in similar studies were obtained from the measurements in these studies and comparisons were made accordingly. Although all measurements taken from mosque furnishings are not used in evaluations in terms of anthropometric suitability, it is thought that they will contribute to the literature as a database.

*Results* As a result of the research, it was determined that the door handle heights examined were in accordance with the working height measurements in the literature. It was determined that the entrance heights of the mosques within the scope of the study, except for the İremit mosque and Düzköy mosque, were anthropometrically appropriate. The slope of the pulpit stairs was calculated to be lower than the steepest residential slope when compared to the residential stairs in the literature.

*Conclusions* Since this study is a pioneering study in its field, it is recommended that the mosque equipment in other regions be determined similarly and evaluated ergonomically in terms of comparison.

**Key Words:** Anthropometric design, mosque ergonomics, pulpit and mihrab

### Citing this article:

Taşdemir, T., akıroğlu, E.O., akıroğlu, B., 2024. Tarihi Camilerin kapı, mihrap ve minberlerinin ergonomik açıdan incelenmesi, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 91-102.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Osmanlıdan günümüze kadar gelen tarihi eserlerin başında gelen camiler üzerinde yapılan araştırmalarda mimari detay (Mahmood, 2011; Allani-Bounhoula, 2014; Ahmad et al., 2016; Sadeqi et al., 2019), enerji (Budaiwi et al., 2013; Mushtaha and Helmy, 2017), termal konfor (Saeed, 1996; Abdullah et al., 2016; Fanger and Toftum, 2022), görsel konfor (Sezer and Kaymaz, 2016; Arslan and Yıldırım, 2017) konularına değinilmiş, ancak ergonomi ve antropometri açısından değerlendiren çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Camilerle ilgili mevcut çalışmaların %45'ini ısı konfor odaklı çalışmalar oluşturmaktadır (Yüksel et al., 2022). Bu yapılarıdaki donatıların (kapı, minber, mihrap gibi) ölçülerinin kullanıcılara göre değerlendirilmesi, ölçülerdeki mekân-donati düzensizliklerinin belirlenmesi ve insan antropometrisine uygun donati ölçülerinin belirlenerek tasarımcıların kullanımına sunulması gerekmektedir.

İbadet mekânları ve dini yapılar, insanlar için sadece dini görevlerini yerine getirecekleri yer olarak değil, aynı zamanda sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılayacakları mekânlar olarak görülmektedir (Tayılga ve Demirarslan, 2020). İbadet edenlerin kendilerini rahat ve sakin hissetmeleri ve oradan huzur ve sükûnet duygusuyla ayrılabilmesi gerektiğinden, camiler büyük öneme, benzersiz işleve ve işleyişe sahip bir yeri temsil eder (Al-Homoud et al., 2009). Mimari mekân tasarım sürecinde önemli olan, insan ihtiyaçlarının göz önüne alındığı, insan ergonomisine uygun bir üretim gerçekleştirmektir. Güvenli, insan sağlığına ve konfor şartlarına göre tasarım yapılması esastır. Bir mekânın ergonomik açıdan yeterli olabilmesi sadece antropometrik olarak değil, aynı zamanda mekânsal, görsel, işitsel, termal, psikolojik konfor koşullarının sağlanmasına (Temel ve Canbay Türkyılmaz, 2018) ve estetik, işlevsel, ekonomik ve teknolojik olmasına (Kaya ve Özok, 2017) bağlıdır.

Çetinkaya (2011) göre, "İnsanın barınması ve çeşitli ihtiyaçlarını karşılaması için yarattığı çevrenin (yapının) her şeyden önce içinde yaşayan insanlara uygun, onun ölçüleri ile orantılı olarak meydana gelmesi gerekir. Bir yapıda, bu hususa uyulmadığı takdirde fiziksel ve bazen de psikolojik rahatsızlıklar meydana gelebilir."

Ergonomik açıdan bir mekânın şekillendirilmesi için mekân antropometrik, fizyolojik, psikolojik, enformasyon, iş organizasyonu ve emniyet boyutlarıyla ele alınmalıdır (Kuru ve Canbay Türkyılmaz, 2019). Ergonomik kriterlere göre oluşturulmayan bir ürün kullanım kolaylığı sağlayamaz. Bu nedenle ergonomik bir ürün oluşturmak için onu kullanacak grubun ya da bireyin antropometrik ölçülerine uygun olması gerekir (Kaya v Özok, 2017). Antropometrik ölçüler değişen çevre şartları, sosyolojik farklar vb. nedenlerle zamanla kuşaklar arasında farklılıklar gösterebilir. Bu farklar her toplumda aynı yönde ve aynı oranda olmayabilir. Asya, Avrupa, Avustralya ve Kuzey Amerika'da bu oran genç yetişkinlerin boyları için her 10 yılda 0,6 cm artış olarak belirtilirken ülkemizde bir değişimin olmadığı belirtilmektedir. Ancak ülkemizde yapılan kısıtlı araştırmaların incelenmesi sonucunda Türk toplumunun da antropometrik olarak değişim gösterdiği söylenebilir. Bu değişim de boy uzunluğunda ortalama her 10 yılda 0,6 cm artış olarak belirtilmiştir (Duyar, 1995). Buradaki değişim antropometrik tasarımı yapılan donatıların gelecek 10 yıllarda

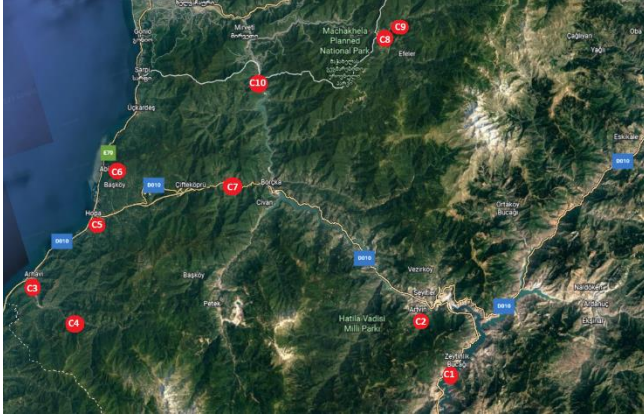
da kullanılabilmesi ve kullanıcıya uygun olması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada incelenen donatılar yaklaşık 150 yıl önce yapılmıştır ve güncel ya da yakın tarihli antropometrik ölçülerle karşılaştırılacaktır. Buradaki amaç donatıların yapım tarihi eski olsa da kullananların ölçülerinin güncel olmasından ötürü, bu donatıların antropometrik olarak uygunluğunun değerlendirilmesidir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde ormanlık alanların ve ağaç çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı genellikle cami yapıları ahşap olarak inşa edilmişlerdir. Bu tarihi ahşap camilerin, donati elemanlarının yapım malzemesine bakıldığında Karadeniz bölgesi için çoğunluğu ahşap (Bülbül ve Çevrimli, 2021) olarak öne çıkmaktadır. Artvin ili de tarihi ve kültürel değere sahip camiler ile bilinmektedir. Ahşap, Selçuklularda ve Osmanlılarda, camilerde ve diğer mekânlarda yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte ibadet mekânlarında en çok minber, mihrap ve kapılarda ahşap malzemeye rastlanır. Günümüze kadar ulaşan bu ahşap yapılar, uygulanan koruma teknikleri ve ağaç türlerinin uygun seçiminin yanı sıra kullandıkları yerlerdeki uygulama teknikleriyle ön plana çıkmaktadır. Mihrap, bir caminin veya mescidin ön duvarında kibleyi (yani Mekke'deki Kâbe'nin yönünü) gösteren bir niştir. Mihrabın bulunduğu duvar, dolayısıyla "kible duvarı"dır. Minber, imamın cemaate hitap ettiği genellikle mihrabın bitişiğinde sağ tarafta yer alan yapıdır (Al-Aimi, 2010).

Literatürde camilerin minber (Uçar, 2019; Detseli, 2019; Taşkan, 2019; Çayırdağ, 2023), mihrap (Tuncer, 1990; Aydoğan İşler, 2019; Önal, 2020) ve kapı ölçülerini (Söğütü ve ark, 2014) içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların Çetinkaya (2011) hariç hiçbirinde, mekândaki minber ve mihrap gibi donatıların ölçülerinin insana ergonomik ya da antropometrik olarak uygunluğu incelenmemiştir. Çetinkaya'nın yaptığı çalışmada tek bir camii örneği incelenmiş ve bir genelleme ya da ortalama sunulmamıştır. Bu nedenle yapılan çalışma ibadet mekânlarının antropometrik olarak insana uygunluğu konusunda özgün ve öncü bir araştırmadır. Çalışmada incelenen camilerdeki minber, mihrap ve kapı ölçüleri literatürdeki diğer tarihi camilerin ölçüleri ile karşılaştırılacak, çalışma kapsamındaki camilerin kendi aralarında ölçü bazında benzerlik olup olmadığı araştırılacak, her cami için donati ölçülerinin kullanıcılara uygunluğu değerlendirilecektir. Antropometrik değerlendirme sonucunda elde edilen bulguların yeni yapılacak cami donatıları için bir örnek teşkil etmesi ve cami donati elemanları ölçülerinin standartlaşması yolunda ilk adım olarak literatüre katkılar sunması beklenmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Artvin ilinde bulunan tarihi camilerden 10 tanesi üzerinde yapılmıştır. Araştırma kapsamı belirlenirken Karadeniz Kültür Envanteri Rehberinde (Karadeniz Kültür Envanteri, 2022) bulunan Artvin camileri incelenmiş, minber ve kapı gibi donati elemanları orijinal ve ahşap olan beş cami (Artvin Merkez Camii, Zeytinlik Camii, Ortacalar Köyü Camii, Muratlı (Maradit) Camii ve Orta Hopa Camii) belirlenmiş ve bunlara yazarlar tarafından kapı ve minberi bu kriterlere uyan beş cami daha eklenmiştir. Camilerin buldukları konumlar Şekil 1'deki harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma kapsamındaki camilerin konumu

Araştırma kapsamında camilerden minber, mihrap ve kapılar üzerinden ölçüler alınmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Ölçüm yapılan camiler ve buldukları ilçeler Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çizelgedeki sıralama araştırma takviminde camilere ulaşım sırasına göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Araştırma kapsamında incelenen camiler

Cami No	Cami Adı	Bulunduğu Konum	Yapılış Tarihi	Yapı Malzemesi
C1	Zeytinlik Cami ve Türbeleri,	Merkez Zeytinlik Köyü	1857	Taş
C2	Artvin Çarşı Cami	Artvin	1860	Taş
C3	Arhavi Merkez Cami	Arhavi	19.yy sonu	Taş
C4	Ortacalar Köyü Cami	Arhavi	1757	Taş
C5	Orta Hopa Cami	Hopa	19.yy sonu	Taş
C6	Hopa Esenkıy Köyü Yukarı Cami	Hopa	1861	Taş
C7	Düzköy Cami	Borçka	1850	Ahşap
C8	Camili (Macahel) Cami	Borçka	1855	Ahşap
C9	İremi Cami	Borçka	1851	Ahşap
C10	Muratlı (Maradit) Cami	Borçka	1846	Ahşap

Herhangi bir mekânda insanın etkileşim içinde olacağı birçok donatı mevcuttur. Camiler için de durum buna benzerdir. Camilerde ergonomik olarak insan vücut ölçüleriyle eşleştirilebilecek donatılar, kapı, merdiven, minber, pencere kulpları, mihrap, saf aralıkları vb. gibidir. Camilerdeki bu donatı elamanlarından kapı, minber ve mihrap ölçülerinin kullanıcıların antropometrik ölçüleri ile uyumlu olup olmadığı ve günümüzden en az 150-200 yıl önce yapılmış olsalar bile bugünün kullanıcıları için antropometrik olarak herhangi bir engel teşkil edip edemeyecekleri çalışmanın sorunsalını oluşturmaktadır. Araştırmada bu sorunsal çerçevesinde minber, mihrap ve kapılar üzerinden ölçüler alınmıştır. Çalışma sonucunda araştırma kapsamındaki camilerin kapı, minber ve mihrap ölçüleri belirlenmiş, antropometrik olarak olması gereken ölçüler hesaplanmış, ölçülen ve hesaplanan değerler

arasındaki uyum ya da uyumsuzluklar belirlenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Cami donatılarından alınan bütün ölçüler ergonomik olarak değerlendirmelerde kullanılsa da literatüre veri tabanı olarak katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

## 2.1 Yöntem

Araştırma kapsamındaki tarihi camilerin minberlerinden Şekil 2 ve Şekil 3’te bir kısmı gösterilen 16 farklı ölçü alınmış, bu ölçüler üzerinden merdiven eğim açısı ve yan aynalık hipotenüs ölçüsü hesaplanmıştır. Kapılar üzerinden Şekil 4’te bir kısmı gösterilen 10 ölçü alınmış ve bu ölçülerden kapı kanadı oranı hesaplanmıştır. Mihrap üzerinden yine Şekil 3’te gösterildiği gibi 3 ölçü alınmış ve mihrap diklik açısı hesaplanmıştır. Ölçüler şerit metre ile alınmıştır.

Merdiven eğim açısı: Merdiven basamak genişliği ve basamak yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\tan x = \frac{\text{yükseklik}(T)}{\text{genişlik}(N)} \quad (x: \text{eğim açısı}) \quad [1]$$

Yan aynalık hipotenüs: Yan aynalık yükseklik ve genişlik ölçüsü üzerinden Pisagor bağıntısından aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Hipotenüs} = \sqrt{\text{yükseklik}(E)^2 + \text{genişlik}(D)^2} \quad [2]$$

Kapı kanadı oranı: Kapı kanatlarının yüksekliklerinin genişliklerine oranı şeklinde hesaplanmıştır.

$$\text{Kanat oranı} = \frac{\text{kanat yükseklik}(b)}{\text{kanat genişlik}(c)} \quad [3]$$

Mihrap diklik açısı: Mihrabın köşegenin yatayla yaptığı açı olarak tanımlanabilir. Aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\tan x = \frac{\text{mihrap yüksekliği}(X)}{\text{mihrap genişliği}(Y)} \quad (x: \text{diklik açısı}) \quad [4]$$

Bir donatı elemanının kullanıcıya uygunluğu araştırılırken, kullanıcının vücut ölçüleri yani antropometrik ölçüleri ile o donatının ölçüleri arasındaki uygunluğuna bakılır. Bu uygunluk antropometrik tasarım ilkelerine göre değerlendirilir. Antropometrik tasarımlarda iç (minimum) ölçüler ve dış (maksimum) ölçüler için aralıklar belirlenir. Yani, iç ölçülerde en büyük vücut ölçüleri (üst sınır değeri) ve dış ölçülerde ise en küçük vücut ölçüleri (alt sınır değeri) göz önüne alınarak (tolerans alanları da düşünülerek) belirlenir (Dizdar 2003). Örneğin; kapı genişliği belirlenirken dış ölçüler (omuz genişliğinin üst sınırını), kapı kolu yüksekliği belirlenirken iç ölçüler (dirsek yüksekliğinin alt sınır değerini) kullanılır.

Çalışma kapsamındaki yapılar günümüzden ortalama 170 yıl öncesinde yapıldığı için antropometrik olarak yapıldığı dönemdeki kullanıcıların ölçülerine uygunluğuna bakılması gerekir. Ancak o döneme ait Türk insanı antropometrik verileri olmadığından ve bu yapıların halen kullanılıyor olmasından dolayı güncel kullanıcı ölçülerinin belirlenip, o ölçülere göre değerlendirmeler yapılmalıdır. Antropometrik verilerin

belirlenmesindeki güçlükler nedeniyle ve zaman ve paradan tasarruf amacıyla bu çalışmada Türk insanını temsil eden geçmiş yıllarda yapılmış (Özok ve Uğur, 1981; Güleç ve ark., 2009; Taşdemir, 2018) antropometrik ölçümlerden yararlanılmıştır. Camilerin yapıldığı dönem itibari ile kullanıcıların antropometrik verilerinin günümüzden farklı olup olmadığı o döneme ait veri eksikliği nedeniyle bilinmemektedir. Ancak Duyar'ın (1995) yaptığı bir çalışmada Türk insanın antropometrik verilerindeki artışın gelişmiş toplumların gerisinde kaldığı ve yetişkinlerde her on yılda 0,7cm arttığı belirtilmiştir. Bu artışa göre günümüz Türk insanı antropometrik ölçüleri çalışma kapsamındaki camilerin yapıldığı dönemdeki ölçülerden yaklaşık 12cm daha büyüktür. Değerlendirme kısmında, donatılar günümüz ölçülerine göre analiz edilecek ve 170 yıl önceki verilere göre de kıyaslama yapılacaktır.

Güncel antropometrik verileri kullanarak herhangi bir donatı ölçüsünün, kullanıcıların çoğunluğunun rahatlıkla sığabileceği ya da geçebileceği sınırları belirlemek için istatistiki hesaplama yapılması gerekir.

Eğer incelenen insanların istatistiki ölçüleri normal dağılıma uyduğu biliniyor ve ortalama ile standart sapma belli ise, iç ve dış tasarım ölçüleri aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Dizdar, 2003):

İç tasarım ölçüsü

$$L_{\max} = \mu - \sigma * z \quad [5]$$

Dış tasarım ölçüsü

$$L_{\min} = \mu + \sigma * z \quad [6]$$

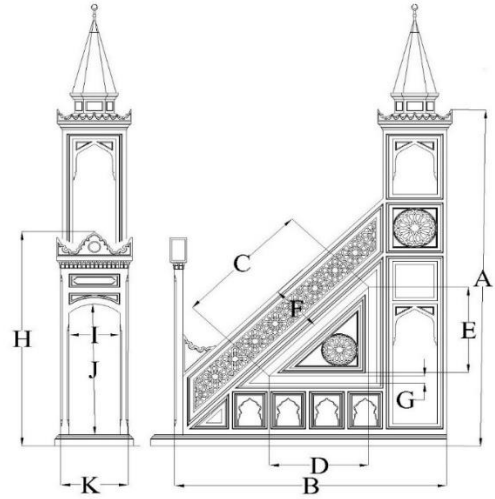
Eşitlikte;  $\mu$ : antropometrik ölçünün ortalamasını,  $\sigma$ : standart sapmayı ve  $z$ : standart normal dağılım olasılık değerini (%95 için 1.64) temsil etmektedir.

Çalışma kapsamındaki camilerin giriş kapılarının yüksekliklerinin antropometrik uygunluğunu belirlemek için 6 numaralı eşitlik yardımıyla kullanıcıların %95'inin eğilmeden geçebileceği yükseklik hesaplanır ve kapı yüksekliği bu sonuca göre değerlendirilir.

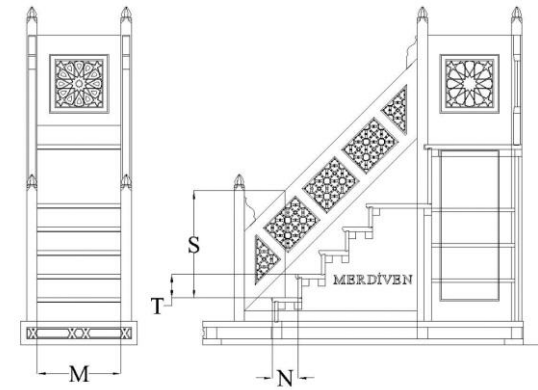
Benzer şekilde kapı kolu yüksekliğini dirsek yüksekliğine göre değerlendirmek için 5 ve 6 numaralı eşitlikler yardımıyla maksimum ve minimum değerler hesaplanır ve kapı kolu yüksekliği bu aralık içinde kalan kapılar için antropometrik olarak uygun olduğu yorumu yapılır.

Mihrap, minber ve kapı üzerinden alınan ölçülerden bazıları ile literatürdeki Türk insanına ait antropometrik (Özok ve Uğur, 1981; Güleç ve ark., 2009; Taşdemir, 2018) verileri karşılaştırılmış ve cami donatı elemanları için antropometrik değerlendirme yapılarak öneriler sunulmuştur. Çalışma kapsamındaki camilerin mihrap, minber ve kapı ölçülerinin oranları benzer çalışmalarda var olan oranlar ile karşılaştırılmış, benzer çalışmalarda olmayan oranlar ise o çalışmalarda ölçüler kullanılarak yukarıdaki eşitlikler yardımıyla türetilmiş ve ona göre karşılaştırmalar yapılmıştır.

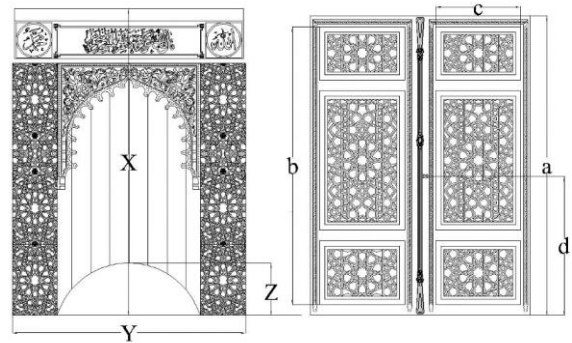
Değerlendirme aşamasında donatı elemanlarından alınan ölçüler statik antropometrik ölçülere göre değerlendirilmiştir. Donatı elemanlarının hacimsel vb. dinamik antropometrik ölçü gerektiren kısımları bu çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışma statik antropometrik verilere göre değerlendirme yapmak amacıyla bu alanda kısıtlanmıştır.



Şekil 2. Minber üzerinden alınan ölçüler; A: Minber yükseklik, B: Minber Uzunluk, C: Dik üçgen hipotenüs, D: Dik üçgen genişlik, E: Dik üçgen yükseklik, F: Korkuluk kalınlığı, G: Bordür kalınlığı, H: Giriş taç yüksekliği, I: Minber kapısı genişliği, J: Minber kapısı yüksekliği, K: Minber genişliği



Şekil 3. Merdivenlerden alınan ölçüler; M: Merdiven genişliği, N: Basamak derinliği, T: basamak yüksekliği, S: Korkuluk yüksekliği



Şekil 4. Mihrap ve kapılar üzerinden alınan ölçüler; X: Mihrap yüksekliği, Y: Mihrap genişliği, Z: Mihrap derinliği, a: Kapı kasası yüksekliği, b: Kapı kanadı yüksekliği, c: Kapı kanadı genişliği, d: Kapı kolu yüksekliği



**Çizelge 2.** Camii donatı elemanları için antropometrik olarak türetilen ölçüler

Kriter	İlgili olduğu antropometrik ölçü	Ölçü alınan donatı elemanı noktaları	Olması gereken aralık	Türetilen kaynak
Minber korkuluk yüksekliği	Otururken göz yüksekliği	Merdiven basamak üst yüzeyi ile korkuluk üst kısmı arasındaki mesafe	70-75 cm	Özok ve Uğur, 1981; Güleç vd.2005; Taşdemir 2018
Minber giriş kapısı genişliği	Omuz genişliği	Minber giriş kapısı kasaları arası yatay mesafe	60 cm	Özok ve Uğur, 1981; Güleç vd.2005; Taşdemir 2018
Minber merdiven eğim açısı	-	Basamak yükseklik ve derinlik oranının tanjantı	En fazla 45 derece	
Giriş kapısı genişliği	Omuz genişliği	Giriş kapısı kasası arası yatay mesafe	En az 110 cm (Çift kanat toplam)	Özok ve Uğur, 1981; Güleç vd.2005; Taşdemir 2018
Giriş kapısı yüksekliği	Boy	Zeminle giriş kapısı kasasının en üst noktası arasındaki dikey mesafe	En az 185 cm	Özok ve Uğur, 1981; Güleç vd.2005; Taşdemir 2018
Kapı kolu yüksekliği	Dirsek yüksekliği	Zeminle kapı kolu arasındaki düşey mesafe	92,5 cm -112,5 cm	Doğan ve Kalıncara 2015

Araştırmada, değerlendirme için kullanılması gereken ve literatürde tanımı ya da antropometrik olarak uygun değeri bulunmayan bazı ölçülerin olması gereken değerleri, türetilen kaynaklar, referans alınması gereken noktaları ve hangi antropometrik ölçü ile ilgili oldukları Çizelge 2’de verilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Camiler ile ilgili genel bulgular

##### 3.1.1 Zeytinlik Camii (C1)

1857 yılında inşa edilen Zeytinlik Köyü Camii, bölgedeki baraj sularının yükselmesi sebebiyle yeni yerine taşınmıştır. Yığma taş yapım sisteminde inşa edilmiş olan caminin kapı ve minberi ahşap, mihrabı taştan yapılmıştır.

Zeytinlik caminin Şekil 5’te görülen minberi 387 cm yüksekliğinde ve 265 cm uzunluğundadır. Merdiven genişliği 65 cm’dir. Dokuz basamağı bulunan minber merdiveninin basamak yüksekliği 20 cm ve basamak derinliği 24 cm’dir. Bu ölçülere göre merdivenin eğim açısı 39,8 derece olarak hesaplanmıştır. Aynalık kısmında işleme olmadığı için dik üçgen ölçüleri hesaplanmamıştır. Kapı kasasının yüksekliği 250 cm ve kasa (giriş) genişliği 110 cm’dir. İki kanatlı olan kapının kanat genişlikleri eşit ve 60 cm’dir. Kanat yükseklik/genişlik oranı 4,03 ile ikinci en yüksek orandır. Kapı kolu yüksekliği ise 127 cm’dir.

Zeytinlik caminin mihrabı 290 cm yüksekliğinde, 267 cm genişliğinde olup 40 cm derinliği bulunmaktadır. Mihrap köşegenin yatayla yaptığı açı olarak tanımlanan mihrap diklik açısı 47,36 derecedir. Bu bakımdan diğer mihraplar arasında en yataya yakın açılı mihraptır.



Şekil 5. Zeytinlik Camii minber, mihrap ve kapısı

##### 3.1.2 Artvin Çarşı Camii (C2)

İlk olarak 1860 yılında yapılan cami, 1957 yılında yeniden aslına yakın şekilde yapılmıştır. Yığma Taş sisteminde yapılan caminin kapı ve minberi ahşap olup mihrabı taştan yapılmıştır. Cami kare planlı olup tek kubbeli olarak düşünülmüştür (Karadeniz Kültür Envanteri, 2022). Minberi ve vaiz kürsüsü ile ön plana çıkan camide diğer kısımlar sade şekildedir. Minberindeki süslemeler ve ahşap uygulama teknikleri Artvin’deki diğer camiler ile benzer özellikler taşımaktadır.

Artvin çarşı caminin minber ölçüleri yükseklik 433 cm ve uzunluk 356 cm ile araştırma kapsamındaki, Şekil 6’da da görüldüğü gibi, en yüksek minberdir. Basamak sayısı 11 olan minberin genişliği ise 84 cm’dir. Merdiven basamak yüksekliği 20 cm ve basamak derinliği 24 cm’dir. Merdiven eğim açısı 39,8 derece olarak hesaplanmıştır. Aynalık kısmı dik üçgen ölçüleri 297 cm genişlik ve 274 cm yükseklik ölçülmüş ve bu ölçülere göre dik üçgen hipotenüsü 404 cm olarak hesaplanmıştır.

Kapıdan alınan ölçülere göre kasa yüksekliği 248 cm, kasa genişliği 170 cm’dir. Kapı kolu yüksekliği 100 cm’dir. Kanat sayısı iki olan kapının kanat genişliği ise 85 cm ve kanat yüksekliği 237 cm’dir. Kapı kanat oranı 2,78 ve bu orana ve ölçülere göre kapı kanadı bakımından araştırma kapsamındaki camiler arasında kapıları en geniş olan ve en basık kapı kanadı olan camidir. Mihrap ölçüleri yüksekliği 428 cm, genişliği 226 cm ve derinliği ise 56 cm’dir. Araştırma kapsamındaki mihrabı en yüksek olan camidir. Mihrap diklik açısı ise 62,16 derecedir.



Şekil 6. Artvin Çarşı Camii minber, mihrap ve kapısı



### 3.1.3 Arhavi Merkez Camii (C3)

Kesme ve yontma taş kullanılan camide yığma tekniğiyle birlikte uygulanmıştır. Caminin mihrabı taş, minber ve kapıları ahşaptır. Minaresi de cami ana gövdesine bitişik halde kesme taş ile yapılmıştır. Cami 19. Yüzyıl sonlarına doğru yapıldığı bilinmektedir. Çatı da kiremit kullanılmış ve kırma çatıdır (Karadeniz Kültür Envanteri, 2022).

Arhavi Merkez Camii'nin Şekil 7'de görülen minberinin ölçüleri 378 cm yükseklik ve 333 cm uzunluk şeklindedir. Araştırma kapsamına göre yüksek minberlerden biridir. 11 basamaklı minberin genişliği 58 cm'dir. Merdiven basamak derinliği olarak en dar basamağa sahip minberdir. Basamak derinliği 21 cm ve buna bağlı olarak da basamak eğim açısı 42,1 derece ile en dik merdivendir. Arhavi Merkez Camii'nin kapıları incelendiğinde iki adet 214 cm yüksekliğinde ve 70 cm genişliğinde olan kanatların yükseklik/genişlik oranı 3,05 olarak belirlenmiştir. Kapı kolu yüksekliği 100 cm'dir. Mihrap ölçüleri 316 cm yükseklik ve 160 cm genişlik olarak ölçülmüştür. Mihrap diklik açısı 63,14 derece olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7. Arhavi Merkez Camii minber, mihrap ve kapısı

### 3.1.4 Ortacalar Köyü Camii (C4)

Kesme ve yontma taş kullanılan camide yığma yapım tekniği uygulanmıştır. 1757 yılında yapılmıştır. Çatısı kırma çatı düzenindedir. Ana kapısı ve minberi ahşaptır. Mahfilin tepesinde sekizgen şekilde süslemeli oymalı göbek bulunmaktadır (Karadeniz Kültür Envanteri, 2022).

Ortacalar Köyü Camiinin Şekil 8'de görülen minberi 311 cm yükseklikte, 284 cm uzunluğundadır. Yedi basamağı bulunan minberin genişliği ise 52 cm'dir. 22 cm basamak derinliği ve 18 cm basamak yüksekliği olan merdivenin eğim açısı 39,3 derecedir. Kapı ve mihrap ölçülerine bakılacak olursa; 210 cm yükseklik ve 125 cm genişliği bulunan mihrabın derinliği 44 cm'dir. Mihrap diklik açısı 59,23 derecedir. Kapıları kanat ölçüleri 55 cm genişlik ve 188 cm yüksekliğindedir. Kanatların yükseklik genişlik oranı ise 3,41'dir. Kapı kolu yüksekliği de 92 cm'dir.



Şekil 8. Ortacalar Köyü Camii minber, mihrap ve kapısı

### 3.1.5 Ortahopa Camii (C5)

Moloz taş kullanılan camide yığma tekniği uygulanmıştır. Kitabesi bulunmayan caminin 19. yy sonlarında yapıldığı tahmin edilmektedir (Kültür Portalı, 2023). Dört tarafa doğru yönelmiş kırma çatı ahşap konstrüksiyondur. Ana giriş kapısı ahşaptır ve orijinal hali değildir. Genel ahşap işlemlerin tümü sonradan yapılmıştır. Vaiz kürsüsü, minber, kadınlar mahfili, korkuluklar ve ahşap kapılar işlemezdir. Tavan da ahşap olup işleme yapılmamıştır (Karadeniz Kültür Envanteri, 2022). Ortahopa caminin minberi Şekil 9'da görüldüğü gibi olup 330 cm yüksekliğinde ve 322 cm uzunluğundadır. Basamak sayısı sekiz olan minber merdivenin genişliği 58 cm'dir. 30 cm basamak derinliği ile Düzköy Camiinden sonra (33cm) en derin basamaklı minber olan Ortahopa camii minber merdivenin basamak yüksekliği 20 cm'dir. Buna göre oluşan 33,7 derecelik merdiven eğim açısı en düşük açıdır. Şekil 8'deki mihrabın yüksekliği 307 cm, genişliği 178 cm ve derinliği 43 cm olarak ölçülmüştür. Mihrap diklik açısı 59,89 derecedir. Kapı kanadı yüksekliği 212 cm ve kanat genişliği 64 cm ölçülerine göre kanat yükseklik/genişlik oranı 3,31 olarak hesaplanmıştır. Kapı kolunun yerden yüksekliği 103 cm'dir.



Şekil 9. Ortahopa Camii minber, mihrap ve kapısı

### 3.1.6 Hopa Esenkıy Köyü Yukarı Camii (C6)

Yapılış tarihi 1861 (Kültür Portalı, 2023) olan yapı günümüzde harabe halde bırakılmış olup iç mekânda yıkılmalar ve tahribat görülmektedir. Ahşap olan minberi halen ilk günkü gibi ayakta durmaktadır. Mihrap kısmında sıvalar, dönemde uygulanmış kalemşi boyalar ve süslemeler dökülmektedir. Yığma taştan oluşan yapıda iç mekân konstrüksiyonu ahşaptır. Ahşap direklerle desteklenmektedir. Bağdadi kubbeye sahip camide kadınlar mahfiline geçiş kapısı bulunur.

Esenkıy Camiinde ayakta kalan tek eser olarak Şekil 10'da da görüleceği üzere minber göze çarpmaktadır. Yüksekliği 342 cm ve uzunluğu 297 cm olan minberin genişliği 72 cm'dir. 10

basamaklı merdivenin genişliği 46 cm olarak ölçülmüştür ve bu ölçü araştırma kapsamındaki en dar merdiven ölçüsüdür. Merdiven basamak derinliği 22 cm ve basamak yüksekliği 19 cm ve bu ölçülere göre merdiven eğim açısı 40,8 derece ile dik merdivenlerden sayılabilir.

Şekil 9'da görülen kapı kanatlarının yükseklikleri 222 cm ve genişlikleri ise 59 cm olarak ölçülmüştür. Kanatların yükseklik genişlik oranı 3,76 olarak hesaplanmıştır. Kapı kolu yerden 110 cm yukarıdadır. Mihrap ölçüleri ise yükseklik 335 cm, genişlik 182 cm ve derinlik 36 cm'dir. Mihrap diklik açısı da 61,48 derece olarak ölçülmüştür.



Şekil 10. Hopa Esenkıy Köyü Yukarı Camii minber, mihrap ve kapısı

### 3.1.7 Düzköy Camii (C7)

Medrese olarak da kullanılan cami 1850'li yıllarda yapılmıştır (Kültür Portalı, 2023). Yığma taş temeller üzerine ahşap yığma tekniğiyle yapılan caminin minber, mihrap ve kapıları da ahşaptır. Yine Artvin yöresindeki diğer camilerde olduğu gibi yoğun ahşap süslemeler ve ahşap işleme tekniklerinden yararlanılmıştır. Beş basamaklı taş merdivenden camiye giriş olup, minaresi onarım görerek ahşap kaplamalı olarak yapılmıştır. Yine alt kısımda kemerli şadırvan orijinalliğini korumaktadır. Son cemaat yerinden mahfile girişte yuvarlak kemerli çift kanat kapı bulunmaktadır. Bütünüyle tomruğun iç kısmı oyularak ahşap malzemeden yapılmış olan mihrapta oyma tekniğiyle süslemeler yapılmıştır.



Şekil 11. Düzköy Camii minber, mihrap ve kapısı

Düzköy Camii'nin minber ölçüleri 310 cm yükseklik, 303 cm uzunluk ve 84 cm genişlik olarak ölçülmüştür. Şekil 11'de minberin yandan görünüşü verilmiştir. Minber merdiveni yedi basamaklı olup genişliği 61 cm'dir. Merdiven basamak derinliği 33 cm ile en derin basamaklı merdiven olarak öne çıkmaktadır. Merdiven basamak yüksekliği 22 cm'dir. Merdiven eğim açısı 33,7 derece ile eğimi en düşük minber olarak hesaplanmıştır.

Mihrabın yüksekliği 278 cm, genişliği 108 cm ve derinliği 42 cm'dir. Mihrap diklik açısı 68,7 derece ile en dik mihrap

olarak belirlenmiştir. Kapı kanatlarının 179 cm yükseklik ve 49 cm genişlik ölçülerine göre yükseklik/genişlik oranı 3,65 olarak hesaplanmıştır. Kapı kolu yüksekliği 103 cm'dir.

### 3.1.8 Camili (Macahel) Camii (C8)

Artvin ile Gürcistan sınırında bulunan bu ahşap cami iki katlı olup kare planlıdır. Yığma taş temeller üzerine inşa edilmiş bütünüyle ahşap malzemeden yapılmıştır. Mihrap, minber, vaiz kürsüsü, kadınlar mahfili, kapılar ahşaptır. Ahşap direklerin de bulunduğu cami bağdadi kubbelidir (Çakıroğlu, 2022). Caminin orijinalinin yapılış tarihi kesin olarak bilinmemekle birlikte 1819'dan önce yapıldığı anlaşılmaktadır. 1855'te çığ nedeniyle yıkılan cami yeniden inşa edilmiştir (Kültür Portalı, 2023).



Şekil 12. Camili (Macahel) Camii minber, mihrap ve kapısı

Macahel camii'nin Şekil 12'de görülen minberinin yüksekliği 402 cm, uzunluğu 275 cm ve genişliği de 91 cm'dir. 11 basamağı bulunan minber merdiveninin genişliği 64 cm'dir. Merdivenin basamak derinliği 25 cm ve basamak yüksekliği 21 cm olarak ölçülmüş ve merdiven eğim açısı 40,0 derece olarak hesaplanmıştır. Kapı kanatlarının yüksekliği 230 cm ve genişliği 80 cm'dir. Buna göre kanat yükseklik/genişlik oranı 2,87 olarak hesaplanmıştır. Kapı kolu yüksekliği 110 cm'dir. Mihrap yüksekliği 310 cm, genişliği 153 cm ve derinliği 40 cm'dir. Mihrap diklik açısı bu verilere göre 63,73 derece şeklinde hesaplanmıştır.

### 3.1.9 İremit Camii (C9)

Cami 1851 yılında bodrum katı yığma taştan diğer kısımları ahşaptan inşa edilmiştir. Minber, mihrap ve kapıları ahşaptır. Ahşaptaki bozulmaları önlemek amacıyla minaresi dışarıdan saclar ile kaplanmıştır. Günümüzde restore çalışmaları kapsamında bu aşınmış ve zarar görmüş görüntü ve koruma yöntemi kaldırılarak yeniden ahşap malzemelerle birlikte uygulanmıştır.



Şekil 13. İremit Camii minber, mihrap ve kapısı



İremit Camii Şekil 13'te görülen minberinin ölçüleri 296 cm yükseklik, 205 cm uzunluk ve 70 cm genişlik olarak ölçülmüştür. Çalışma kapsamındaki en alçak ve en kısa minber olarak öne çıkmaktadır. Dokuz basamaklı merdivenin genişliği 50 cm'dir. Merdiven basamak derinliği 23 cm ve basamak yüksekliği 20 cm'dir. Buna göre merdiven eğim açısı 40,0 derece olarak hesaplanmıştır. Mihrabın yüksekliği 186 cm ve genişliği de 84 cm'dir. Bu ölçüler yine çalışma kapsamındaki camiler içindeki en kısa ve dar mihrap ölçülerinin İremit Camii'nde elde edildiğini göstermektedir. Mihrabın diklik açısı 65,69 derece olarak hesaplanmıştır. Kapı kanatlarının yüksekliği 162 cm, genişliği ise 42 cm'dir. Kapı kolu yüksekliği 100 cm'dir. Kanat genişliği olarak en dar kapı kanadı İremit Camii'nde ölçülmüştür. Yükseklik/genişlik oranı 3,85 olarak hesaplanmıştır.

### 3.1.10 Muratlı (Maradit) (C10)

Borçka Muratlı Köyü'nde yer almaktadır. Mahfile girişi sağlayan kapının üzerindeki kitabeye göre yapı, Hicri 1262 Miladi 1846 yılında, Ahmet Usta (Aslan oğlu) tarafından inşa edilmiştir (Kültür Portalı, 2023). Çoruh Nehri'nin kıyısında, Gürcistan sınırında bulunan ahşap cami planı kareye yakın oranlardadır (Coşkun ve Çelebioğlu, 2020). Bodrum katı ve minaresi yığma taş diğer kısımlar tümüyle ahşaptır.

Aşağıda Şekil 14'te görülen Murat Camii minberinin yüksekliği 361 cm, uzunluğu 331 cm ve genişliği de 74 cm'dir. Minber merdiveninde 11 basamak bulunmaktadır. Merdiven genişliği 49 cm, merdiven basamak derinliği 23 cm ve basamak yüksekliği de 16 cm olarak ölçülmüştür. Basamak yüksekliği en az olan minber Muratlı Camii minberidir.

### Çizelge 3. Minber ölçüleri (cm)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Yükseklik (A)	387	433	378	311	330	342	310	402	296	361
Uzunluk (B)	265	356	333	284	322	297	303	275	205	331
Genişlik (K)	75	84	73	74	66	72	84	91	70	74
Merdiven genişliği (M)	65	77	58	52	58	46	61	64	50	49
Basamak sayısı	9	11	11	7	8	10	7	11	9	11
Giriş taç yüksekliği (H)	263	340	258	295	277	282	270	361	260	277
Korkuluk yüksekliği (S)	83	100	86	99	82	70	90	107	90	85
Bordür kalınlığı (G)	9	11		11	30		11	20	25	9
Korkuluk kalınlığı (F)		30		36	50		34	30		34
Minber kapısı gen. (I)	59	60	54	53	50	48	57	64	53	51
Minber kapısı yük.(J)	183	184	177	180	170	172	165	220	198	183
Basamak derinliği (N)	24	24	21	22	30	22	33	25	23	23
Basamak yüksekliği (T)	20	20	19	18	20	19	22	21	20	16
Merdiven eğim açısı	39,8	39,8	42,1	39,3	33,7	40,8	33,7	40,0	40,0	34,8
Ön basamak yük.	10	11		12			18	13	15	5
Dik üçgen yüksekliği (E)	145	274	208	137	160	163	209	182	125	265
Dik üçgen genişliği (D)	205	297	228	162	194	176	244	173	114	258
Dik üçgen hipotenüs (C)	251	404	307	213	251	238	277	253	170	340
Aynalık eğim açısı	35,2	42,6	42,3	39,3	39,5	42,8	40,5	46,4	47,6	45,7



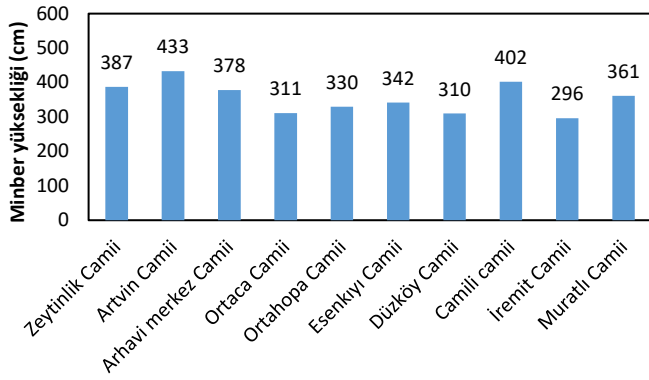
Şekil 14. Muratlı (Maradit) camii minber, mihrap ve kapısı

Merdiven eğim açısı 34,8 derece olarak hesaplanmıştır. Yine Şekil 13'te görülen kapı kanatlarının yüksekliği 196 cm, genişliği 47 cm'dir. Kapı kanadı yükseklik/genişlik oranı çalışma kapsamında en yüksek oran olan 4,17 olarak hesaplanmıştır. Kapı kolu yüksekliği 110 cm'dir. Mihrap yüksekliği 275 cm, genişliği 215 cm ve derinliği de 85 cm olarak ölçülmüştür. Bu ölçülere göre mihrabın diklik açısı 51,98 derece olarak hesaplanmıştır.

### 3.2 Minber, mihrap ve kapılarla ilgili bulgular

Araştırma kapsamında değerlendirilen camilerin minberlerinden alınan ölçüler Çizelge 3'te verilmiştir.

İnceleme yapılan 10 ahşap caminin minberleri değerlendirildiğinde; en yüksek ve en uzun minberin Artvin Çarşı Camii'nin minberi olduğu görülmektedir (Şekil 15). Buna karşın en geniş minber Macahel'de bulunan Camili Camii'nde bulunmaktadır. Minber basamak sayısı bakımından Artvin Çarşı Camii ve Arhavi Merkez Camii'nde 12 basamak bulunmaktadır.

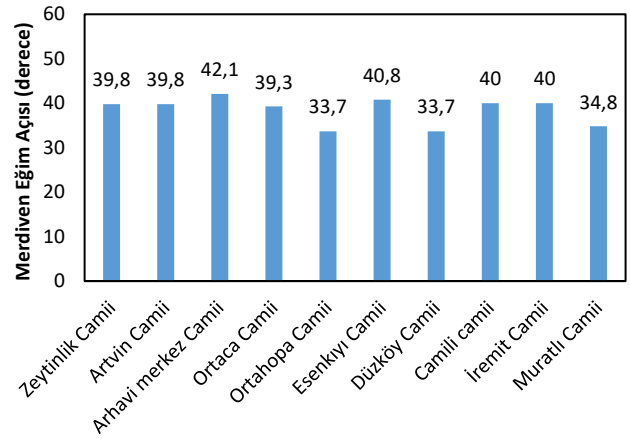


Şekil 15. Minber yükseklikleri (cm)

Camilerin minberlerindeki korkuluk yükseklikleri merdiven basamağı üst yüzeyi ile korkuluk üst yüzeyi arasındaki düşeyde en yüksek mesafe ölçülerek alınmıştır. Görevli Cuma namazı ve bayramlarda minbere hutbe okumak ve dua etmek için çıktığında kısa süre de olsa oturmaktadır. Bu oturmuş esnasında kullanıcıların %95'inin cemaati rahatlıkla görebilmesi için korkuluk yüksekliğinin, oturmuş göz yüksekliğinin 5 numaralı eşitliğe göre hesaplanan %5'lik değerini geçmemesi gerekir. Literatüre bakıldığında oturmuş göz yüksekliği tanımlanmış fakat 1981'den sonraki araştırmalarda ölçülmemiştir. 1981'de Özok ve Uğur'un (1981) Türk sanayi işçileri üzerinde yaptığı bir araştırmada oturma seviyesinden göz kenarına kadar olan ölçüyü 775,70 mm olarak (%5'lik değer 715.10 mm) bildirmiştir. 2005'te Güleç ve arkadaşlarının (2009) Anadolu insanını antropometrik boyutları adlı araştırmasında büst yüksekliğini (oturma yerinden kafanın üst kısmına olan mesafe) 887,27 mm olarak (%5'lik değeri 825,55 mm) bildirmiştir. Büst yüksekliğinden boy ve göz yüksekliği farkını çıktığımızda oturmuş göz yüksekliği mesafesini elde edebiliriz. Boy ve göz yüksekliği arasındaki fark Özok ve Uğur'un (1981) çalışmasında %5'lik değere göre (1576-1499,7) 76,3 mm ve Taşdemir'in (2018) çalışmasında ise (1611,3-1491,2) 120,1 mm olarak bulunmuştur. Güleç ve ark. (2009) çalışmasındaki büst yüksekliğinden (%5'lik) bu farkları çıkardığımızda, Özok ve Uğur (1981) için (825,55-76,3) 749,25 mm, Taşdemir (2018) için (825,55-120,1) 705,45 mm elde ederiz. Bu ölçüler ve farklı gruplar üzerinde yapılan araştırmalara göre korkuluk yüksekliği merdiven basamağının yüzeyinden 70-75 cm yukarısına kadar olmalıdır denilebilir. Bu bilgiler ışığında araştırma kapsamındaki camiler içinde sadece Hopa Esenkıyı camisinin minber korkuluğu güncel antropometrik ölçülere uygundur. Diğer minber korkulukları göz yüksekliğinden daha yukarıda olduğu için minberde oturan birinin görüş açısını kısıtlamaktadır. Camilerin yapıldığı dönemdeki insan ölçülerine (yöntem kısmında boy ölçüsü için günümüze kadar yaklaşık 12 cm'lik artış olduğu belirtilmişti) göre kıyaslandığında da minber korkuluk yüksekliklerinin tüm camilerde göz yüksekliğinden daha yukarıda olduğu düşünülebilir.

Minber giriş kapılarının genişliklerinin en az bir kişinin girebilmesi için omuz genişliğinden daha büyük olması gerekmektedir. Burada kullanılacak olan yüzdeler ise %95'lik değerdir. Özok ve Uğur'un (1981) çalışmasında omuz genişliği (%95'lik) 462,5 mm, Güleç ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında (%95'lik) 430 mm ve Taşdemir'in (2018)

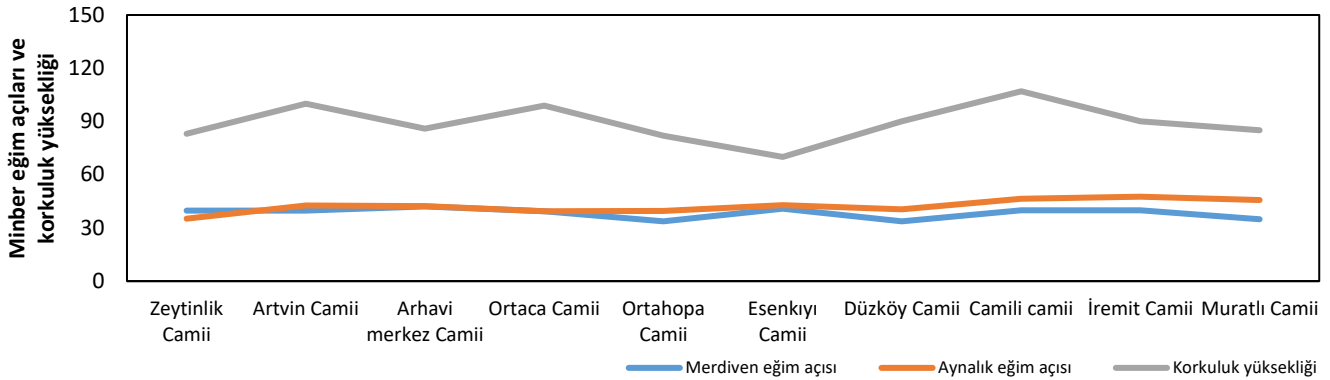
çalışmasında ise 490,7mm olarak ölçülmüştür. Bu ölçülere göre ölçüm yapılan bütün cami minberlerinin giriş kapı genişlikleri en az bir kişinin girebileceği ölçüdedir. Yine yapılaş tarihlerindeki antropometrik ölçüler düşünüldüğünde minber giriş kapılarının antropometrik olarak kullanıcılara uygun olduğunu söylenebilir. Uçar'ın (2019) yaptığı "18-20. Yüzyıl Konya Camilerinde (Merkez) Ahşap Mihrap ve Minberler" adlı çalışmasında toplam 26 minberin giriş kısımları ortalama genişliği 68,1cm'dir. Araştırmamız kapsamındaki minberlerin ortalama giriş genişliği ise 54,9cm'dir. Artvin ilindeki ahşap minberlerin girişleri Konya'daki minberlerden daha dar yapılmıştır denilebilir.



Şekil 16. Merdiven basamak ölçülerine göre hesaplanan merdiven açıları (derece)

Minbere çıkılan merdivenlerin basamak derinliği ve yükseklikleri (rıht) arasındaki bağıntı incelendiğinde, Neufert (2000) fizyolojik olarak merdiven tırmanma açısını %30 ve çıkış oranını ise 17 (yükseklik) / 29 (derinlik) olarak belirtmiştir. Minber merdivenleri tek kişinin çıkacağı ve güvenli açısından herhangi bir sorun teşkil etmeyeceğinden dolayı, eğim açısı yani dikliği normal mesken oranlarından daha büyük olabilir. Neufert'in (2000) belirttiğine göre en dik mesken merdiveni eğim açısı 410 dir. Buna göre araştırma kapsamındaki merdivenlerin Şekil 16'da görülen eğim açıları ortalama 38,40 ile en dik mesken merdiveninden daha uygun eğimdedir. Minber merdiven eğiminin en yüksek olduğu cami Şekil 15'te görüldüğü gibi Arhavi Merkez (42,10) Camii'dir. Çetinkaya'nın (2011) yaptığı araştırmada Rüstem Paşa Camii'nin minber merdiven eğimi 450 olarak tespit edilmiştir.

Minberlerdeki bir diğer eğim açısı da yan aynalık eğim açısıdır. Yan aynalık eğimi minber eğimi olarak da adlandırılabilir. Dışardan bakıldığında minberin dikliğini belirleyen eğim yan aynalık eğimidir. Merdiven eğimi ile yan aynalık eğimi arasındaki ilişkiye bakıldığında Şekil 17'deki grafikte de görüldüğü gibi minber merdiveninin eğim açısı çoğunlukla minber yan aynalık açısından daha düşüktür. İncelenen camiler arasında sadece Zeytinlik Camii'nin merdiven eğim açısı yan aynalık eğiminden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ortaca Camii'nin merdiven ve yan aynalık eğim açıları eşittir. Şekil 17'deki grafik üzerinden görüldüğü gibi yan aynalık ile merdiven eğim açısı arasındaki farkın minber korkuluk yüksekliği ölçüsünü etkilemediği söylenebilir.



**Şekil 17.** Minber merdiveni (cm) ile yan aynalık eğim açılarının (derece) farkı ve korkuluk yüksekliği (cm)

Tarihi camilerin kapı ölçüleri incelendiğinde; kasa genişliği, aynı zamanda giriş genişliği de denebilir, en geniş Artvin Çarşı Camii'nde (170 cm) karşımıza çıkmaktadır. Ortalama giriş genişliği ise 118,2 cm olarak tespit edilmiştir. Giriş yüksekliği 161 cm ile 250 cm arasında değişiklik göstermektedir. Ortalama giriş yüksekliği 208,4 cm'dir. Kanat ölçüleri 42-85 cm arasında değişiklik göstermekte ve ortalama kanat genişliği 61,1 cm'dir. Kanat yüksekliklerine baktığımızda 162 ile 242 cm arasında değişmektedir. Çalışma kapsamındaki camiler içerisinde, yapı malzemesi taş olan altı caminin kapı kanat ölçüleri ortalaması 65,5 cm iken yapı malzemesi ahşap olan dört caminin kanat ölçüleri ortalaması 54,5 cm'dir. Tarihi ahşap kapı konusunda ülkemizde yapılan araştırmalarda sadece camii kapısı değil aynı zamanda türbe, han, ev, bahçe ve oda kapısı gibi çeşitli amaçlarla kullanılan kapı örnekleri incelenmiştir. Bulut'un (2020)'de yaptığı araştırmaya göre Selçuklu dönemine ait kapı kanadı genişlikleri 54 cm ile 91 cm arasındaki değişmektedir. Söğütü ve arkadaşlarının (2014) Mimar Sinan eseri camilerinin kapıları üzerinde yaptıkları bir diğer araştırmada kapı kanadı genişlikleri 78 cm ile 140 cm arasında değişmektedir. Akdeniz (2020) bir araştırmasında Seyid Harun Veli Türbe kapısının kanat genişliğini 52cm olarak belirtmiştir. Yıldırım (2006) Afyon evlerinin giriş, avlu ve oda kapılarının kanat ölçüleri üzerinde yaptığı bir araştırmada avlu kapısı ortalama 101cm, giriş kapısı ortalama 70 cm ve oda kapısı ortalama 60 cm olarak belirtmişlerdir. Araştırma kapsamında incelenen camilerin çoğunluğu bütünüyle ahşap olduğu için kapı kanat genişlikleri de diğer yığma taş camilerden daha dar olarak karşımıza çıkmaktadır denebilir.

Camilerin toplu kullanılan mekanlar olmasından ötürü, girişleri de bu ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte olmalıdır. Bu bağlamda ana kapı giriş genişliği en az iki kişinin rahatlıkla geçebileceği ölçüde olmalıdır. Literatürde bu ölçü hastane koridorları için 150 cm ve mesken binalarının çift kanatlı kapıları için 140-225 cm olarak belirtilmiştir Herhangi bir açıklıktan yetişkin iki kişinin rahatlıkla geçebilmesi için gerekli genişlik, omuz genişliklerinin %95'lik değer toplamından en az %10 daha geniş olmalıdır (Neufert, 2000). Taşdemir'in (2018) çalışmasında omuz genişliğinin 95'lik değeri 49,07 cm olarak belirtilmiştir. Buna göre en az giriş genişliği yaklaşık 110 cm olması gerekmektedir. Çalışma kapsamındaki camilerin kasa genişlikleri incelendiğinde, üç caminin (C7, C9 ve C10) giriş genişliğinin antropometrik olarak uygun olmadığı görülmektedir. Camilerin giriş kapısı genişliğinin yapım

tarihindeki kullanıcıların ölçülerine uygunluğu irdelendiğinde; yöntem kısmında geçen 170 yılın sonunda Türk insanının boy ölçüsünün yaklaşık 12 cm uzadığı belirtilmişti. Bu sonucu güncel antropometrik verilere uyguladığımızda, Taşdemir'in (2018) çalışmasında boy uzunluğu %95'lik değeri 182,24 cm ve omuz genişliği %95'lik değeri 49,07cm arasındaki orana göre 170 yıl önceki omuz genişliğinin %95'lik değeri 45,8cm olarak tahmin edilebilir. Bu tahmine göre de olması gereken en düşük giriş kapısı genişliği 100,8 cm olarak hesaplanabilir. Sonuç olarak incelenen camiler içinde güncel antropometrik verilere göre dar olarak nitelendirilen üç cami (C7, C9 ve C10) yapıldığı tarih itibari ile de giriş kapıları genişlikleri kullanıcılar için dar nitelikte olduğu söylenebilir. Kapı kanatlarının yükseklik/genişlik oranı Bulut'un (2020) araştırmasında, Anadolu Selçuklu döneminde 3,17 ve Osmanlı döneminde 3,40 olarak belirtilmiştir. Araştırma kapsamındaki camilerdeki kapı kanatlarının oranı ise ortalama 3,48 olarak bulunmuştur. Bu oran Osmanlı dönemi oranları ile benzerlik göstermektedir.

Cami giriş kapılarından alınan ölçüler ve hesaplanan oranlar Çizelge 4'te verilmiştir. Ahşap kapıların üzerindeki kapı kolu yüksekliğinin antropometrik olarak uygunluğuna bakılacak olursa; en düşük kapı kolu yüksekliği 92 cm ve en yüksek kapı kolu yüksekliği ise 127 cm olarak ölçülmüştür. Ortalama kapı kolu yüksekliği 105,5 cm'dir. Kapı kolu yüksekliği tasarımında kullanılacak ölçü dirsek yüksekliğinin fonksiyonu olmalıdır. Doğan ve Kalınkara (2015) çalışmalarında çalışma yüksekliğini, dirsek yüksekliğinden hareketle 92,5 cm ile 112,5 cm arasında önermiştir. Buna göre çalışmamızda kapı kolu yüksekliklerinin biri hariç (Zeytinlik camii) diğerleri antropometrik verilere uygundur.

Araştırma kapsamındaki camilerden alınan mihrap ölçüleri Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre, mihrap yüksekliği 186 cm ile 428cm arasında değişmektedir. Ortalama mihrap yüksekliği ise 293,5 cm dir. Mihrap genişlikleri 84 cm ile 267 cm arasında değişmekte, ortalama mihrap genişliği 169,8 cm dir. Mihrap derinliği 36 cm ile 85 cm arasında değişmekte, ortalama mihrap derinliği ise 46,5 cm dir. Mihrap ölçülerini literatürdeki diğer araştırmalarla karşılaştırdığımızda; Uçar'ın (2019) Konya'da 24 camide yaptığı bir araştırmada, mihraplar ortalama genişliği 214 cm ve ortalama yüksekliği de 330 cm ölçülerindedir. Aydoğan İşler'in (2019) II. Beyazıt dönemi camilerinde yaptığı bir araştırmada II. Beyazıt Camii'nin mihrap ölçülerini 395 cm genişlik ve 840 cm yükseklik olarak belirtmiştir. Tuncer'in (1990) yaptığı bir araştırmada Piyale Paşa camii'nin mihrap



ölçüsünü 323 cm genişlik 686 cm yükseklik olarak belirtmektedir. Mihrap ölçülerini karşılaştırmak için mihrabın dikliğini yani köşegeninin yatayla yaptığı açığı değerlendirmek daha kıyaslanabilir değerler verebilir. Buna göre, Artvin camilerinin mihrap diklik açılarının ortalaması 60,34 derece iken, Uçar'ın (2019) incelediği mihrapların diklik açıları

ortalaması 57,16 derecedir. Diğer araştırmacılar sadece bir camide inceleme yaptıkları için ortalama değer kullanılmadı. Artvin tarihi ve ahşap camilerin mihrapları Konya'daki mihraplardan daha dik yapılmıştır denilebilir.

**Çizelge 4.** Kapı ölçüleri (cm)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Kasa yük. (a)	250	248	215	182	216	216	175	229	161	192
Kasa gen.	110	170	126	108	126	113	96	159	82	92
Kasa kalınlığı	18	26	53	20	20	14	10	10	12	13
Kanat yük. (b)	242	237	214	188	212	222	179	230	162	196
Kanat gen. (c)	60	85	70	55	64	59	49	80	42	47
<i>Yük./Genişlik Oranı</i>	<i>4,03</i>	<i>2,78</i>	<i>3,05</i>	<i>3,41</i>	<i>3,31</i>	<i>3,76</i>	<i>3,65</i>	<i>2,87</i>	<i>3,85</i>	<i>4,17</i>
Kanat kalınlığı	4	4,5	5	5	5	6	4	4	3	5
Açılım yönü	Sağ	Sağ	Sağ	Sağ	Sol	Sağ	Sağ	Sol	Sol	Sağ
Kanat göbek Sayısı	1	2	3	1	4	3	1	2	3	1
Kanat sayısı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kapı kolu yük. (d)	127	100	100	92	103	110	103	110	100	110

**Çizelge 5.** Mihrap ölçüleri (cm)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Yükseklik (X)	290	428	316	210	307	335	278	310	186	275
Genişlik (Y)	267	226	160	125	178	182	108	153	84	215
Derinlik (Z)	40	56	43	44	43	36	42	40	36	85
<i>Diklik açısı (%)</i>	<i>47,36</i>	<i>62,16</i>	<i>63,14</i>	<i>59,23</i>	<i>59,89</i>	<i>61,48</i>	<i>68,76</i>	<i>63,73</i>	<i>65,69</i>	<i>51,98</i>

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma sonucunda Artvin ilinde seçilen 10 tarihi caminin donatı ölçüleri belirlenmiş, ergonomik olarak gerekli oranlar hesaplanmış ve Türk insanı antropometrik verilerine göre değerlendirilmiştir. Buna göre incelenen kapıların kapı kolu yüksekliklerinin literatürdeki çalışma yüksekliği ölçülerine uygun olduğu belirlenmiştir. Giriş yüksekliği, antropometrik olarak boy ölçüsünün 95'lik yüzdesinden daha yüksek olması gerekmektedir. Güleç ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları bir çalışmada Türk insanı boy ölçüsünü erkekler için %95'lik dilimde 179,85 cm olarak belirlemiştir. Çalışma kapsamındaki camiler arasında İrem Camii ve Düzköy Camii dışındaki diğerlerinin giriş yüksekliklerinin antropometrik olarak uygun olduğu belirlenmiştir. Minber merdivenlerinin eğimi literatürdeki mesken merdivenleri ile karşılaştırıldığında, en dik mesken merdiven eğiminden daha düşük hesaplanmıştır. Antropometrik olarak minber korkuluk yüksekliklerinin en fazla 75 cm olması gerektiği vurgulanmıştır. Minber korkuluk yüksekliğinin, Hopa Esenkıy Camii hariç diğerlerinde otururken göz seviyesinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma, alanında öncü bir çalışma olduğundan kıyaslama açısından diğer bölgelerdeki cami donatılarının benzer şekilde tespitinin yapılması ve ergonomik olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, incelenen tarihi camilerin özgün elemanlarının (minber, mihrap ve kapı) potansiyel durumunu belirleyerek ileride yapılabilecek restorasyon vb. çalışmalar için aslına uygun boyutların korunmasını sağlayacaktır.

#### Kaynaklar

- Abdullah F. H., Majid N. H. A., Othman, R., 2016. Defining issue of thermal comfort control through urban mosque façade design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 234, 416-423.
- Ahmad T., Thaheem M. J., Anwar A., ud Din Z., 2016. Implications of stereotype mosque architecture on sustainability. *Procedia Engineering*, 145, 96-103.
- Akdeniz Ü. B., 2020. Sahipata Vakıflar Müzesinde Sergilenen Ahşap Kapı Kanatları: Seyyid Harun Veli Türbe Kapısı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tarih Dergisi*, 3(1), 108-120.
- Allani-Bouhoula N., 2014. Morphological knowledge for the modeling of ottoman mosques. *Civil Engineering and Architecture*, 2(2), 72-81.
- Al-Homoud M. S., Abdou A. A., Budaiwi I. M., 2009. Assessment of monitored energy use and thermal comfort conditions in mosques in hot-humid climates. *Energy and Buildings*, 41(6), 607-614.
- Al-Ajmi F. F., 2010. Thermal comfort in air-conditioned mosques in the dry desert climate. *Building and Environment*, 45(11), 2407-2413.
- Arslan H., Yildirim K., 2017. Perceptual evaluation of the mosque facades of different periods: preference, complexity, impressiveness, and stimulative. *Megaron*, 12(4).
- Aydoğan İşler, N., 2019. II. Bayezid Dönemi İstanbul Camilerinde Mihrap. *AHBV Edebiyat Fakültesi Dergisi*, (1) 63-76.
- Budaiwi I. M., Abdou A. A., Al-Homoud M. S., 2013. Envelope retrofit and air-conditioning operational strategies for

- reduced energy consumption in mosques in hot climates. *Building Simulation*, 6, 33-50.
- Bulut M., 2020. Osmanlı ahşap kapı ve pencere kanatlarındaki kompozisyonlar ve altın üçgenler. *Sanat Tarihi Yıllığı*, 29, 45-62.
- Bülbül Z. U., Çevrimli, N., 2021. Konya camilerindeki ahşap mihraplardan örnekler. *Sanat Tarihi Dergisi*, 30(2), 845-883.
- Coşkun R., Çelebioğlu B., 2020. Artvin Borçka'daki yığma ahşap camiler. *Bab Mimarlık ve Tasarım Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, 142-160.
- Çakıroğlu E. O., 2022. Tarihi ve kültürel mimari yapılarıdaki motiflerin cnc ahşap işleme olanakları kullanılarak modern yapılarda uygulanması: Amasya Mehmet Paşa Camii Örneği. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Çayırdag M., 1976. Kayseri Ulu Camii Ahşap Minberi. *Türk Etnografya Dergisi*, 65: 55-64 erişim tarihi Nisan 2023.
- Çetinkaya H., 2011. Klasik Dönem Osmanlı Camilerinde Ergonomi (Rüstem Paşa Camii Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Detseli N., 2019. Selçuklu dönemi ahşap minberlerine bir örnek: Konya Alâeddin Camii Minberi. *İstem*, (33), 213-239.
- Dizdar E. N., 2003. Ergonomik istasyonu tasarımında ilk adım "Antropometri". *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 4(14), 38-44.
- Doğan M., Kalkınkar V., 2015. Konaklama işletmeleri mutfak çalışanlarının antropometrik ölçüleri ve optimum mutfak donanımı tasarımı. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 111-119.
- Duyar İ., 1995. İnsanın fiziksel boyutlarındaki değişimler ve ergonomik açıdan önemi. 5. Ergonomi Kongresi, 180-189.
- Fanger P. O., Toftum J., 2022. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and buildings*, 34(6), 533-536.
- Güleç E., Akın G., Sağır M., Koca Özer B., Gültekin T., Bektaş Y., 2009. Anadolu insanının antropometrik boyutları: 2005 yılı Türkiye antropometri anketi genel sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 49(2), 187-201.
- Karadeniz Kültür Envanteri, <https://karadeniz.gov.tr>, Erişim Tarihi Eylül 5, 2022.
- Kaya Ö., Özok A. F., 2017. Tasarımda antropometrinin önemi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 5 (ÖS: Ergonomi 2016), 309-316.
- Kuru R., Canbay Türkyılmaz, Ç., 2019. Kütüphane yapılarının mekansal organizasyonunun ergonomik açıdan değerlendirilmesi: Bahçeşehir Üniversitesi kütüphane binası örneği. *Ergonomi* 2(3), 153-166.
- Kültür Portalı, <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/artvin/> Erişim Tarihi: 06.03.2023.
- Mahmood A. I., 2011. The Effects of Ottoman Mosques architecture on the Mosul's mosques architecture (an analytical study of the architectural attributes and elements). *Al-Rafadain Engineering Journal*, 19(1).
- Mushtaha E., Helmy O., 2017. Impact of building forms on thermal performance and thermal comfort conditions in religious buildings in hot climates: a case study in Sharjah city. *International Journal of Sustainable Energy*, 36(10), 926-944.
- Neufert E., 2000. Yapı tasarımı bilgisi (35. Baskı). G. Tercüme (Çev.). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Önal R. Ç., Köşklü, Z., 2020. Trabzon'da geç dönem Osmanlı camilerinde ahşap mihraplar. *Sanat Tarihi Dergisi*, 29(2), 707-743.
- Özok A. F., Uğur İ., 1981. Türk sanayi işçileri üzerine antropometrik bir araştırma. TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, Proje no: MAG-533, 110.
- Sadeqi S., Ekhlassi A., Norouzian-Maleki S., 2019. An analysis of structural aesthetics in architecture case study: Taj-Old-Molk Dome, Jameh Mosque of Isfahan, Iran. *SN Applied Sciences*, 1, 1-10.
- Saeed S. A. R., 1996. Thermal comfort requirements in hot dry regions with special reference to Riyadh part 2: for Friday prayer. *International journal of ambient energy*, 17(1), 17-21.
- Sezer F. S., Kaymaz E., 2016. The user's perception of indoor comfort conditions in historical mosques: the case of Bursa, Turkey. *International Journal of Humanities and Social Science*, 6(9), 43-54.
- Söğütü C., Döngel N., Toğay A., Döngel İ., 2014. İstanbul'da bulunan Mimar Sinan eseri camii ahşap kapı ve pencere iç kepenklerinin malzeme, boyut, süsleme ve yapım tekniği açısından incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 17(2), 49-57.
- Taşdemir T., 2018. Türkiye'deki mobilya fabrikalarında çalışan işçilerin kullandıkları makina-tezgah sistemleri ile antropometrik verilerinin analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taşkan D., 2019. Trabzon'da natürlü desenli ahşap minberler. *Akdeniz Sanat*, 13, 227-245.
- Tayılga G., Demirarslan S., 2020. Camilerde kadınlar mahfili ve diğer özelleştirilmiş mekân ihtiyaçları: Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Camii Örneği. *Türk ve İslam dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(26), 42-64.
- Temel S. C., Canbay Türkyılmaz Ç., 2018. Geleneksel Safranbolu Evi'nin işlevsel dönüşümünde ergonomik tasarım faktörlerinin değerlendirilmesi: Curtlar Evi Örneği. *Ergonomi*, 1(3), 163-175.
- Tuncer O. C., 1990. İstanbul'da iki camide harim ölçüsü ile çini boyutları arasındaki bağın incelenmesi. [https://acikerisim.fsm.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11352/870/Tuncer%20\(2\).pdf?sequence=1](https://acikerisim.fsm.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11352/870/Tuncer%20(2).pdf?sequence=1).
- Uçar S., 2019. 18-20. Yüzyıl Konya camilerinde (merkez) ahşap mihrap ve minberler. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Yıldırım K., 2006. A Research on the doors used in traditional Afyonkarahisar Houses. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture Gazi University*, 21(1), 75-86.
- Yüksel A., Arıcı M., Krajčik M., Civan M., Karabay H., 2022. Energy consumption, thermal comfort, and indoor air quality in mosques: Impact of Covid-19 measures. *Journal of Cleaner Production*, 354, 131726.



## Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier)'nin İç Anadolu Bölgesindeki yeni yayılış alanı: Kayseri-Pınarbaşı

Duran Aydınözü<sup>1</sup>, Sezgin Ayan<sup>2</sup>, Hakan Tunç<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, Kastamonu

<sup>2</sup>Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu

<sup>3</sup>Kayseri Milli Eğitim Müdürlüğü, Coğrafya Öğretmeni, Kayseri

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 01/05/2024

Kabul Tarihi : 28/05/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1476629>

\*Sorumlu Yazar:

sezginayan@gmail.com

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* İran – Turan flora bölgesinin karakteristik bir ağacı olan ve kırmızı meşeler grubunda yer alan Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier), Uluslararası Doğayı Koruma Birliği'nin (IUCN) kırmızı listesinin En Az Endişe Verici (LC) kategorisinde yer almaktadır. İklim modellerine göre türün mevcut ve gelecekteki popülasyonlarının azalacağı yönünde tahminlerin olduğu türün yayılışında antropojen etkiler de majör role sahiptir.

*Yöntemler* İç Anadolu bölgesinde yapılan arazi sürveysleri ile yeni bir yayılış alanı olan Kayseri ili Pınarbaşı ilçesi güneyindeki Lübnan meşesi popülasyonundan bitki örnekleri alınarak, teşhis edilmiş ve tespit edilen popülasyonun iklim, topoğrafik, toprak özellikleri ile meşcere karakteristikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

*Bulgular* Çalışmada, Lübnan meşesinin Doğu Anadolu'dan İç Anadolu'ya geçiş zonunda ve 1542 m rakımda tespit edilen, yayılış sahasının kuzeybatıdaki en uç noktası olan ve Kayseri-Pınarbaşı ilçesinin güneyindeki Yukarı Beyçayırı, Gölcük köyleri ve Değirmendere üçgeni arasındaki yeni bir yayılış alanı (38°38'8"N/36°25'5"E) bilim camiasına ilk kez sunulmuştur.

*Sonuçlar* Lübnan meşesinin yeni tespit edilen ve bilim camiasına tanıtılmaya çalışılan Kayseri-Pınarbaşı popülasyonu gibi kenar ve diğer marjinal ve izole popülasyonlar türün hem genetik hem de koruma politikaları açısından önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İç Anadolu, Lübnan meşesi, popülasyon, yeni yayılış

## The new distribution area of the Lebanon oak (*Quercus libani* Olivier) in the Central Anatolia Region: Kayseri- Pınarbaşı

### ABSTRACT

*Background and Aims* The Lebanese oak (*Quercus libani* Olivier), a characteristic tree of the Iranian – Turanian flora region and included in the group of red oaks, is included in the Least Concern (LC) category of the International Union for Conservation of Nature's (IUCN) red list. According to climate modeling, anthropogenic effects also have a major role in the spread of the species, where there are predictions that the current and future populations of the species will decrease.

*Methods* With the field surveys conducted in the Central Anatolia region, plant samples were taken from the Lebanese oak population in the southern Pınarbaşı district of Kayseri province, which is a new area of distribution, and it was tried to explain the climatic, topographical, soil properties, and stand characteristics of the detected population.

*Results* In the study, a new distribution area of the Lebanese oak (38°38'8"N/36°25'5"E) between the Yukarı Beyçayırı, Gölcük villages and Değirmendere triangle in the south of Kayseri-Pınarbaşı district, which is the most extreme point of the distribution area in the northwest, detected in the transition zone from Eastern Anatolia to Central Anatolia and at an altitude of 1542 m, was presented to the scientific community for the first time.

*Conclusions* Peripheral and other marginal and isolated populations of the Lebanese oak, such as the Kayseri-Pınarbaşı population, which has newly been identified and is being tried to be introduced to the scientific community, have great important both in terms of genetics and conservation policies of the species.

**Keywords:** Inner Anatolia, Lebanon oak, population, new distribution

### Citing this article:

Aydınözü, D., Ayan, S., Tunç, H., 2024. Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier)'nin İç Anadolu Bölgesindeki yeni yayılış alanı: Kayseri-Pınarbaşı, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 103-109.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Türkiye gerek tür zenginliği gerekse kapladığı alan bakımından Dünya'nın sayılı meşe yayılış alanlarından birisidir. Geçmişe nazaran yayılış alanları çok daralmış ve tahrip edilmiş olmalarına rağmen, Türkiye'de kayingiller familyası içinde gerek takson sayısınınca gerekse kapladığı orman alanı (6 833 3264 ha; %29,39) bakımından en geniş yayılışlı cins meşelerdir (Kayacık, 1977; URL1, 2024). Meşeler, genellikle ağaç veya boylu çalı halinde, geniş yapraklı ve kışın yaprağını döken – yarı herdem yeşil, bir cinsli – bir evcikli, rüzgârla tozlaşan odunsu bitkilerdir. Odun değeri yüksek olan meşelerin meyve ve yaprakları, hayvan yemi olarak da değerlendirilmektedir. Türkiye'de biri endemik olmak üzere, doğal olarak yetişen 17 tür, alttür ve varyeteleri ile birlikte 24 takson doğal olarak bulunmaktadır (Çağlar, 2003; Anşin ve Özkan, 2006; Yeşilöz, 2011; Öztürk, 2013; Akkemik, 2018).

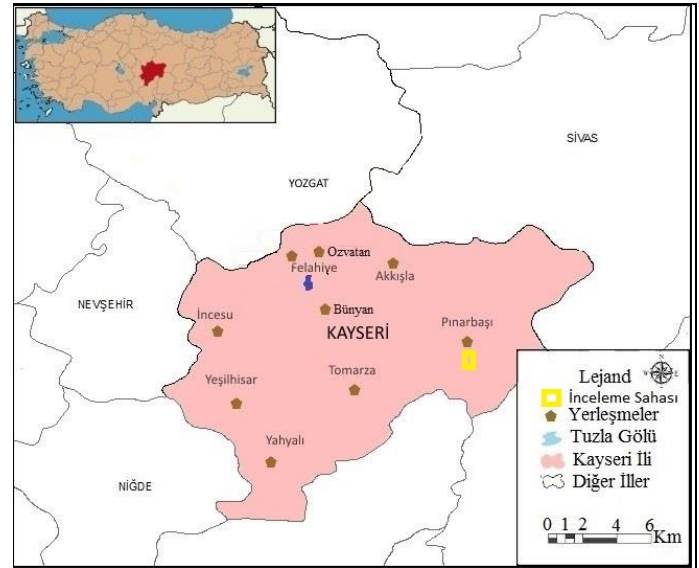
Odunlarının anatomik yapıları, meyvelerinin olgunlaşma süreleri, yaprak ve kabuk özelliklerine göre başlıca; 1) Akmeşeler, 2) Kırmızı meşeler ve 3) Herdem yeşil meşeler olmak üzere üç seksiyona ayrılan meşe cinsi içerisinde Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier), kırmızı meşeler grubunda yer alıp, 12 metreye kadar boylanabilen, yarı herdem yeşil ya da kışın yaprak döken bir taksondur. İleri yaşlarda kabuk gri ve derin çatlaklı olur. Dar yumurtamsı – mızrak biçimindeki yaprakları, 7-12 cm x 2-3 cm boyutlarında, yaprak kenarları 11-16 çift düzenli keskin dişli, dişlerin uçları kılıksız, yaprak ucu sivridir. Yaprak üst yüzü koyu yeşil ve çıplak, alt yüzü donuk yeşil ve seyrek veya sık yıldız tüylü olup, yaprak sapı 0,8-1,5 (2) cm'dir. İki yılda olgunlaşan meyvenin 2/3'si kupulanın içerisinde. Kupula yarımküre biçiminde 2-3 cm çapında, sapsız veya en çok 1 cm'ye kadar kalın saplıdır. Kupula pulları geniş üçgen – baklavamsı biçiminde, birbiri üzerine sıkıca kapanmış, bazen de uçtakiler uzamış ve dağınık halde olup, üzerleri tüylüdür. İran – Turan flora bölgesinin karakteristik bir ağacı olan Lübnan meşesi, Makedonya meşesine (*Quercus trojana* P. B. Webb.) benzemekle beraber, yaprak saplarının daha uzun ve gövde kabuklarının daha kalın ve derin çatlaklı olması ile ondan ayrılır (Zohary, 1973; Kayacık, 1981; Yaltrık, 1984). Lübnan meşesinin odunu böcek ve mantarlara karşı dayanıklı olduğu için inşaat işlerinde kullanımı tercih edilmektedir. Ayrıca, yaprak ve meyvelerinin yüksek tanen içeriğinden dolayı ilaç endüstrisi için de önemli bir doğal materyaldir ve zararlıları bitkilerden uzak tutmak için biyolojik kontrolde kullanılmaktadır (Grieve, 2013).

Lübnan meşesi, Uluslararası Doğayı Koruma Birliği'nin (IUCN) kırmızı listesinin En Az Endişe Verici (LC) kategorisinde yer almakta olup, popülasyonları sürekli azalmaktadır (Stephan, 2018; IUCN, 2020). Aynı paralelde, Çoban ve ark. (2020) tarafından türün mevcut ve gelecekteki potansiyel coğrafi dağılımını tahmin etmek için gerçekleştirdikleri MaxEnt modellemesine göre; hem mevcut hem de gelecekteki potansiyel dağılım alanlarının küresel iklim değişikliği RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre “uygun” ve “oldukça uygun” alanların azalacağını vurgulamışlardır. Ayrıca, türün otlatma baskısı altında olduğu, aşırı veya kontrolsüz-plansız otlatmanın gelecekte bu türün varlığını daha da tehdit edecek bir risk oluşturduğu Çoban ve ark. (2020) tarafından ifade edilmektedir. Bu çalışmada; Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinin 12 km güneyinde yer alan Gölcük, Yukarı Beyçayırı, Değirmen

dere arasındaki Lübnan meşesinin yeni tespit edilen yayılış sahası ve özellikleri açıklanmıştır. Sahanın kuzeyinde Şirvan dağı (2367 m), güneybatısında Avlıkkayası Tepe (2282 m), güney ve güney doğusunda ise Soğanlı dağları (2462 m) yer almaktadır. Bu sahada çalı, ağaççık ve ağaç formundaki bireyleri ile saf ve/veya diğer meşe türleri ile karışık meşcereler kuran Lübnan meşesinin, yayılış sahasının kuzeybatıdaki en uç noktası olan yeni bir yayılış bilim dünyasına tanıtılmıştır.

## 2. Yöntem

Lübnan meşesinin mevcut literatüre göre Kayseri ili İncesu ilçesine bağlı Subaşı mahallesindeki (1395 m.) yayılış ki bu yayılış, türün Anadolu diyagonalinin batısındaki ilk yayılış kaydı olduğu belirtilmektedir. Türkiye'deki yayılışın batı sınırını oluşturan Kayseri-İncesu-Subaşı köyü (Özcan ve ark., 2023) yayılış dışında İç Anadolu bölgesindeki yeni bir yayılış alanı ise yine Kayseri ili Pınarbaşı ilçesi güneyinde Yukarı Beyçayırı, Gölcük köyleri ve Değirmendere üçgeni arasında (38° 38' 8" N / 36° 25' 5" E) 2023 yılının yaz döneminde yapılan arazi çalışması esnasında tespit edilmiştir (Şekil 1). Türkiye'deki yayılış ile ilgili detaylı literatür taraması yapılmış ancak, bitkinin araştırma sahasındaki yayılış ile ilgili bir bilgiye rastlanılmamıştır. Sahadan Lübnan meşesi ve diğer türlere ait bitki örnekleri toplanmış ve teşhisleri yapılarak türün yayılış sahası karakteristikleri açıklanmaya çalışılmıştır (Şekil 2, 3 ve 4a, b, c, d, e, f, g, h)..



Şekil 1. Araştırma sahasının lokasyonu



Şekil 2. Lübnan meşesi yaprak morfolojisi





Şekil 3. Araştırma sahasının uydu görüntüsü



Şekil 4. a) Değirmendere çevresindeki meşe toplulukları, b) Gölcük köyü güneyindeki meşe tahrip sahası, c) Yukarı Beyçayırı köyü ile Gölcük köyü arasındaki meşelik sahası, d) Gölcük köyü doğu kesimindeki meşelik alan, e) Gölcük köyü kuzeyindeki meşelik, f) Değirmendere yamaçlarındaki meşelik, g) Değirmendere güneyindeki meşe tahrip sahası, h) Lübnan meşesi ağacı

### 3. Bulgular

#### 3.1 Lübnan meşesinin Dünya’da ve Türkiye’deki genel yayılışı

Türün genel coğrafi yayılış alanları; Suriye, Kuzeybatı Irak ve Batı İran’dır. Latince adını Lübnan’dan almış olmasına rağmen, Lübnan’da doğal olarak bulunduğu dair literatüre rastlanmamıştır. Türkiye’de ise Orta Torosların doğu kesiminde, Amanos dağlarında, Karasu ile Murat ırmakları arasındaki alanlarda Van gölü çevresinde, Nemrut dağında, Siirt, Şırnak, Tunceli, Bingöl, Bitlis, Muş, K. Maraş, Hatay, Adana, Malatya, Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Mardin ve Hakkari’de 700 ila 2000 m yükseltiler arasında saf ya da *Q. cerris* L., *Q. infectoria* Olivier ve *Q. brantii* Lindl. gibi türlerle karışık olarak bulunur (Zohary, 1973; Yaltırık, 1984; Atalay, 1994; Günel, 1997; Anşın ve Özkan, 2006; Çoban ve ark., 2020).

Toros dağlarının İç Anadolu’ya bakan yamaçları ile İç Anadolu steplerinin güney sınırı arasındaki sahanın karakteristik bir türü olan (Kasaplıgil, 1952) Lübnan meşesi, kışları çok uzun ve soğuk, yazları az çok yağışlı karasal iklimin hakim olduğu yerlerde ve bu iklime geçiş sahalarında yayılış göstermektedir. Bu alanlarda çoğunlukla nispeten nemli alanları tercih ettiği görülür (Günel, 1997). Doğu Anadolu Bölgesinde ise Lübnan meşesi; mazı meşesi, Anadolu palamut meşesi (*Q. ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis*), Doğu Anadolu palamut meşesi (*Q. brantii* Lindl.), saplı meşe (*Q. robur* L.) ve sapsız meşe (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) gibi elemanlar içinde en yaygın tür özelliğini taşır.

#### 3.2 Lübnan meşesinin Kayseri Pınarbaşı ilçesindeki yeni yayılış alanı

Bitkilerin yetişme ortamı şartlarından iklim başta olmak üzere, toprak ve reliyef gibi faktörler bitki örtüsünün yetişmesi ve varlığını devam ettirebilmesi için gerekli ana faktör gruplarıdır. Bu nedenle; Lübnan meşesinin Kayseri’nin Pınarbaşı ilçesinin güneyinde tespit edilen bu yeni yayılış alanının coğrafi şartları sunulmaya çalışılmıştır. Tespit edilen bu popülasyon, türün Doğu Anadolu Bölgesinden İç Anadolu’ya geçiş zonunda yer almaktadır.

#### 3.3 İklim, toprak, jeolojik ve jeomorfolojik özellikler

İnceleme alanının 12 km kuzeyinde yer alan Kayseri – Pınarbaşı (1542 m) ilçesi meteoroloji verilerine göre araştırma alanının da içinde bulunduğu kesimde karasal iklim hakimdir. Karasal iklimin özelliği kışların kar yağışlı, yazların ise sıcak ve kurak olmasıdır. Kış aylarında sıcaklık ortalaması 0°C’nin altında seyretmektedir. Yaz mevsiminde ise sıcaklık ortalamaları 20°C’nin altındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 8,3°C olarak gerçekleşmiştir. Sahada ortalama en yüksek sıcaklık yaz mevsiminde görülür. Haziran ayında maksimum sıcaklık 23,3°C, temmuz ayında 27,7°C, ağustos ayında 27,6°C’dir. Ortalama minimum sıcaklıklar ise aralıkta -5,6°C, ocakta -14,2°C, şubatta -15,6°C’dir. Yıllık en yüksek sıcaklık ortalaması 14,9°C, en düşük sıcaklık ortalaması ise 8,9°C’dir. Araştırma sahası ve çevresinde yıllık yağış ortalaması 417,5 mm’dir. Sahada en çok aralık (43 mm), mart (45,2 mm), nisan (59,9 mm)



ve mayıs (57,4 mm) aylarında yağış almaktadır. Yağışın en az olduğu aylar ise temmuz (10,7 mm), ağustos (11,7 mm) ve eylül (17,4 mm)'dür. Araştırma alanında hakim rüzgar yönü güney sektörlü olup, daha çok güney (S) yönünden esmektedir. Aylara göre hakim rüzgar yönleri incelendiğinde ise yine güney sektörlü rüzgarların etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 1) (MGM, 2020).

İnceleme alanının Thornthwaite yöntemiyle değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlara göre Pınarbaşı'nın iklim tipi CB'1sb'2 harfleri ile ifade edilen, kurak-az nemli mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim tipi ile kontinental şartlara yakın iklim tipine girer (Çizelge 2, Şekil 5).

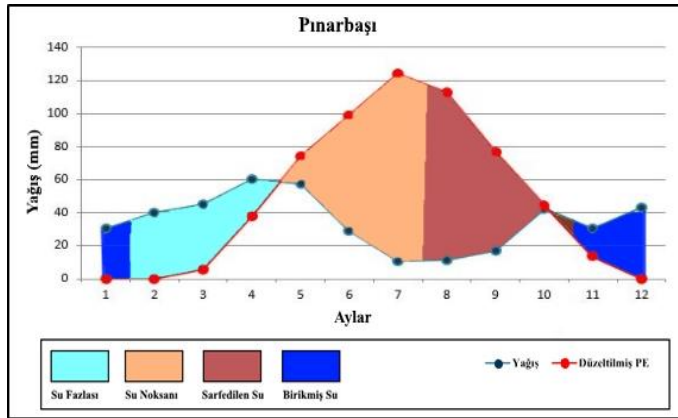
**Çizelge 1.** Kayseri-Pınarbaşı (1542 m) ilçesi meteorolojik rasat değerleri (2020)

Aylar / İklim parametresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sic. (°C)	-2,4	-2,9	1,4	7,5	12,5	16,2	19,9	19,3	15,1	9,8	3,7	-1,1	8,3
Ort. Max. (°C)	2,5	2,3	7,1	13,5	19,2	23,3	27,7	27,6	23,6	17,4	10,4	3,7	14,9
Ort. Min. (°C)	-14,2	-15,6	-4,3	-3,3	7,8	12,1	13,9	14,3	9,2	7,4	-3,8	-5,6	8,9
Ort. Yağış (mm)	30,5	39,9	45,2	59,9	57,4	29,0	10,7	11,7	17,4	42,4	30,4	43,0	417,5
Ort. Rüzgar Yönü	S	SSE	S	S	SE	S	SW	WSW	E	S	S	S	S

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

**Çizelge 2.** Thornthwaite yöntemine göre Kayseri-Pınarbaşı'nın su bilançosu

Bilanço Elemanları	AYLAR												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	-2,4	-2,9	1,4	7,5	12,5	16,2	19,9	19,3	15,1	9,8	3,7	-1,1	8,25
Sıcaklık İndisi	0	0	0,15	1,85	4	5,93	8,1	7,73	5,33	2,77	0,63	0	36,49
Düzeltilmemiş PE	0	0	5,71	34,75	60,22	79,6	99,33	96,11	73,8	46,34	16,24	0	
Güneşlenme K.	0,85	0,84	1,03	1,1	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	
Düzeltilmiş PE	0	0	5,88	38,22	74,07	98,7	124,16	112,45	76,75	44,49	13,64	0	588,36
Yağış (mm)	30,5	39,9	45,2	59,9	57,4	29	10,7	11,7	17,4	42,4	30,4	43	417,5
Depo Değişikliği	30,5	39,9	0	0	-16,67	-69,7	-13,63	0	0	0	16,76	43	
Depolama	90,26	100	100	100	83,33	13,63	0	0	0	0	16,76	59,76	
GE	0	0	5,88	38,22	74,07	98,7	24,33	11,7	17,4	42,4	13,64	0	326,34
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	99,83	100,75	59,35	2,09	0	0	262,02
Su Fazlası	0	30,16	39,32	21,68	0	0	0	0	0	0	0	0	91,16
Yüzeysel Akış	0	15,08	27,2	24,44	12,22	6,11	3,06	1,53	0,76	0,38	0,19	0	90,97
Nemlilik Oranı	30,5	39,9	6,69	0,57	-0,23	-0,71	-0,91	-0,9	-0,77	-0,05	1,23	43	118,32



**Şekil 5.** Kayseri-Pınarbaşı'nın su bilançosu

Lübnan meşesi, kışları çok uzun ve soğuk, yazları az çok yağışlı, karasal iklimin hâkim olduğu yerlerde ve bu iklime geçiş zonlarını yetiştirme ortamı olarak seçmiştir. Özellikle bu iklim şartlarının görüldüğü; Karasu-Murat ırmakları arasında, Van gölü ve çevresinde, Siirt, Hakkari çevrelerinde ve Güneydoğu Toros Dağlarının çeşitli kesimlerinde yayılış göstermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin alçak kesimlerinde step iklimi, yüksek plato düzlüklerinde ise karasal iklim hüküm sürer. Yazlar çok sıcak ve kurak, kışlar ise İç Anadolu'ya oranla daha az soğuk geçer. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde de Toros dağlarının güneye bakan yamaçlarında sıcaklık isteği yüksek boylu meşeler ve ardıçlardan (*J. communis* L., *J. excelsa* Willd.,

*J. oxycedrus* L.) oluşan kuru ormanlar görülür. Urfa-Karacadağ (1919 m), Raman dağı (1260 m), Mazıdağı (2200 m.), Diyarbakır – Mardin arasındaki yüksek tepeler, Siverek-Siirt çevreleri sıcaklık isteği yüksek, nem isteği az, kuraklığa ve düşük sıcaklıklara oldukça dayanıklı; İran palamut meşesi (*Q. brantii*), mazı meşesi (*Q. infectoria* Oliv.), tüylü meşe (*Q. pubescens* Willd.) ve Lübnan meşesinin kalıntıları halinde bulunduğu ya da ağaççık veya çalı formunda yayılış gösterdiği alanlardır (Günel, 2013).

Yükseltinin fazla olması (Pınarbaşı, 1542 m), kışların çok uzun ve soğuk, yazların ise az yağışlı geçmesine neden olan karasal iklimin hâkimiyetindeki araştırma alanında Lübnan meşesi diğer meşe türleri (*Q. petraea*, *Q. robur*, *Q. pubescens*) ve ardıçlarla (*J. communis*, *J. excelsa*, *J. oxycedrus*) karışık olarak varlığını sürdürmektedir.

İklim karakteristikleri dışında bitki örtüsü ile toprak arasındaki yakın ilişki araştırma sahasındaki toprakların özelliklerini belirlemeyi gerekli kılar. Araştırma alanında en geniş yayılışa sahip toprak tipi, zonal topraklardır. Bunların içinde sahanın kuzeyinde ve güneyinde parçalı yayılışa sahip olan topraklar, kahverengi orman topraklarıdır. Ayrıca, sahada varlık gösteren diğer topraklar, kırmızı kahverengi topraklar, kestane rengi topraklar ve kolüviyal topraklardır.

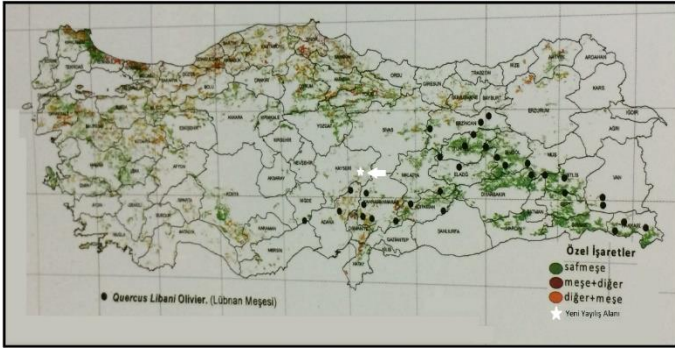
Kahverengi orman toprakları, sahada birinci derecede hâkim olan ve ülkemizde genel olarak orman vejetasyonu örtüsünün bulunduğu alanlarda gelişme gösteren, nemli – ılıman iklim bölgelerinin topraklarıdır. Bu toprak tipinin genel temsilcileri de daha çok kışın yapraklarını döken meşe (*Quercus* L.), kestane





araştırma sahası ve çevresinin kendisini doğal yolla onararak meşe ormanlarıyla tekrar sahanın kaplanması muhtemeldir. Antropojen baskının azalması ve etkin koruma onarım sürecine ivme verebilecektir. Netice itibarıyla, sahanın coğrafi şartları (iklim, toprak ve yer şekilleri) meşe türlerinden Lübnan meşesinin yetişmesi için uygun ortam oluşturmuştur.

Lübnan meşesinin kuzeybatıdaki en uç noktası olan bu yeni yayılış alanı, yukarıda coğrafi şartları açıklanan Kayseri'nin doğusunda 2023 yılı yazında arazi çalışması sırasında tespit edilmiştir. Kayseri il merkezine 90 km mesafede bulunan Pınarbaşı ilçesinin güneyinde Yukarı Beyçayırı, Gölcük köyü-Değirmendere çevresinde yeni bir yayılış alanının olduğu, araştırma sonucunda ortaya konulmuştur (38° 38' 8"N – 36° 25' 5" E). Yaklaşık 1400 metre seviyelerinde ortaya çıkan Lübnan meşesi 3-5 metre boylarında olup, münferit veya küçük topluluklar (küme, grup) halinde sahanın kuzey ve kuzeydoğu yamaçlarında 1800 m'ye kadar varlık göstermektedir. Hâkim elementin Lübnan meşesinin olduğu bu sahada diğer orman ağacı türlerinden, saplı meşe, sapsız meşe ve tüylü meşe gibi türler ve sarıçam (*P. sylvestris* L.) eşlik etmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Lübnan meşesinin Türkiye'deki yayılışı (Öztürk, 2013)

Lübnan meşesinin yayıldığı bu sahanın alt katında ise boz söğüt (*Salix cinerea* L.), karamuk (*Berberis vulgaris* L.), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.), üvez (*Sorbus aria* L.), kızılıçık (*Cornus mas* L.), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanooides* L.), gövçek (*Daphne oleoides* Schreb.), adi ardıç (*Juniperus communis* L.) ve boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) gibi türler yayılış göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Lübnan meşesi ile ilgili daha önce yapılan sınırlı sayıda çalışmada türün Türkiye'de doğal olarak, orta Torosların doğu kesiminde, Amanos dağlarında, Karasu ile Murat ırmağı arasındaki alanlarda, Van gölü çevresinde, Nemrut dağında, Siirt ve Hakkari çevreleri ile Güneydoğu Toros dağlarının çeşitli kesimlerinde diğer meşe türleri ile karışık olarak bulunduğu belirtilmektedir (Zohary, 1973; Yaltrık 1984). Türkiye'deki dikey yayılışı 700-2000 metreler arasında değişiklik göstermektedir. Ayrıca, Kahramanmaraş'ın kuzeydoğusunda Engizek dağı (2815 m) batı kesimlerinde, Esas yayılış alanı Doğu Anadolu bölgesidir (Atalay, 1987). Bu araştırmaya konu olan Lübnan meşesinin mevcut literatüre göre sadece Kayseri'nin İncesu ilçesine bağlı Subaşı mahallesinde varlığından bahsedilmesine rağmen (Özcan ve ark., 2023) 2023 yazında tarafımızdan yapılan arazi çalışmasıyla türün, Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinin güneyinde yer alan Yukarı

Beyçayırı, Gölcük köyü ile Değirmendere arasındaki tepelik alanlarda da parçalı bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu alanlardaki bitki örtüsünün özellikle tepelerin düzlüklere ulaştığı kesimler ve yol kenarları ile yerleşim yerleri ve çevrelerinde yoğun tahribata maruz kalmıştır. Bu çalışma ile Lübnan meşesinin Kayseri'deki varlığının sadece İncesu ilçesiyle sınırlı olmadığı, tahripten kurtulduğu Pınarbaşı ilçesinde de hala varlık gösterdiği tespit edilmiştir. Devamlı tahripler nedeniyle Lübnan meşesi bireyleri, Anadolu'nun diğer birçok yayılış yerlerinde olduğu gibi araştırma sahasında da cılızlaşmış ve boylarının 3-5 metre olduğu ağaççık formundadır. Bununla beraber, antropojen etkinin önemini yitirdiği kesimlerde Lübnan meşesi bireyleri ağaç formunda orman haline dönüşebilmektedir. Sahadaki ağaçların çok parçalı ve grup-küme halinde bulunması, tahribin halen devam ettiğini göstermektedir. Hâkim elemanını Lübnan meşesinin oluşturduğu Kayseri-Pınarbaşı yöresindeki bu yeni yayılış alanında Lübnan meşesi ve türe eşlik eden diğer bitki elemanlarının dağılışı açıklanmaya çalışılarak, Lübnan meşesinin Türkiye'deki doğal yayılış alanlarına ilişkin bilgilere katkıda bulunulmuştur.

#### Teşekkür

Türün teşhisini gerçekleştiren Gazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hayri DUMAN'a teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Akkemik, Ü., 2018. Türkiye'nin doğal – egzotik ağaç ve çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yay. S. 352, Ankara.
- Alptekin, Ü., Tilki, F., 2003. Türkiye'de bazı Lübnan meşesi (*Quercus libani* olivier) orjinlerinin tohum ve çimlenme nitelikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Derg. Seri A, Cilt 53, Sayı 1, İstanbul.
- Anşın, R., Özkan, C., 2006. Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunu taksonları. K.T.Ü, Orman Fak. 167, s.19, Trabzon.
- Atalay, İ., (1987). Sedir (*Cedrus libani* A.Rich) ormanlarının yayılış gösterdiği alanlar ve yakın çevresinin genel olarak ekolojik özellikleri ve sedir tohum transfer rejyonlaması. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No. 663/61, Ankara.
- Atalay, İ., 1994. Türkiye vejetasyon coğrafyası. Ege Üniversitesi Basımevi, s.226-229, İzmir.
- Aydınözü, D., Çoban, A., Tunç, H., 2017. Tüylü Meşe'nin (*Quercus pubescens*) Türkiye'de yeni bir yayılış alanı: Elmalı Dağı (Kayseri). Doğu Coğrafya Dergisi, Yıl: 22, Sayı:37. Erzurum.
- Aydınözü, D., Çoban, A., Tunç, H., 2019. Kuru orman elemanı olarak *Quercus pubescens*'in Kayseri ve çevresindeki yeni yayılış alanı: Felahiye. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt 12, Sayı, 64.
- Çağlar, Y., 2003. Dendroloji (ağaçbilim) ve orman ekolojisi "okulu" ders notları. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Yayın No:13, Ankara.
- Çalıkoğlu, M., Tilki, F., 2004. Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier) ve Macar meşesi (*Q. frainetto* Ten.) fidanlarında kurak dönemdeki transpirasyon analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Derg. Seri A, Cilt 54, Sayı 1. İstanbul.

- Çoban, H.O., Örucü, Ö.K., Arslan, E.S., 2020. MaxEnt modeling for predicting the current and future potential geographical distribution of *Quercus libani* Olivier. Sustainability 12, 2671; doi:10.3390/su12072671
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 7, Edinburgh.
- Günel, N., 1997. Türkiye’de başlıca ağaç türlerinin coğrafi yayılışları, ekolojik ve floristik özellikleri. Çantay Kitapevi, s. 94-96, İstanbul.
- Günel, N., 2013. Türkiye’de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Yıl V, Sayı 1, İstanbul.
- Grieve, M.A., 2013. Modern Herbal; Courier Corporation: Chelmsford, MA, USA, Vol. 2.
- IUCN, 2020. The IUCN red list of threatened species. Available online:  
<https://www.iucnredlist.org/species/194187/2303417>  
(Erişim tarihi: 25/04/2024).
- Kasaplıgil, B., 1952. Türkiye’de Akdeniz iklim tipinin hakim olduğu bölgelerde orman vejetasyonu. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt II, Sayı 2, İstanbul.
- Kayacık, H., 1977. Türkiye’de meşe ormanlarına toplu bir bakış ve bunların geleceği hakkında düşünceleri. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Cilt 27, Sayı:2, İstanbul.
- Kayacık, H. 1981. Orman ve park ağaçlarının özel sistematığı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 2766/287, İstanbul.
- KHGM, 1996. Kayseri ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) Yayınları (1996) Ankara.
- MGM, 2020. Kayseri-Pınarbaşı ilçesi meteorolojik rasat değerleri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özcan, A.U., Çiçek, K., Gülçin, D., Tuttu, G., Varlı, A., 2023. İç Anadolu kalıntı ormanlarının ekolojik bağlantısının devre modeli/ekolojik niş modeli/gelecek iklim senaryoları ile belirlenmesi. Proje No: 121Y572 Nolu Proje Gelişme Raporu, Mayıs-2023 (Yayınlanmamış), Ankara.
- Öztürk, S., 2013. Türkiye meşeleri teşhis ve tanı kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, s. 188 – 192, Ankara.
- Stephan, J., 2018. The IUCN red list of threatened Species 2018. E.T194187A2303417, 11 September 2018.
- Toprak Su Genel Müdürlüğü, 1974. Kızılırmak Havzası Toprakları. Toprak su Müdürlüğü Yayını 286, Ankara.
- URL1, 2024. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> ; Erişim tarihi: 18.05.2024
- URL2, 2024. <https://atlas.harita.gov.tr/#12/38.71302/36.4369> ; Erişim tarihi: 15.04.2024
- Yaltırık, F., 1984. Türkiye meşeleri teşhis kılavuzu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Yeşilöz, F., 2011. *Quercus pubescens* Willd. bitkisi üzerinde fitoterapötik araştırmalar. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enst. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 13-14, Ankara.
- Zohary, M., 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Vol. I, II, Stuttgart. Apak, G., Ubay, B., 2007. *First national communication of Turkey on climate change*. Retrieved from:<http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/Publications/EnvSust/iklim1.bildirimi-27ocak2007.pdf>.



## Depolanmış Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında bazı kaplama işlemlerinin tohum nemi ve elektriksel iletkenlik üzerine etkisi

şeyma Selin Akın<sup>1</sup>, Sezgin Ayan<sup>2</sup>\*

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Ormanlık Programı, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:04/05/2024

Kabul Tarihi: 02/07/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1478588>

\* Sorumlu yazar:

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

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

**Giriş ve Hedefler** Tohumlarda yaşlanma ile birlikte canlılık ve gücün azalmasına neden olan en önemli faktörden ikisi tohum nemi ve sıcaklıktır. Bununla birlikte; tohumlar her ne kadar uygun sıcaklık ve nem koşullarında depolansalar da zamana bağlı olarak yaşlanmaktadırlar. Hücre membranlarının bozulması, tohumlarda yaşlanmayı açıklayan bir başka önemli hipotezdir ve yaşlanma esnasında tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinde (EC) meydana gelen

artışlar olarak ölçülebilmektedir. Daha çok zirai tohumlarda ve gıda endüstrisinde gıdalarda depo ve raf ömrünü uzatmak için biyolojik tabanlı kaplamalar uygulanmaktadır. Bunlardan biri olan kitosan, meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak, serbest radikalleri söndürerek veya metal iyonlarını bağlayarak antioksidan aktivite göstermektedir. Ayrıca, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engellemek ve lipit oto-oksidasyonunu ve gıda bozulmasını önlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Doğal bir antioksidan ve anti-bakteriyel kaynak olarak olan propolis ise antimikrobiyal, antifungal, antioksidatif veya anti-bakteriyel özeliği ile meyve ve sebzelerin depo ömrünü uzatmada oldukça etkili olmaktadır.

**Yöntemler** Bu çalışmada; Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolama boyunca meydana gelen zamana bağlı yaşlanma etkilerinin geciktirilmesinde farklı kaplama uygulamalarının (kitosan, kitosan+BHT+BHA, kitosan+propolis) tohum nemi ve EC üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda ön işlem yapılan tohumlar 16 ay boyunca depolanmıştır.

**Bulgular** Çalışmada ön işlem yapıp, depolanan tohumlarda bütün faktörlerin tekli, ikili ve üçlü etkileşimlerinin hem tohum nemi hem de EC üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkileri tespit edilmiştir. İlk dört ay sonunda yapılan bütün uygulamaların tohum EC değerini ve nem içeriğini önemli ölçüde düşürmüştür.

**Sonuçlar** Kısa süreli depolamada kaplama materyali olarak kitosan kullanımı önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kitosan, kaplama, propolis, tohum, yaşlanma

## The effect of some coating processes on seed moisture and electrical conductivity in stored Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.) seeds

### ABSTRACT

**Background and aims** Two of the most important factors that cause the vitality and vigor of seeds to decrease with aging are seed moisture and temperature. However, even if the seeds are stored at appropriate temperature and humidity, they age over time. Deterioration of cell membranes is another important hypothesis explaining aging in seeds and can be measured as increases in the electrical conductivity of substances leaking from the seed during aging. Biological-based coatings are mostly applied to seeds in the agricultural field and to foods in the food industry to extend their storage and shelf life. Chitosan, one of them, shows antioxidant activity by prolonging the post-harvest life of fruits and vegetables, promoting plant growth, quenching free radicals or binding metal ions. In addition, synthetic antioxidants such as butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA) are frequently used to inhibit the formation of free radicals and prevent lipid auto-oxidation and food spoilage. Propolis, perceived as a natural antioxidant and antibacterial source, is very effective in extending the storage life of fruits and vegetables thanks to its antimicrobial, antifungal, antioxidative or antibacterial properties.

**Methods** In this study, the effects of different coating applications on seed moisture and EC in delaying the time-dependent aging effects that occur during storage in oriental beech (*Fagus orientalis* L.) seeds, which are in the recalcitrant seed group, are investigated. In this context, pre-treated seeds were stored for 16 months.

**Results** In the study, single, double and triple interactions of all factors had statistically significant effects on both moisture value and EC value in pre-treated and stored seeds. It was determined that all applications, especially after 4 months, significantly reduced the seed EC value and moisture content.

**Conclusions** It is recommended to use chitosan as a coating material for short-term storage.

**Key Words:** Chitosan, coating, propolis, seed, aging

*Bu makaleye atıf:*

Akın, ř.S., Ayan, S., 2024. Depolanmış Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında bazı kaplama işlemlerinin tohum nemi ve elektriksel iletkenlik üzerine etkisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 110-118.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.



## 1. Giriş

Rekalsitran, intermediate ve ortodoks olarak sınıflandırılmakta olan tohumların ömrünü belirleyen önemli faktörler su içeriği, sıcaklık ve bağıl nemdir (Roberts, 1973; Bonner, 1990). Rekalsitran tohumlar, hasattan önce ve sonra kurumaya duyarlıdır ve nemli koşullarda bile hasat sonrası ömürleri çok sınırlıdır. Bu nedenle uygun koşullar altında muhafaza edilmeleri gerekmektedir. Ayrıca, optimum nem koşullarında depolansalar bile, tohumlar nispeten kısa bir süre içinde, bazı durumlarda birkaç hafta kadar kısa bir süre içinde, canlılıklarını kaybedebilmektedirler (Farrant vd., 1986). Bununla birlikte rekalsitran tohumlar sahip oldukları yüksek su içeriği ve yüksek su aktivitesini dolayısıyla ile bünyelerinde suyun camısı geçiş özelliğine sahiptirler. Tohumlarda hücre içi suyun donmasıyla "camsı form" adı verilen bu özellik meydana gelmekte ve bu durum sonrasında camısı form hücelere zarar vererek tohumun ölmesine neden olmaktadır (Hamid, 2015). Canlılığı korumak için tohumların nem muhteviyatının düşürülmesi ve soğutulması gerekir. Geleneksel dondurucu sıcaklıklarında (-20 °C), ortodoks tohumların camısı yapı içinde olduğunu, ancak intermediate ve rekalsitran tohumların camısı yapı içinde olabilmesi ve buz oluşumunu önlemek için sıvı nitrojen ile uygun sıcaklıklarına hızla soğutulması gerekmektedir (URL1, 2024). Bu kapsamda rekalsitran tohumlarla ilgili genel bir görüş olarak, hidratlı durumda metabolik olarak aktif oldukları ve depolamada çimlenmeyle ilişkili değişikliklere uğradıkları yönündedir (Berjak, vd., 1992).

Tohumlarda yaşlanma, zamana bağlı olarak oluşan ve canlılık kaybına yol ačan fizyolojik, biyokimyasal ve sitolojik değişimlerin tamamını kapsayan bir süreçtir. Yaşlanmanın nedenleri olarak çok sayıda hipotez ileri sürülmüştür (Demirkaya ve Sivritepe, 2011). Bu nedenler arasında hücre membranlarında bulunan yađ asitleri bileşiminin değişmesi ve peroksidasyonu, hücre membranlarının yapılarının bozulması ve artan geçirgenlik, tohumda bulunan enzimlerin yapılarının değişmesi ve aktivitesinin düşmesi, genetik materyalde meydana gelen mutasyonlar ile toksik bileşiklerin birikmesi sayılabilir (Coolbear, 1995; Bradford ve Bewley, 2002). Yařlanmaya neden olan hipotezler içerisinde en çok kabul görenlerden biri de, yüksek neme yüksek sıcaklığın eşlik ettiği durumlarda oksijen içeriğindeki artış ile birlikte depolanan tohumlarda meydana gelen pek çok serbest radikal türevlerinin membranlarda bulunan fosfolipitleri oksitleyerek hücre membranlarının yapısını bozmasıdır (Shaban, 2013; Köklü, 2016). Depolama sırasında doğal yaşlanmaya bağlı olarak tohumda meydana gelen değişiklikler depolama sırasında tohumun bozulmasına neden olarak hem depo ömrünü kısaltmakta hem de depo sonrası canlılık ve güç kayıplarına yol açmaktadır.

Biyolojik tabanlı doğal kaplama materyallerinden biri olan kitosan, genellikle kabuklu deniz hayvanlarının dış iskeletinden veya bazı mikroorganizmaların ve mantarların hücre duvarından elde edilmektedir. Kitosan bazlı kaplamalar, farklı meyve türleri için daha yavaş solunum hızları, uzun depolama süreleri ve kontrollü mikrobiyal büyüme gibi fonksiyonel avantajlara sahip olan en iyi yenilebilir ve biyolojik tabanlı koruyucu kaplamalar olarak kabul edilmektedir (Fan vd., 2009; Petriccione vd., 2015). Ayrıca kitosan, bitki büyümesini teşvik etmek için etkili bir biyo-uyarıcı olup, tohumlarda plazma zarının geçirgenliğini

değiştirmektedir. Kitosan bir çeşit antioksidatif özelliğe sahiptir ve bitki hücrelerinin antioksidan havuzunu güçlendirerek ROT'un temizleyicisi olarak hareket edebilir (Guan vd., 2009). Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engellemek ve lipit oto-oksidasyonunu ve gıda bozulmasını önlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte sentetik antioksidanlar, yüksek yağ içeren gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında iyi bir stabilite göstermektedir (Pereira vd., 2011; Tang vd., 2001). Lipit oksidasyonu oto kataliktir ve serbest radikalleri içeren bir zincir reaksiyonları kompleksi olarak ilerlemektedir. BHT ve BHA, bir serbest radikal temizleyicisi olarak, bunları sonlandırarak bozulmayı önlemektedir (Babich, 1982). Doğal bir antioksidan ve anti bakteriyel kaynak olarak algılanan propolis, bal arıları tarafından bitkisel kaynaklardan elde edilmektedir. En önemli antioksidan gruplardan olan flavonoidler, propolis içeriğinin yaklaşık %50'sini oluşurmaktadır. Propolisin fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra özellikle doğrudan kullanımı yerine film tabakası oluşturacak karışımlarla raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte doğrudan kullanımında reçineli ve acı tat özelliğine sahip olduğu için özellikle gıda endüstrisinde tercih edilmemektedir (Bankova, 2005; Ucak vd., 2020).

Bu çalışmada özellikle kısa ömürlü olan Dođu kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolamada yaşanan bu sorunları en aza indirgeyerek, ekonomik ve ekolojik anlamda sürdürülebilirlik sağlanması amaçlanmaktadır. Özellikle kayın tohumu diğer türlerin tohumlarına kıyasla kurutma ve depolama koşullarına karşı daha fazla duyarlılıkla karakterize edildiğinden bu çalışmada dođu kayını tohumları seçilmiştir. Bununla birlikte; dođu kayınında diğer ađaç türlerine göre zengin-bol tohum yılları daha seyrek olmakta (Genç, 2006) ve bu durum, bu tür için depolamanın ve depolama sırasında meydana gelen canlılık kayıplarının iyileştirilmesini daha da önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda çalışmada; kitosan, kitosan + BHT (Bütillenmiř Hidroksitoluen) + BHA (Bütillenmiř Hidroksianisol) ve kitosan + propolis gibi kaplama materyalleri ile ön işlem Dođu kayını tohumlarına uygulanarak 16 ay boyunca depolanan tohumlarda nem ve elektriksel iletkenlik (EC) değerindeki değişimler belirlenmiş ve bu değişimlere yol ačan olumsuz etkenlerin geciktirilmesinde farklı uygulamaların etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışmada Sinop-Zindan orijinli bol tohum yılında (Ekim-Kasım 2020) toplanan Doğu kayını tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Tohumlar Sinop-Türkeli Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Zindan İşletme Şefliğinden temin edilmiştir. Tohum temini sonrası tohumlar titizlikle temizlenmiş ve vakumlu poşetlerde -20 °C'de analize kadar muhafaza edilmiştir. Tohum kaynağına ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Doğu Kayını tohum kaynağına ait bilgiler

Bölge	Sinop
İşletme	Türkeli
Şeflik	Zindan
Meşcere	Knd <sub>3</sub>
Rakım	1200
Bakı	Güneydoğu
Toplanma Zamanı	Ekim-Kasım 2020
Koordinatlar	X / 613833 Y / 4627848

## 2.2 Yöntem

Çalışmada özellikle kurumaya ve depolamaya hassas olan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolama sırasında (uygun sıcaklık ve nemde) meydana gelen doğal yaşlanma etkisinin belirlenmesinde bir parametre olarak değerlendirilen EC analizleri ile tohum bozulmasında önemli bir kriter olarak ele alınan nem analizleri gerçekleştirilmiştir (Köklü,2016; Karaca,2020).

Doğu kayını tohumları yapısal özellikleri nedeniyle depolamada çabuk bozulma özelliği gösterdiği için depo ömrü uzatıcı uygulamalar olan kaplama işlemleri tercih edilmiştir. Bu kapsamda canlılık ölçümünde dolaylı yöntem olan elektriksel iletkenlik kullanılmıştır. Tohumun geç çimlenme özelliği ve yaşlanma durumu dikkate alınarak doğrudan canlılık testi olan çimlenme tercih edilmemiştir. Kaplama sonrası +4 °C'de depolanan tohumlar 4 aylık periyotlarda 16 ay boyunca izlenerek, analize alınmıştır.

### 2.2.1 Nem tayini

Nem tayini, ISTA (1993)'e göre gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda tohumlar öğütüldükten sonra 5 g örnek tartılarak üç tekrarlı olacak şekilde önceden kurutularak darası alınmış

**Çizelge 2.** Kaplama işlemlerinde kullanılan uygulama materyalleri ve dozları

Doz No	Kitosan	Kitosan + BHT+BHA	Kitosan+Propolis
1	%0,25	%0,25+100 ppm+200 ppm	%0,25 + %10
2	%0,50	%0,50+100 ppm+200 ppm	%0,50+ %10
3	%0,75	%0,75+100 ppm+200 ppm	%0,75+ %10

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel kökenli yağlarda ve hayvansal ürünlerde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri lipit peroksidasyonudur. Doymamış yağ asitlerince zengin olan Doğu kayını tohumlarının sahip olduğu bu özellikler depolamayı ve uzun süre muhafazayı kısıtlamaktadır (Yılmaz, 2008). Bu tür bozulmaları önlemek amacı ile daha önceleri yaygın olarak gıda katkı maddeleri olarak kullanılan bu sentetik antioksidanların (Arslan, 2011; Karre, 2009) Doğu kayını tohumlarında depolama süresini uzatıcı etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sebeple; sinerjik etkilerinden dolayı BHT ve BHA'nın ikili kullanımı tercih edilmiştir. Doz belirlemede, bazı yerel ve kırsal bölgelerde alternatif tıp kapsamında kullanılması ile bazı bebek mamalarında gıda katkı maddesi olarak yer verilmesi nedeni ile Türk Gıda Kodeksi'nce belirlenen azami değerler kullanılmıştır (Büyükyılmaz, 2018).

kaplara konularak 105 °C'lik etüvde 17 saat tutulduktan sonra desikatöre alınmış ve kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır. Rutubet kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Tohum Nemi (\%)} = \frac{(\text{Başlangıç örnek ağırlığı} - \text{Kurutmadan sonraki örnek ağırlığı})}{\text{Başlangıç örnek ağırlığı}} \times 100$$

### 2.2.2 Elektriksel iletkenlik tayini (EC)

Tohumlarda bulunan membranların yapısal bütünlüğünü ölçmek amacıyla her bir tohum partisinden 3 x 50 adet tohum, 0.0001g hassasiyetli analitik terazide tartıldıktan sonra, içerisinde 250 ml saf su bulunan (EC <5 µS/cm) beherler içine konulmuş ve ağzı parafilm ile kapatılmıştır. İçinde tohum bulunan beherler 24 saat 20°C'de bekletildikten sonra suyun elektriksel iletkenlik değeri kondüktivimetre ile ölçülmüştür. Her bir tekrerrün okuma değerinden saf su okuma değeri çıkarıldıktan sonra, tohum ağırlığına bölünmüş ve elektriksel iletkenlik değeri µS cm<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (ISTA, 2009).

### 2.2.3 Tohumlarında kaplama işlemleri

Tohumlarda; i) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75), ii) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75) + BHT (100 ppm) + BHA (200 ppm) ve iii) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75) + Propolis (%10) olarak farklı doz ve kaplama materyalleri ile uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Sinerjik etkilerinden dolayı BHT ve BHA'nın birlikte kullanımı tercih edilmiştir. Kaplanan tohumlar orijinal nem seviyesine ulaştıktan sonra cam kavanozlarda hava geçirmeyen kaplarda +4 °C'de analiz süresine kadar depolanmıştır. Bu süre boyunca kaplama tarihinden sonraki her 4 aylık periyotta tohumların analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.4 Çözelti hazırlama

Sigma-Aldrich marka düşük molekül ağırlıklı %75-85 deasetilasyon derecesine sahip kitosan kullanılmıştır. %0,25, %0,50 ve %0,75'lik konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. Tohumlar kaplama işlemi için yapılan ön denemeler ve literatür bilgilerine dayanarak 6 saat ön işleme tabi tutulmuştur. Tohumlar ilk olarak %1'lik Sodyum Hipoklorit çözeltisinde 3 dakika bekletilmiş ve yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Daha sonra saf su ile üç kez yıkanmıştır. Orijinal nem seviyelerine gelmeleri için oda koşullarında bekletilmiştir (Yao ve Tian, 2005). Tohumlar kaplama işlemi sonrası orijinal nem seviyelerine kadar kurutulmuş ve ardından biyokimyasal analizler için +4°C'de muhafaza edilmiştir (Guan vd., 2009).

Hazırlanan kitosan bazlı çözeltilere 100 ppm BHT ve 200 ppm BHA eklenmiştir (Arı,2016; Büyükyılmaz, 2018).

Hazırlanan kitosan bazlı çözeltilere %10'luk hazırlanan propolis etanolik ekstraktından %5 olacak şekilde ilave edilmiş

ve karışım tamamen çözünene kadar ısı verilmeden magnetik karıştırıcıda karanlıkta bekletilmiştir (Silva-Castro vd., 2018; Yılmaz, 2019; Çoban, 2021). Uygulamada %70'lik etanolde ekstrakte edilen ham propolis kullanılmıştır. 10 gr propolis 107,3 mL %70'lik etanolde 2 saat 37 °C'de çalkalanmıştır. Beş gün maserasyona bırakılmış ara ara dibe çökmemesi adına karıştırılmıştır. Beş gün sonunda ultrasonik banyoda 2 saat tutulmuş ve alüminyum kaplı kaplarda süzülüp çözelti katkı maddesi elde edilmiştir (Şenol Yazkan, 2022). Solüsyonlarla tohum uygulamaları yapılan tohum grupları orijinal nem seviyelerine kadar kurutulmuş ve ardından +4°C'de depolanmıştır. Bu kapsamda kaplar ilk olarak sterilize edilmiş ve hemen akabinde depolama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 2.3 İstatistiki değerlendirme

Tohumlara ait nem ve EC değerleri veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22.0 istatistik analiz programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılışı uygunluğu Shapiro-Wilk, verilerin homojenliği Levene Homojenlik testleri ile test edilmiş olup, verilerin homojen ve normal dağılışı uyumluluk sağladığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir. Farklı işlemlere ait ortalamaların karşılaştırılmasında Varyans Analizlerinden (ANOVA) yararlanılmıştır. Varyans analizi ile farklılıkların tespit edilmesi durumunda işlemler arasındaki grupları belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Tohum nem içeriği

Farklı kaplama uygulamaları sonrasında 4, 8, 12 ve 16 aylık depolama süreleri sonunda Doğu kayını tohumlarına ait nem içerikleri ile depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının nem üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde; Doğu kayını tohumlarının nem içeriği üzerinde depolama süresinin, uygulamaların ve uygulama dozlarının istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Tohumların tedarik edildiği an itibarıyla ölçülen başlangıç nem değeri %8,026 olarak tespit edilmiştir. Kaplama uygulamaları sonrası soğuk hava deposunda (+4 °C'de) depolanan tohumlarda 8. ayda diğer aylara göre daha yüksek (7,110±0,5) nem içeriği belirlenmiştir. Farklı kaplama uygulamalarının nem üzerine etkisinde ise kontrol grubu nem içeriğinin (6,539±0,84) diğer tüm uygulamalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının nem üzerine etkisinde de kontrol grubu tohumların nem oranı (6,539±0,84) diğer dozlara göre daha yüksektir.

**Çizelge 3.** Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının nem içeriğine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Nem (%)
Başlangıç Değeri*	8,026±0,22
4	5,199±0,68 <sup>d</sup>
8	7,110±0,5 <sup>a</sup>
12	5,955±0,53 <sup>c</sup>
16	6,447±0,64 <sup>b</sup>
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	354,722
Uygulamalar	Nem (%)
Kontrol	6,539±0,84 <sup>a</sup>
Kitosan	6,153±0,68 <sup>b</sup>
Kitosan+BHT+BHA	6,269±1,1 <sup>b</sup>
Kitosan+Propolis	5,982±0,88 <sup>c</sup>
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	12,33
Uygulama Dozları	Nem (%)
Kontrol	6,539±0,84 <sup>a</sup>
1	6,167±0,92 <sup>b</sup>
2	6,037±0,96 <sup>c</sup>
3	6,209±0,88 <sup>b</sup>
<i>p</i>	0,013
<i>F</i>	4,583

\* Tohum tedarik edildiğinde tespit edilen nem değeri %8,026 olup, bu değer istatistik analize dahil edilmemiştir.

\*\*1. doz: Uygulamaların en düşük, 2. doz: Uygulamaların orta, 3. doz: Uygulamaların en yüksek dozunu ifade etmektedir.

\*\*\*a, b gibi harfler çoklu istatistik test sonucu belirlenen homojen grupları göstermektedir.

Depolama süresi, uygulama ve dozların tohum nem içeriği üzerine etkisi Çizelge 4'te verilmiştir. Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve dozlarının üçlü etkileşimleri tohum nem miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yaptığı saptanmıştır. Sekiz ay sonundaki kontrol nem miktarı (7,68±0,03), Kitosan + Propolis uygulamasının 1. dozu (7,72±0,16) ve 16. ay Kitosan+BHT+BHA uygulamasının 3. dozu (7,65±0,56) nem içeriği diğerlerine göre en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Depolama süresi, kaplama uygulaması ve doz üçlü etkileşiminin nem içeriğine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Uygulama	Doz	Nem (%)	
4	Kontrol	0	6,47±0,08 <sup>f</sup>	
		1	5,75±0,28 <sup>i+</sup>	
		2	5,29±0,12 <sup>i+</sup>	
	Kitosan	2	5,29±0,12 <sup>i+</sup>	
		3	5,77±0,23 <sup>i+</sup>	
		1	4,28±0,38 <sup>i+</sup>	
	Kitosan+BHT+BHA	2	4,27±0,37 <sup>i+</sup>	
		3	5±0,18 <sup>i+</sup>	
		1	5,3±0,04 <sup>i+</sup>	
Kitosan+Propolis	2	4,94±0,3 <sup>i+</sup>		
	3	4,93±0,17 <sup>i+</sup>		
	8	Kontrol	0	7,68±0,03 <sup>a</sup>
1			7,26±0,02bcd	
2			7,22±0,01bcd	
Kitosan		3	6,5±0,04 <sup>f</sup>	
		1	6,23±0,04 <sup>fg</sup>	
		2	7,36±0,11 <sup>abc</sup>	
Kitosan+BHT+BHA		3	7,04±0,38 <sup>cd</sup>	
		1	7,72±0,16 <sup>a</sup>	
		2	7,44±0,11 <sup>ab</sup>	
Kitosan+Propolis	3	6,48±0,05 <sup>f</sup>		
	12	Kontrol	0	5,4±0,16 <sup>i+</sup>
			1	5,36±0,1 <sup>i+</sup>
2			5,71±0,21 <sup>i+</sup>	
Kitosan		3	6,22±0,11 <sup>fg</sup>	
		1	6,97±0,13 <sup>de</sup>	
		2	6,37±0,01 <sup>gh</sup>	
Kitosan+BHT+BHA		3	6,41±0,16 <sup>fg</sup>	
		1	5,97±0,09 <sup>hi+</sup>	
		2	5,47±0,09 <sup>i+</sup>	
Kitosan+Propolis	3	5,61±0,22 <sup>i+</sup>		
	16	Kontrol	0	6,61±0,02 <sup>ef</sup>
			1	6,2±0,04 <sup>fg</sup>
2			6,02±0,14 <sup>ghi</sup>	
Kitosan		3	6,95±0,4 <sup>de</sup>	
		1	6,6±0,12 <sup>ef</sup>	
		2	6,28±0,09 <sup>gh</sup>	
Kitosan+BHT+BHA		3	7,65±0,56 <sup>a</sup>	
		1	6,37±0,33 <sup>gh</sup>	
		2	6,06±0,02 <sup>ghi</sup>	
Kitosan+Propolis	3	5,49±0,22 <sup>i+</sup>		
	<i>p</i>		<0,001	
	<i>F</i>		10,686	

\*a, b gibi harfler çoklu istatistik test sonucu belirlenen homojen grupları göstermektedir.

### 3.2 Elektriksel iletkenlik (EC) değeri

Doğru kayını tohumlarında depolama süresi, kaplama uygulamaları ile uygulama dozlarının EC üzerine etkisi Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5.** Depolama süresi, kaplama uygulaması ve dozların EC üzerine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	EC (( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ )
Başlangıç Değeri*	165,35±2,45
4	940,7±185,1 <sup>c</sup>
8	1118,5±173,5 <sup>b</sup>
12	1126,7±183 <sup>b</sup>
16	1844,9±254,3 <sup>a</sup>
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	195,71
Uygulamalar	EC (( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ )
Kontrol	1305,5±338,2 <sup>ab</sup>
Kitosan	1153,8±398,2 <sup>c</sup>
Kitosan+BHT+BHA	1231,4±417,4 <sup>bc</sup>
Kitosan+Propolis	1363,4±392,7 <sup>a</sup>
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	19,825
Uygulama Dozları	EC (( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ )
Kontrol	1305,5±338,2 <sup>a</sup>
1	1189,5±338,4 <sup>b</sup>
2	1293,1±426,9 <sup>a</sup>
3	1274,5±455,9 <sup>a</sup>
<i>p</i>	0,013
<i>F</i>	4,583

\*Başlangıç değeri istatistiksel analiz verileri içinde değerlendirilmemiştir.

\*a, b; gibi farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik farklılık vardır.

Çizelge 5'ten de görüleceği üzere; tohum depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının EC üzerinde istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi artışına bağlı olarak tohum EC değerlerinde de artış görülmektedir. Bu kapsamda 4 ay EC değerinin (940,7 ( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ±185,1) diğer depolama sürelerine kıyasla daha düşük, 16 ay EC değerinin ise en yüksek (1844,9 ( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ±254,3) olduğu belirlenmiştir. Kapsama uygulamalarının EC üzerine etkisi irdelendiğinde, Kitosan uygulamasının kontrole (1305,5 ( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ±338,2) göre daha düşük EC değerine (1153,8 ( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ±398,2) sahip olduğu görülmektedir. Dozların EC üzerine etkisinde ise; istatistiksel olarak uygulamaların 1. dozunun kontrol ve diğer dozlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kapsama uygulamaları ve dozların ikili etkileşimlerinin EC üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı etkisi olmadığı görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 6 incelendiğinde; 16. ay kontrol grubu tohumlarının EC değerinin (1692 ( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ± 298) diğer depolama sürelerine göre istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksek çıktığı görülmektedir. Kontrol grubu tohumlarında özellikle 8 aylık depolama sonrasında (1027( $\mu$ s/cm) $g^{-1}$ ± 66) EC değerinde önemli bir düşüş olduğu belirlenmiştir. İlk 4 ay depolama sonunda yapılan tüm uygulamaların kontrol grubuna göre EC değerini düşürdüğü görülmektedir. Ayrıca, 12 ay depolanan doğru kayını tohumlarında tüm dozlarda uygulanan kitosan uygulamasının kontrole göre EC değerini önemli oranda düşürmüştür.

**Çizelge 6.** Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve dozlarının üçlü etkileşiminin EC üzerine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Uygulama	Doz	EC ((µs/cm)g <sup>-1</sup> )
4	Kontrol	0	1285±418 <sup>defg</sup>
		1	863±66 <sup>i+</sup>
		3	819±103 <sup>i+</sup>
	Kitosan	2	819±103 <sup>i+</sup>
		3	968±128 <sup>i+</sup>
		1	829±82 <sup>i+</sup>
	Kitosan+BHT+BHA	2	1023±49 <sup>hi+</sup>
		3	910±67 <sup>i+</sup>
		1	890±161 <sup>i+</sup>
Kitosan+Propolis	2	882±59 <sup>i+</sup>	
	3	957±56 <sup>i+</sup>	
	8	Kontrol	0
1			1123±26 <sup>fghi+</sup>
3			996±90 <sup>hi+</sup>
Kitosan		2	996±90 <sup>hi+</sup>
		3	848±117 <sup>i+</sup>
		1	1075±53 <sup>fghi+</sup>
Kitosan+BHT+BHA		2	1083±138 <sup>fghi+</sup>
		3	992±100 <sup>hi+</sup>
		1	1303±37 <sup>def</sup>
Kitosan+Propolis	2	1318±150 <sup>defg</sup>	
	3	1372±52 <sup>def</sup>	
	12	Kontrol	0
1			903±95 <sup>i+</sup>
3			948±52 <sup>i+</sup>
Kitosan		2	948±52 <sup>i+</sup>
		3	999±147 <sup>i+</sup>
		1	1145±112 <sup>fghi+</sup>
Kitosan+BHT+BHA		2	1214±31 <sup>efghi</sup>
		3	977±35 <sup>i+</sup>
		1	1440±151 <sup>de</sup>
Kitosan+Propolis	2	1116±82 <sup>fghi</sup>	
	3	1315±36 <sup>def</sup>	
	16	Kontrol	0
1			1689±292 <sup>bc</sup>
3			1826±13 <sup>b</sup>
Kitosan		2	1826±13 <sup>b</sup>
		3	1896±129 <sup>b</sup>
		1	1500±162 <sup>cd</sup>
Kitosan+BHT+BHA		2	1837±18 <sup>b</sup>
		3	2155±258 <sup>a</sup>
		1	1838±53 <sup>b</sup>
Kitosan+Propolis	2	2132±225 <sup>a</sup>	
	3	1798±50 <sup>b</sup>	
		<i>P</i>	0,001
	<i>F</i>	3,261	

\*a, b; gibi farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik farklılık vardır.

#### 4. Tartışma

Tohumların depolanması sırasında tohum bozulmalarına eşlik eden en önemli faktörlerden biri nemdir (Bonner, 1990). Bu çalışmada; Doğu kayını tohumlarında bol tohum yılı sonrası taze olarak hasat edilen ve belirli bir süre açık alanda uygulamacılar tarafından kurutulmuş olan tohumların temin sonrası ölçülen nem değeri %8,026±0,22 olarak belirlenmiştir. *Fagus* tohumlarının rekalsitran olduğu ifade edilmekle birlikte (Bonner 2008), *F. sylvatica* ve *F. crenata* türlerinin orthodox tohum saklama sınıfında olduğu belirlenmiştir (Poulsen, 1993; Poulsen ve Knudsen, 1999). Yapılan bazı çalışmalarda *F.*

*sylvatica*'nın düşük sıcaklık ve nemde saklanabilmeleri dolayısı ile intermediate tohum saklama sınıfında olduğu belirlenmiştir (Gosling, 1991; León-Lobos ve Ellis, 2002). Suszka (1975) ve Bonner (1990 ve 2008) farklı bir sınıflandırmada *F. sylvatica*'nın yarı-orthodox tohum saklama sınıfında olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Poulsen (1993), -8 °C'de %5,4 nem içeriğinde iki yıl depoladığı Avrupa kayını tohumlarının canlılıklarının yüksek olduğunu belirterek, bu tohumları orthodox olarak sınıflandırmıştır. Pukacka ve Ratajczak (2007)'de Avrupa kayını tohumlarını %7-8 nem aralığında 10 yıl boyunca depolanabileceğini gözlemlemişlerdir. León-Lobos ve Ellis (2002) çalışmalarında, *Fagus sylvatica* ve *F. crenata* için sırasıyla %7,8-11.5 ve %7,6-9.5 tohum neminin ideal olduğunu belirtmişlerdir. Wawrzyniak vd. (2022) ise saplı meşe (*Quercus robur* L.) tohumlarında 18 ay boyunca depolama sonrası nem değerlerindeki değişiklikleri takip ettikleri çalışmalarında; yeni hasat edilen ve %40 neme sahip olan tohumlar ile oda koşullarında beş gün kurumaya bırakılmış ve nemi %38'e indirilen tohumların -3°C ve -5°C'de depolanmasıyla nem içeriklerindeki değişimler gözlemlemişlerdir. İlgili çalışmada hem meşe palamudunun hem de kotiledonların nem içeriği -5°C'de depolama sırasında değişmezken, -3°C'de depolanan tohumlarda önemli bir nem artışı kaydedilmiştir. Perikarpların nemi ise depolama sıcaklığından bağımsız olarak kotiledonlarda tespit edilen nem değerine benzer şekilde artış göstermiştir. Embriyonik eksenindeki nem, -3°C'de depolanan tohumlarda değişmemiş ancak, -5°C'de depolanan tohumlarda azalmıştır. -5°C'de 8 aylık depolamanın ardından kotiledonların nem içerikleri arasında önemli bir fark kaydedilmiştir. Bu durum -5°C'de 12 ay boyunca depolanan bütün tohumlara da yansımıştır. Kotiledonlarda ve -3 °C'de saklanan bütün tohumlarda herhangi bir fark bildirilmemiştir. Poulsen (1993), Avrupa kayını tohumunun nem içeriğinin uzun süreli depolama (10 yıl) için %5'e düşürülebileceğini, 3-4 yıl muhafaza için ise %7 nemin yeterli olduğunu belirtmiştir. Dandik vd. (1992) yapmış oldukları çalışmada; Türkiye'de yayılış gösteren bir tür olan Doğu kayını tohumlarının nem içeriğini %5,93 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz (2008) ise sekiz farklı orijinden temin ettiği Doğu kayını tohumlarının -6°C gibi düşük sıcaklıkta yaklaşık %6-8 arasındaki nem içeriğinde çimlenme yeteneğini koruyarak en az üç yıl depolanabileceğini tespit etmiştir. Bununla birlikte bahsi geçen çalışmada, Doğu kayını tohumlarının depolanmasında minimum tohum nemi tespiti için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada ise Doğu kayını tohumlarında yapılan kaplama uygulamaları sonrasında tohum nem değerleri üzerine ana faktörlerin (depolama süresi, uygulama ve uygulama dozu) bağımsız, ikili ve üçlü etkileşimlerinin önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda etkileşim gruplarına bağlı olarak tohum nem değeri değişmekle birlikte ortalama %5-7 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dönemsel olarak yapılan periyodik nem analizleri sonucu nem değerlerinde artış ve azalışlar olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda bu çalışmanın sonuçları literatür ile benzerlik göstermektedir (Hamid, 2015; Wawrzyniak vd., 2022).

Yaşlanma sürecinin belirlenmesinde membran bütünlüğünün bozulup bozulmadığının tespiti yaşlanmanın temel parametreleri arasında yer almaktadır (Coolbear, 1995). Özellikle MDA ile paralel bir analiz olarak EC analizi pek çok



tohum yaşlandırma çalışmalarında ele alınmıştır (Demirkaya ve Sivritepe, 2011). Korkmaz vd. (2004)'de depolamaya bağlı olarak doğal yaşlanma sürecinde, tohumun membran yapısının stabilizasyonu için EC analizlerinin yapıldığı belirtilmektedir. Bu kapsamda; Doğu kayını tohumları hasat edildikten hemen sonra ve kaplama işlemi yapılmaya dek -20°C'de muhafaza edilmiş ve her dört aylık periyotta +4 °C'de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiş tohumlardan örnekler alınarak analizler yapılmıştır. Çalışmada depolama süresi uzadıka tohumların EC değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. 16 ay sonunda tohumlar en yüksek EC değerine ulaşmıştır. Pukacka ve Ratajczak (2007)'nin Avrupa kayını tohumları üzerinde yapmış oldukları çalışmada; 2, 5, 7 ve 10 yıl boyunca -10°C'de depolanan tohumların EC değerinin depolama süresine paralel bir şekilde arttığını belirlemişlerdir. Kulan (2018), haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohumlarında tohum gücünü belirlemek amacıyla hızlı yaşlandırma testlerini kullandığı çalışmada; yaşlanma süresinin artışına bağlı olarak tohumlarda EC değerinin arttığı grlmştir. Aynı şekilde Demirkaya (2006)'nın iki farklı soğan tohumu çeşidini (Akgün-12 ve Valencia) hızlandırılmış yaşlanma testlerine tabi tutmuştur. Yaşlanma ile birlikte her iki çeşit soğan tohumunda canlılık düşerken, EC değerleri artmıştır. Erol (2019) ise Akkız-86 ve Karagöz-86 olan iki farklı çeşit brlce tohumunda depolamanın tohum canlılığı üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada; +4°C'de 116 ay boyunca depoladıkları tohumların EC değerlerinin depolama süresi artışı ile doğru orantılı bir şekilde arttığını belirlemiştir. Ayrıca, üç farklı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) eşidinde (Karacaşekir-90, şahin-90 ve Yunus-90) 44 ay boyunca depolamanın tohum canlılığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde EC değerlerinin depolama süresi ile birlikte arttığı tespit edilmiştir (Palabıyık, 2006).

Bu çalışmada; depolama süresine ek olarak tohum n uygulaması ve dozların tohum canlılığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hem depolama süresi hem tohum n uygulaması hem de uygulama dozları EC değerleri üzerinde önemli farklılığa neden olmuştur. Yalnızca kaplama uygulamalarının etkisine bakıldığında kitosan ile yapılan uygulamaların kontrol grubuna göre EC değerini düşürücü etki yaptığı belirlenmiştir. İşlem dozlarında ise 2. dozun (0,50 kitosan %0,50 kitosan+BHT+BHA, %0,50 kitosan+propolis) kontrol ve diğer dozlara göre tohum EC değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Çalışma sonunda her üç ana faktörün (depolama süresi, uygulama ve uygulama dozu) etkisinin EC değerleri üzerinde önemli farklılıklar meydana getirip getirmediğinin bilinmesi açısından daha ziyade l etkileşimlerinin sonuçları üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda; ilk dört ay depolama sonunda kontrol grubu tohumlarının EC değeri diğer tüm etkileşim gruplarından yüksek çıkmıştır. Böylece ilk dört ay sonunda bütün uygulama yapılan tohum grupları arasında (kontrol hariç) tohum membran bütünlüğünün korunması bakımından aralarında önemli bir fark bulunmamıştır. Yapılan uygulama ve bunlara ait dozların kontrol grubuna göre tohum membran yapısının bütünlüğünü korumada etkili olduğu belirtilebilir. Sekiz ay sonundaki analiz sonuçlarına göre; 8. ay kontrol grubu tohumları ile kitosan uygulamasının bütün dozları ve kitosan+BHT+BHA uygulamasının tüm dozları arasında EC değeri açısından önemli bir fark yokken, propolis ile yapılan uygulamaların tüm dozlarında EC değeri kontrol ve diğer

etkileşim gruplarına göre daha yüksek çıkmıştır. Aynı şekilde 12. ay analiz sonuçlarında da Kitosan uygulamasının tüm dozları kontrol grubuna göre daha düşük EC değerine sahiptir. Depolama süresinin 16. ayında ise genel olarak tüm gruplar (C+B; 1. ve 3.dozu ile C+P;2.dozu hariç) ile kontrol grubu tohumlar arasında EC değeri açısından önemli bir fark gözlenmemiştir. Köklü (2016), Sena ve Yalova biber çeşitlerine ait tohumlarda melatonin uygulamaları sonrası farklı sıcaklık ve srelerde depolanan tohumlarda üç ana faktörün etkisinin de tohumlardan sıızan madde miktarları üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu belirtmiştir. Depolama süresine bağlı olarak her iki çeşitte de tohum sıızıntı miktarları artarken, Yalova-341 eşidinde 4. aydan sonra EC değerinde bir düşüş ve akabinde 8. ayda bir artış gözlenmiştir. Karaca (2020) melatonin, triptofan ve serotonin uygulamaları sonrasında iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 25°C) 28 ay boyunca depolanan ve yaşlanmış domates tohumlarında yaşlanma süresine bağlı olarak meydana gelen hücre membran yapısının bozulmasının bir belirtisi olarak EC değerlerini incelemiştir. Depolama süresi ve uygulamaların EC zerine etkisinde özellikle kitosan+propolis uygulamasının her periyotta (4.ay, 8. ay, 12.ay ve 16.ay kendi ilerinde) kontrol grubuna göre tohum EC değerinde artışa neden olmuştur. Ancak hücre membran yapısına etkisinin tam anlamıyla belirlenmesinde kaplama materyallerinin biyo-bozunurluğunun da çalışılması dşnlmektedir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada intermediate bir tohum olan Doğu kayını tohumlarında yapılan tohum n işlemlerin neticesinde tohumlarda 16 aylık depolamada nem ve EC değerleri üzerindeki etkiler incelenmiştir. Nem değerleri açısından değerlendirildiğinde; tohumlarda dört aylık depolama sonrasında nem değerlerinde istatistiksel anlamda önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların nem üzerine etkisinde de kontrol grubu tohumlarına göre kitosan, kitosan+BHT+BHA ve kitosan+propolis kaplama materyalleri ile işlem yapılan tohumlarda nem değerleri istatistiksel olarak daha dşktir. Bu durumun kaplama ve kaplama yapılan materyallerin yoğunluklarına bağlı olarak tohum üzerinde oluşturdukları tabakanın kalınlığına bağlı olarak değiştiği dşnlmektedir. Dolayısı ile kaplama sonrası tohum üzerinde daha ince bir katman oluşturan kaplama materyallerinde nem değişiminin kontrol grubuna göre daha çok olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, tohum nem dengesinin depolama süresine bağlı olarak değişiminde biyolojik özellik gösteren kaplama materyallerinin bozunma süreleri ile de ilişkili olabileceği dşnlmektedir. Depolama boyunca yaşlanma etkilerinin dolaylı tespitinde kullanılan EC analiz değerlerinde ise; depolama süresi arttıka EC değerlerinde önemli lde artışlar olmuştur. Özellikle kitosan ile yapılan tohum n uygulaması sonrası kontrol grubuna göre EC değerinde önemli düşüş olmaktadır. Bu kapsamda özellikle kitosan uygulamasının tohum hücre membran yapısının korunmasında daha etkili olduğu belirtilebilir.

## Finansal Destek

Bu araştırma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinatörlüğü tarafından KU-BAP01/2021-21 ve

KU-HIZDES/2021-06 nolu projeler kapsamında finanse edilmiştir.

## Teşekkür

Şeyma Selin Akın, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Ormanlık Programında Yükseköğretim Kurulu'nun 100/2000 bursuyla ve TÜBİTAK 2211/A yurtiçi genel doktora bursu ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Arı, F. (2016). Kaz etinin depolama stabilitesi üzerine nar ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Arslan, G. (2011). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen tereyağının raf ömrü üzerine çeşitli antioksidanların (alfa-tokoferol, BHA, BHT) etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Babich, H. J. E. R. (1982). Butylated hydroxytoluene (BHT): a review. *Environmental Research*, 29(1), 1-29.
- Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *J. Ethnopharmacol.*, 100, 114–117.
- Berjak, P., Pammenter, N. W. & Vertucci, C. W., (1992). Homoiohydrous (recalcitrant) seeds: developmental status, desiccation sensitivity and the state of water in axes of *Landolphia kirkii* Dyer. *Planta*, 186, pp. 249-261.
- Bradford, K.J. ve Bewley, J.D. (2002). *Plants, Genes and Crop Biotechnology* (İkinci Baskı). Editör: Chrispeels, M.J. ve Sadava, D.E. Jones and Bartlett, Boston. s:210- 239.
- Bonner F.T. (1990). Storage of seeds: potential and limitations for germplasm conservation, *For. Ecol. Manag.* 35,35–43.
- Bonner, F.T. (2008). Storage of seeds. *The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service Agriculture Handbook 727*.
- Büyükyılmaz, N (2018). Sentetik antioksidanların bitkisel yağların oksidatif ve termal stabilizesine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Coolbear P (1995). Mechanisms of seed deterioration. In: A S Basra (Ed.) *Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications*, Food Products Press, New York, 223-277.
- Çoban, M. Z. (2021). Effectiveness of chitosan/propolis extract emulsion coating on refrigerated storage quality of crayfish meat (*Astacus leptodactylus*). *CyTA-Journal of Food*, 19(1), 212-219.
- Dandik, L., Sahin, E., Karaosmanoğlu, F., İşiğigür, A., & Aksoy, H.A. (1992). characteristics of beechnut oil (*Fagus orientalis* Lipsky) of Turkish origin. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69, 1274-1275.
- Demirkaya, M. (2006). Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarında canlılık kaybı ve onarım aşamasında meydana gelen fizyolojik değişimler. Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Demirkaya, M., & Sivritepe, H.Ö. (2011). Yaşlanma esnasında soğan tohumlarında meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. *Journal of Agricultural Sciences*, 17(2), 105-112.
- Erol, S. A. (2019). Depolama süresinin börülce (*Vigna unguiculata* (L.) walp)de tohum canlılığı ve fide özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L. & Zhang, B. (2009). Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria× ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53(1-2), 84-90.
- Farrant, J. M., Pammenter, N. W. & Berjak, P., 1986. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. *Physiol Plant*, 67, 291-298.
- Genç, M., (2006). Silvikültürel Uygulamalar Ders Kitabı, Süleyman Demirel Üniversitesi SDÜ Basımevi Yayın No: 68, Isparta.
- Guan, Y. J., Hu, J., Wang, Xian, j., Shao and Chen-xia. (2009). Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 10(6), 427–433.
- Gosling P.G. (1991). Beechnut storage: A review and practical interpretation of the scientific literature. *Forestry*, 64, 51-59.
- Hameed, A., Sheikh, M. A., Hameed, A., Farooq, T., Basra, S. M. A. & Jamil, A. (2013). Chitosan priming enhances the seed germination, antioxidants, hydrolytic enzymes, soluble proteins and sugars in wheat seeds. *Agrochimica*, 57(2), 97-110.
- Hamid, S. A. (2015). Chemical and biochemical aspects of seed dormancy and recalcitrance in hazelnuts (*Corylus Avellana* L). Doctoral Thesis, *Teesside University*, Ukraine.
- ISTA, (1993). International rules for seed testing. *Seed Science ve Technology*, Supplement, Rules. 21, 177–37.
- ISTA, (2009). International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association, Zurichstr 50, CH-8303, Basesdorf, Switzerland.
- Karaca, A. (2020). Yaşlanan domates tohumlarının melatonin profilinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi. Doktora Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Karre, E. A. (2009). An overview of some natural antioxidants used in meat and poultry products. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Korkmaz, A., Ozbay, N., & Eser, B. (2004). Assessment of vigor characteristics of processing tomato cultivars by using various vigor tests. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2), 181-186.
- Köklü, Ş. (2016). Melatoninin biber tohumlarının yaşlanması üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Kulan, G. (2018). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohum partilerinde tohum gücünü belirlemek amacıyla hızlı yaşlandırma testinin kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, *Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- León-Lobos, P., & Ellis, R. H. (2002). Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Seed Science Research*, 12(1), 31-37.
- Palabıyık, B. (2006). Depolama süresinin bazı fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tohum canlılığı, tane verimi ve verimle ilgili özellikler üzerine etkileri. Yüksek

- Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Pereira, A. L. F., Vidal, T. F., Teixeira, M. C., Oliveira, P. F. D., Pompeu, R. C. F. F., Vieira, M. M. M., & Zapata, J. F. F. (2011). Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. *Food Science and Technology*, 31, 135-140.
- Petriccione, M., Mastrobuni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G., & Scortichini, M. (2015). Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. *Foods*, 4(4), 501-523.
- Poulsen, K. M. (1993). Predicting the storage life of beech nuts. *Seed Sci. Technol.*, 1, 499-514.
- Poulsen, K.M. and Knudsen, H. (1999). Viability constants based on eight years storage of beech nuts (*Fagus sylvatica* L.). *Seed Science and Technology* 27, 1037-1039.
- Pukacka, S., & Ratajczak, E. (2007). Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. *Seed Science Research*, 17(1), 45-53.
- Roberts EH. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1, 499-514.
- Shaban, M. 2013. Biochemical aspects of protein changes in seed physiology and germination. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(8), 885-898.
- Silva-Castro, I., Diez, J. J., Martín-Ramos, P., Pinto, G., Alves, A., Martín-Gil, J., & Martín-García, J. (2018). Application of bioactive coatings based on chitosan and propolis for *Pinus* spp. protection against *Fusarium circinatum*. *Forests*, 9(11), 685.
- Sucharitha, K. V., Beulah, A. M., & Ravikiran, K. (2018). Effect of chitosan coating on storage stability of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *International Food Research Journal*, 25(1), 93-99.
- Suszka B. 1975. Cold storage of already after-ripened beech (*Fagus silvatica* L.) seeds. *Arboretum Kornickie* 20, 299-315.
- Şenol Yazkan, S.N. (2022). Kestane propolisinden bioaktif bileşik ekstraksiyon proseslerinin yüzey yanıt yöntemi ile optimizasyonu ve ekstraktların karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Tang, S., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., & Morrissey, P. A. (2001). Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food research international*, 34(8), 651-657.
- Ucak, I., Khalily, R., Carrillo, C., Tomasevic, I., & Barba, F. J. (2020). Potential of propolis extract as a natural antioxidant and antimicrobial in gelatin films applied to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Foods*, 9(11), 1584.
- URL1, (2024) The difference between orthodox, intermediate and recalcitrant seed. <https://saveplants.org/best-practices/difference-between-orthodox-intermediate-and-recalcitrant-seed> Erişim tarihi: 27.04.2024
- Wawrzyniak, M. K., Kalemba, E. M., Wyka, T. P., & Chmielarz, P. (2022). Changes in reserve materials deposited in cotyledons of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds during 18 months of storage. *Forests*, 13(12), 2142.
- Yao, H. & Tian, S. (2005). Effects of pre-and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 35(3), 253-262.
- Yavuzer, E. (2014). Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktları ilaveli buzun, gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoalarının muhafazası süresince (3±1°C) duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, M. (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research*, 127(5), 441-445.
- Yılmaz (2019). Mikro enkapsülasyon ile kitosan ve propolis karışımının kaplama materyali olarak kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.



## Bitkisel tasarımda *Leontice leontopetalum* L. (Kırbaş) türünün kullanım potansiyeli analizi

Gamze Tuttu<sup>1</sup>, İbrahim Aytas<sup>2</sup>, Bayram Cemil Bilgili<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:05/03/2024

Kabul Tarihi: 21/04/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1482303>

\* Sorumlu yazar:

[aytasibrahim@karatekin.edu.tr](mailto:aytasibrahim@karatekin.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

*Giriş ve Hedefler* Bitkilerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanımı, günümüzde yapısal yoğunluğun artmasıyla birlikte pratik çözümler sunması bakımından önem kazanmıştır. İnsanların doğal türlere olan ilgisi bu türlerin kentsel mekânlarda kullanımları açısından potansiyel oluşturmakta fakat bu türler hâlihazırda yaygın olarak tercih edilmemektedir. Bu çalışmada, Çankırı ili Eldivan ilçesindeki doğal yayılışı ilk kez tarafımızca tespit edilen *Leontice*

*leontopetalum* L. (Kırbaş) türünün bitkisel tasarımdaki kullanım potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

*Yöntemler* Türün erken ilkbaharda çiçek açması ve estetik etkisi nedeniyle peyzaj tasarımında kullanılabilirliği anket çalışmasıyla incelenmiş, istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

*Bulgular* Değerlendiricilerin tercihlerine göre; türün bitki parterlerinde ve grup olarak kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. Çiçek rengi, formu ve dokusunun türün genel estetik puanı üzerinde pozitif etkisi olduğu görölmüştür.

*Sonuçlar* Doğal otsu türlerin peyzaj tasarımlarında kullanımının sürdürülebilir ve çevre duyarlı alanlar oluşturmak için önemli olduğu görölmüştür. Bu çalışma, *Leontice leontopetalum* gibi doğal bitki türlerinin kullanımının peyzaj uygulamaları için yeni olanaklar sunabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel tasarım, *Leontice leontopetalum*, otsu tür, peyzaj uygulaması, rizumlu bitki

## Analysis of the potential use of *Leontice leontopetalum* L. (Lion's foot) species in plant design

### ABSTRACT

*Background and aims* The use of plants in landscape architecture applications has gained importance in terms of providing practical solutions with the increase in structural density. People's interest in natural species creates potential for the use of these species in urban spaces, but these species are not yet widely preferred. In this study, it was aimed to determine the potential for use in plant design of the *Leontice leontopetalum* L. (lion's foot) species, whose natural distribution was detected by us for the first time in the Eldivan district of Çankırı province.

*Methods* Due to its early spring blooming and aesthetic effect in Çankırı conditions, the usability of the species in landscape design was examined by questionnaire and statistical analyzes were carried out.

*Results* According to the preferences of the evaluators; it was determined that the species was suitable for use in plant beds and as a group. It was observed that flower color, form and texture had a positive effect on the overall aesthetic score of the species.

*Conclusions* It has been seen that the use of natural herbaceous species in landscape designs is important for creating sustainable and environmentally sensitive areas. This study demonstrated that the use of native plant species such as *Leontice leontopetalum* can offer new possibilities for landscape applications.

**Key Words:** Plant design, *Leontice leontopetalum*, herbaceous species, landscape application, rhizome plant

*Bu makaleye atıf:*

Tutttu, G., Aytas, İ., Bilgili, B.C., 2024. Bitkisel tasarımda *Leontice leontopetalum* L. (Kırbaş) türünün kullanım potansiyeli analizi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 119-126.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

## 1. Giriş

Günümüzde bitkilerin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanımı, yapısal yoğunluğun artmasıyla birlikte kullanıcılara sürdürülebilir, estetik ve ekolojik çözümler sunmaları açısından giderek değerli hale gelmiştir. Yapısal peyzaj elemanlarının soğuk, keskin, dikkat dağıtıcı ve sıkıcı etkisini sıcak, doğal, yumuşak, rahatlatıcı özellikleriyle azaltan bitkiler, kent insanının doğaya olan özlemini gidermenin ilk basamağı olmuştur. İnsanların doğayla i içe olma arzusu, yöreye özgü bitki türlerini ev, mahalle ve parklarda yetiştirmelerine neden olmuştur. Ayrıca, doğal bitki türleri kır-kent bütünlüğü, kentsel biyoçeşitlilik ve kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına hizmet eden son derece kritik öneme sahip peyzaj elemanları olmuşlardır (şahin Körmeli ve Elitaş, 2023).

Flora bakımından yaklaşık 12.000 kadar bitki taksonunun yer aldığı Türkiye’de 850 kadar rizomlu bitki bulunmaktadır (Özhatay, 2009; Güner ve ark., 2012). Dünya genelinde rizomlu bitkilerin coğrafı dağılımı oldukça geniş olup, farklı türlerin farklı coğrafyalarda yetiştiği görülmektedir. Özellikle kentsel ölçekteki parklar ve kamusal alanlarda mazı, servi, kadıntuzluğu, ınar, akçaağaç, dişbudak, taflan, şimşir, porsuk, sedir, süs eriği, süs kirazı, kurtbağrı, atkestanesi, kasımpatı, farekulağı, biberiye, lavanta, kadife çiçeği, ateş çiçeği gibi türlerin yaygın olarak kullanıldığı, buna karşın doğal türlerin bitkisel kompozisyonlarda nadir yer aldığı görülmektedir (iek ve Kından, 2020; Akten ve Yücedağ, 2022; orbacı ve ark., 2022). Ayrıca, kullanılan türlerin birçoğu da egzotik türlerden ve çeşitli kültür bitkilerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, bitki tür seçimi noktasında estetik, ekolojik ve ekonomik işlevleri bakımından doğal otsu türlerin kullanılmasının avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar, doğal türlerin yetiştiği coğrafı bölgenin ekolojisine uyumlu olması, genellikle minimum düzeyde suya ihtiyaç duymaları, yöre koşullarına adaptasyonlarının ve bakımlarının kolay olması nedeniyle işgücünü azaltmasıdır (Yazgan ve ark., 2005; Dilaver, 2014; orbacı ve ark., 2017; Kahveci ve ark., 2018; Tuttu ve ark., 2019). Bu da bitkisel peyzaj uygulamalarındaki maliyetleri (özellikle bakım masraflarını) azaltarak ve bitkisel uygulamalarda başarıyı artırarak (Cengiz, 2001) ülke ekonomisine katkı sunmaktadır. Buna karşın, doğal otsu tür bakımından bitkisel peyzaj tasarımlarında doğal türlerin üretimi ve kullanımı yok denecek kadar azdır.

Thorntwaite yöntemine göre yarı kurak-az nemli iklim sınıfında yer alan ankırı ili kurakçıl peyzaj anlamında zengin bir floraya (şahin ve ark., 2015) sahiptir. Bitkisel peyzaj tasarımlarında, doğal ve kurakçıl bitki türlerinin kullanımı yoluyla parçalanmış habitatların bağlantısı sağlanarak kent ekosisteminin devamlılığı ve mekânsal süreklilik artırılabilir (Dilaver, 2014; orbacı ve Bayramoğlu, 2021). Bu bağlamda yapılmış olan bir çalışmada ankırı florasında yer alan 22 doğal otsu bitki türünün peyzaj uygulamalarında kullanımının uygun görüldüğu bildirilmiştir (Tuttu ve ark., 2019). Ayrıca, literatürde doğal bitki türlerinin bitkisel tasarımlarda kullanımına ilişkin akademik alışmalar (Eroğlu ve ark., 2005; Bilgili ve ark., 2012; Bekçi ve ark., 2013; Dilaver, 2014; Öner ve ark., 2015a; Öner ve ark., 2015b; Kılıçaslan ve Dönmez, 2016; Sarı ve Acar, 2016; Özdemir ve iek, 2017; Arslan ve Ekren, 2018; Erzurumlu ve Savran,

2019; şahin Kaya ve ark., 2020; Tel ve Akan, 2021; Kaya, 2022; Kaya ve ark., 2022) mevcuttur.

Bu çalışmada, ankırı-Eldivan yöresinde doğal yayılışı ilk kez tarafımızca tespit edilen *Leontice leontopetalum* L. (kırbaş) türünün bitkisel tasarımdaki kullanım potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gerek gösterişli çiçekleri gerekse karakteristik meyve ve yaprak özellikleri bakımından etrafındaki otsu türlerden rahatlıkla ayırt edilebilen tür olması nedeniyle, bu türün bitkisel peyzaj tasarımlarında etkili kullanıma sahip olabileceği düşünölmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

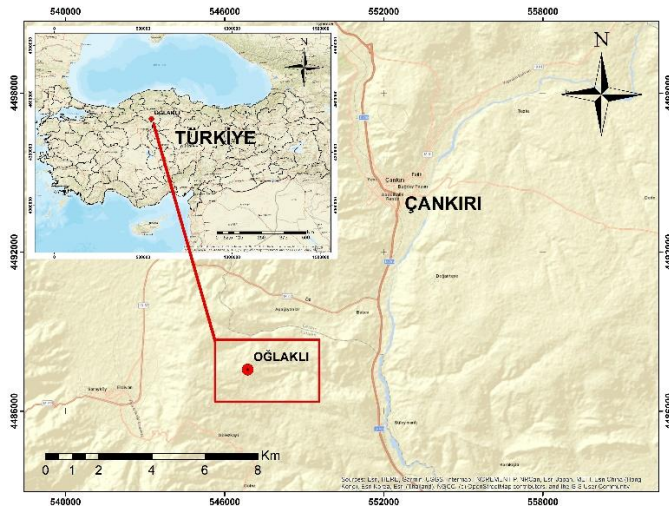
ankırı ilinin Eldivan ilçesine bağlı Avya (Oğlaklı) köyünde doğal olarak yetiştiği tarafımızca ilk kez kaydedilmiş olan *Leontice leontopetalum* L. araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Türün botanik özelliklerinin tespitinde ‘Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol.1’ (Davis, 1965), Türkçe adının tespitinde Türkiye Bitkileri Listesi (Güner ve ark., 2012) ve otör adının belirlenmesinde uluslararası bitki veri tabanından (Theplantlist, 2022) faydalanılmıştır.

*Leontice leontopetalum* L. (kırbaş), Berberidaceae familyasına mensup, büyük yumrulu, 10-80 cm boyunda dik ve çıplak gövdeli olan çok yıllık otsu bir bitkidir. Yaprakları etli yapıda, mavimsi yeşil renkte, üç yaprakçıklı olup yaprakçıkları parçalıdır. Çiçekler terminal ve yaprak koltuklarında, salkımlar halinde uzun saplı kurullar oluşturur. iek açma zamanı şubat ile mayıs ayları arasındadır. Çanak ve ta yaprak sayısı 6’dır. Ta yaprakları nektar pullu (1-1.5 mm) ve sarı renktedir. Kuru, şişkin yapıdaki meyvesi yeşilimsi kahverengi renkte, 2-3 cm ve üzeri ağsı damarlanmıştır (Coode, 1965; Baytop, 1984). Yumru saponin ve leontisin, petalin, tapsin gibi alkaloidler içermektedir. Sinir sistemini uyarıcı özellikteki usaresi (yumrularından sıkılarak elde edilir) sara hastalığına karşı kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

### 2.2 Araştırma alanı

Araştırma alanı, ankırı ilinin Eldivan ilçesine bağlı Avya (Oğlaklı) köyüdür. Alanın rakımı 1.035 metredir (şekil 1). Alan, Thornthwaite yöntemine göre yarı kurak-az nemli iklim sınıfında (MGM, 2022a) olup bölgenin doğal bitki örtüsünü stepler oluşturmaktadır (Gökmen, 2007). Çalışma alanı, Davis’in kareleme sistemine göre A4 karesinde yer almakla birlikte İran-Turan (İç Anadolu) Flora Bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Davis, 1965). Karadeniz ikliminden İç Anadolu Bölgesine özgü karasal iklime geçiş kuşağında bulunan Eldivan ilçesinde, her mevsim yağış görölmekle birlikte ilçede yıllık ortalama yağış miktarı 407 mm’dir (MGM, 2022a; MGM, 2022b).





Şekil 1. Araştırma alanının konumu (Orijinal)

### 2.3 Yöntem

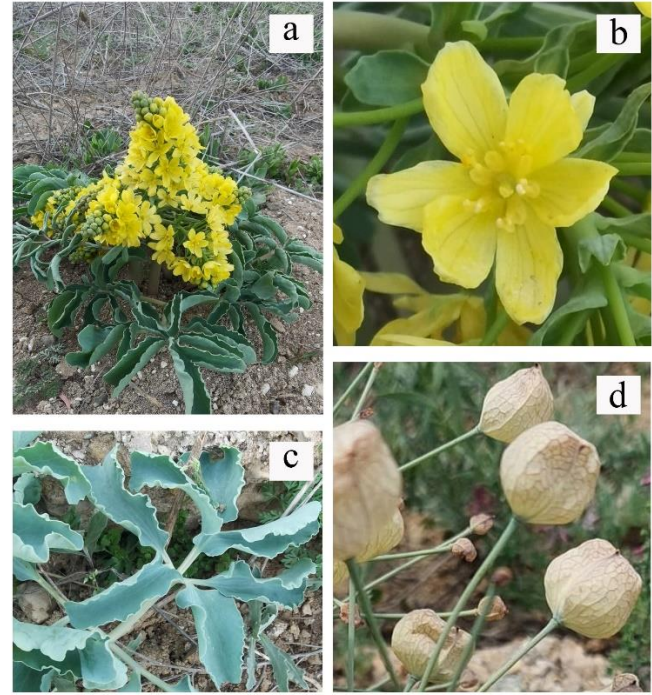
Araştırmanın yöntemi iki aşamadan olmaktadır. Birinci aşamada; türün genel botanik özellikleri, endemizm, nesli tehlike altında olma durumu ile bitkinin form/habitus özelliği (Acar, 1997) ve renk (çiçek, yaprak, meyve) (Booth, 1990) bakımından estetik değere sahip olma kriteri belirlenmiştir. Bunun yanında, türün habitat özellikleri ve Türkiye genelindeki coğrafi yayılış alanları ise Türkiye Florası ile Çankırı ilinde yapılmış flora çalışmaları (Davis, 1965; Tuttu ve Akkemik, 2017; Oya, 2020; Tuttu ve Ursavaş, 2022) dikkate alınarak belirlenmiştir.

İkinci aşamada; *Leontice leontopetalum*'un bitkisel peyzaj tasarım çalışmalarında kullanımına yönelik anket çalışması Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Orman Fakültesi lisans öğrencilerine uygulanmıştır. Bunun için öncelikle türün Mart, Nisan ve Mayıs aylarındaki çiçekli, yapraklı ve meyveli halleri arazide gündüz 10.00-18.00 saatleri arasında fotoğraflanmıştır. Anket çalışmasında kullanılan fotoğraflar ise türün habitusu (a), çiçek (b), yaprak (c) ve meyve (d) olmak üzere dört gruba ayrılmıştır (Şekil 2).

Bitkisel materyalin tasarım elemanı olarak kullanılmasını araştıran bilim insanları, amaçlarına göre farklı ilke ve kriterleri dikkate almaktadır (Nelson, 2004; Robinson, 2004; Smith, 2011; Kılıçaslan ve Dönmez, 2016). Bu kapsamda, *Leontice leontopetalum*'un bitkisel peyzaj tasarımında kullanımıyla ilgili olarak gerçekleştirilen anket çalışmasındaki sorular; bitkinin kullanım şekli, kullanım yerleri ve estetik özellikleri olmak üzere 3 grupta hazırlanmıştır.

Birinci grup sorularda bitkinin kullanım şekli bakımından soliter, grup ve kitle halinde kullanımları için "uygun - uygun değil" seçeneklerinden birisinin işaretlenmesi istenmiştir. İkinci grup sorularda, bitkinin kullanıldığı yer açısından yol kenarı, refüj, karayolu şevleri, yamaçlar, bitki parterleri, serbest çim alan, su kenarı, dikey bahçe, kaya bahçesi ve çatı-teras bahçesi (Eroğlu ve Ak, 2016; Ak, 2018) için "uygun - uygun değil" seçeneklerinden birisinin işaretlenmesi istenmiştir. Üçüncü grup sorularda ise; bitkinin estetik özellikleri bakımından çiçek, yaprak ve meyvesinin rengi, formu ve dokusu ile genel görsel estetik değeri "etkileyicilik-vurgulayıcılık-gösterişlilik" kriterleri kapsamında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Belirlenen bu 3 kriter için bireylerden 1 ile 5 arasında bir puan

vermeleri istenmiş ve bu puanlama bitkinin tek başına kullanımı ile çoklu-birlikte kullanımı bakımından her bir kriter için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Ankette kullanılan bitki görselleri a. Habitus, b. Çiçek, c. Yaprak, d. Meyve (Orijinal)

Araştırmada, Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Orman Fakültesi bünyesinde öğrenim gören Peyzaj Mimarlığı ve Orman Mühendisliği Bölümleri'nin 3. ve 4. sınıf lisans öğrencileri örneklem küme olarak belirlenmiştir. Orman Fakültesi bünyesinde öğrenimine devam eden öğrenciler 2. sınıftan itibaren bitkilere yönelik olarak Bitki Tanıma ve Değerlendirme, Gymnospermae, Angiospermae gibi çeşitli dersler almakta ve bitki değerlendirme ve kullanımı konusunda akademik bilgi birikimine sahip olmaktadır. Haziran 2022'de, anket uygulamasından önce *Leontice leontopetalum*'a ait görseller sunum şeklinde hazırlanarak türün botanik özellikleri hakkında öğrencilere ön bilgi verilmiştir. Bilgilendirme sonrasında yüz yüze görüşme şeklinde anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Her bir anketin değerlendirilmesi için ayrılan süre yaklaşık olarak 10 dakika, örnekleme türü ise basit tesadüfi örneklemedir. Çalışmanın örnekleme hacmi, üniversitede okuyan toplam öğrenci sayısının (evren büyüklüğünün) yaklaşık olarak 15.000 ve örnekleme hatasının %10 ( $d = 0,1$ ) olduğu dikkate alınarak 96 kişi olarak hesaplanmış ve anket 100 kişiye uygulanmıştır. Ayrıca, çalışmanın örnekleme hacmi belirlenirken, kullanılan verilerin kategorik tipte veri olması gereğesiyle p (gerçekleşme olasılığı) ve q'nun (gerçekleşmeme olasılığı) eşit olduğu ( $p=0,5$ ;  $q=0,5$ ) varsayılmıştır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004). Anket çalışmasından elde edilen veriler SPSS 20.0 İstatistik paket programına işlenerek istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte verilerin güvenilirlik analizi için bu program üzerinden "Güvenilirlik Testi (Reliability Analyze)" yapılmıştır (Özdamar, 2013).

Anketteki kullanım şekli ve kullanım yeri kategorilerinin tanımlayıcı istatistik değerleri ve yüzdelerle dağılımlarını belirlemek için sıklık (Frequency) ve tanımlayıcı istatistik (Descriptives) analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca verilerin normal dağılıp dağılmadığının belirlenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov Testi (one sample K-S) yapılmıştır. Normallik testi sonuçları verilerin %95 güven düzeyinde normal dağılmadığını ortaya koymaktadır ( $p < 0,05$ ). Bu nedenle, çalışmada *Leontice leontopetalum*'un estetik özellikleri arasındaki ilişkileri analiz etmek için parametrik olmayan istatistik yöntemlerinden olan Spearman Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Analizlerde önem derecesi ( $p$ )  $< 0,05$  olarak alınmıştır (Özdamar, 2013).

### 3. Bulgular

Çalışmada, *Leontice leontopetalum*'un soliter, grup ya da kitle kullanımına yönelik olarak frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Güvenilirlik analizi sonuçlarına göre anket verileri 0,8 değerinin oldukça üstünde (Cronbach's Alpha = 0,971) olduğu için son derece güvenilir (Uzunsakal ve Yıldız, 2018). Analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Sonuçlara göre, türün grup ve kitle halinde kullanımlara uygun olduğu fakat soliter kullanıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Değerlendiriciler türün grup olarak (%83) kullanılmasını kitle kullanımına kıyasla daha çok tercih etmiştir.

**Çizelge 1.** Kullanım şekline ait frekans ve tanımlayıcı istatistik çizelgesi

Kullanım Şekline ait Faktörler	Gruplar	Gruplardaki Tercih Sıklığı (f)	Tanımlayıcı İstatistik Değerleri
Soliter kullanım	Uygun değil	60	N= 100 Min.= 1 Max.=2 $\bar{X}= 1,40$
	Uygun	40	Std. S.= 0,492
Grup olarak kullanım	Uygun değil	17	N= 100 Min.= 1 Max.=2 $\bar{X}= 1,83$
	Uygun	83	Std. S.= 0,378
Kitle halinde kullanım	Uygun değil	31	N= 100 Min.= 1 Max.=2 $\bar{X}= 1,69$
	Uygun	69	Std. S.= 0,465

Bunun yanında, türün kullanıldığı yerlere ilişkin frekans analizi de gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 2'de gösterildiği gibidir. Buna göre, türün en çok bitki parterlerinde kullanımının uygun olduğu (%77) belirlenmiştir. Kaya bahçelerinde, su kenarlarında, çim alanlarda kullanıma uygunluk oranları yine %65 ve üzeridir. Katılımcılar diğer kullanım yerleri için de uygunluğun %50'nin üzerinde olduğu görülmektedir fakat bu alanlar tür için öncelikli tercih sebebi değildir.

**Çizelge 2.** Kullanım yerine ait frekans ve tanımlayıcı istatistik çizelgesi

Kullanım Yerineait Faktörler	Gruplar	Gruplardaki Tercih Sıklığı (f)	Tanımlayıcı İstatistik Değerleri
Yol kenarında kullanım	Uygun değil	48	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	52	$\bar{X}= 1,52$ ; Std. S.= 0,502
Refüjde kullanım	Uygun değil	42	N= 100 Min.= 1 Max.=2
	Uygun	58	$\bar{X}= 1,58$ ; Std. S.= 0,496
Karayolu şevlerinde kullanım	Uygun değil	43	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	57	$\bar{X}= 1,57$ ; Std. S.= 0,498
Bitki parterlerinde kullanım	Uygun değil	23	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	77	$\bar{X}= 1,77$ ; Std. S.= 0,423
Serbest çim alanda kullanım	Uygun değil	35	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	65	$\bar{X}= 1,65$ ; Std. S.= 0,479
Su kenarlarında kullanım	Uygun değil	32	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	68	$\bar{X}= 1,68$ ; Std. S.= 0,469
Dikey bahçelerde kullanım	Uygun değil	46	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	54	$\bar{X}= 1,54$ ; Std. S.= 0,501
Kaya bahçelerinde kullanım	Uygun değil	31	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	69	$\bar{X}= 1,69$ ; Std. S.= 0,465
Çatı-teraz bahçelerinde kullanım	Uygun değil	48	N= 100 Min.= 1, Max.=2
	Uygun	52	$\bar{X}= 1,52$ ; Std. S.= 0,502

Türün estetik puanları tanımlayıcı istatistik analiz ile belirlenmiştir. Sonuçlara göre, türün soliter kullanımlarındaki çiçek estetik puanı (A.Ort= 3,36) en yüksek ortalama değere

sahiptir. Bunu sırasıyla yaprak ve meyve estetik puanları izlemektedir. Türün birlikte kullanımlarında da benzer sıralama vardır. Çiçek, yaprak ve meyvenin estetik puanlarının

ortalamasının alındığı sonuçlarda ise türün birlikte kullanımındaki estetik puanı soliter kullanımındaki puanından yüksek çıkmıştır fakat değerler arasındaki fark çok azdır. Yakın sonuçlar genel estetik puanda da görülmüştür. Dolayısıyla tür birlikte kullanıldığında soliter kullanıma göre daha yüksek bir estetik değer kazanmaktadır (Çizelge 3).

*Leontice leontopetalum*'un soliter kullanımı değerlendirildiğinde, türün belirlenen 9 estetik özellik faktörü arasındaki anlamlı ilişkiler ve bu 9 faktörün türün genel estetik puanları ile ilişkisi Spearman Korelasyon Analizi ile irdelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; tüm faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkiler pozitif yönde ve anlamlıdır ( $p < 0,01$ ). Türün

çiçek rengi, çiçek formu ve çiçek dokusu arasında pozitif yönde, yüksek önem düzeyinde ilişkiler tespit edilmiştir ( $p < 0,01$ ;  $r_1 = 0,727$ ;  $r_2 = 0,569$ ;  $r_3 = 0,670$ ). Bu sonuç, çiçek rengindeki estetik değer artmasının çiçek formu ve çiçek dokusunda da estetik değerde artışa sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer sonuçlar türün yaprak ve meyvelerinin estetik özelliklerinde de görülmektedir. Bunun yanında çiçek rengi, formu ve dokusunun türün genel estetik puanı üzerinde pozitif yönde ve yüksek önem düzeyinde etkisi olduğu görülmüştür ( $p < 0,01$ ;  $r_1 = 0,672$ ;  $r_2 = 0,679$ ;  $r_3 = 0,547$ ). Yaprak ve meyvelerin estetik özelliklerinin genel estetik puana etkisi ise yine pozitif yönde olmakla birlikte düşük ve orta seviyede öneme sahiptir (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** Türün estetik özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik çizelgesi

Soliter Kullanım	A.Ort.	Standart Sapma	Birlikte Kullanım	A.Ort.	Standart Sapma
Çiçek Estetik Puanı	3,36	0,943	Çiçek Estetik Puanı	3,75	0,799
Yaprak Estetik Puanı	3,17	0,962	Yaprak Estetik Puanı	3,20	0,992
Meyve Estetik Puanı	2,64	1,196	Meyve Estetik Puanı	2,83	1,126
Estetik Puan Ort.	3,05	0,851	Estetik Puan Ort.	3,26	0,768
Genel Estetik Puan	3,42	0,906	Genel Estetik Puan	3,74	0,824

**Çizelge 4.** Türün tek başına kullanıldığında estetik özellikleri arasındaki Spearman Korelasyon Analizi

Korelasyon	ÇiçF	ÇiçD	YprR	YprF	YprD	MeyR	MeyF	MeyD	Genel Estetik Puan
Çiçek Rengi	<b>0,727**</b>	<b>0,569**</b>	0,421**	0,315**	0,306**	0,350**	0,445**	0,417**	<b>0,672**</b>
Çiçek Formu		<b>0,670**</b>	0,383**	0,440**	0,348**	0,277**	0,401**	0,330**	<b>0,679**</b>
Çiçek Dokusu			0,348**	0,504**	0,514**	0,450**	0,508**	0,506**	<b>0,547**</b>
Yaprak Rengi				<b>0,579**</b>	0,511**	0,422**	0,473**	0,321**	0,464**
Yaprak Formu					<b>0,723**</b>	0,393**	0,359**	0,330**	0,458**
Yaprak Dokusu						0,406**	0,399**	0,443**	0,383**
Meyve Rengi							<b>0,797**</b>	<b>0,818**</b>	0,435**
Meyve Formu								<b>0,786**</b>	0,553**
Meyve Dokusu									0,455**

sig.  $< 0,01 = 0,xx**$ , **0,xx**: Değişkenler arası ilişki gücü yüksek

*Leontice leontopetalum*'un grup ya da kitle olarak kullanımı değerlendirildiğinde, çiçek rengi ile meyve rengi ve çiçek formu ile meyve rengi arasındaki ilişkiler hariç diğer tüm faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkiler pozitif yönde ve anlamlıdır ( $p < 0,01$ ). Türün meyve rengi, meyve formu ve meyve dokusu arasında pozitif yönde, yüksek önem düzeyinde ilişkiler tespit edilmiştir ( $p < 0,01$ ;  $r_1 = 0,725$ ;  $r_2 = 0,725$ ;  $r_3 = 0,824$ ). Benzer sonuçlar türün yapraklarının estetik özellikleri arasındaki ilişkilerde de gözlenmiştir. Türün birlikte kullanımında çiçek formu ile çiçek rengi arasında yüksek önem düzeyinde ilişki bulunmaktadır ( $p < 0,01$ ;  $r_1 = 0,719$ ). Bu sonuç, çiçek rengindeki estetik değer artmasının çiçek formunda da estetik değerde artışa sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çiçek rengi ve formunun türün genel estetik puanı üzerinde pozitif yönde ve yüksek önem düzeyinde etkisi olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,01$ ;  $r_1 = 0,609$ ;  $r_2 = 0,571$ ). Yaprak ve meyvelerin estetik özelliklerinin genel estetik puana etkisi ise yine pozitif yönde olmakla birlikte düşük ve orta seviyede öneme sahiptir (Çizelge 5).

Türün hem soliter hem de birlikte kullanımında estetik özellikler arasındaki ilişkilerde yüksek öneme sahip ilişkilerin benzer faktörler arasında olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin, meyve rengi ve meyve formu arasında hem tek başına hem de birlikte kullanımlarda yüksek önem düzeyinde ilişki bulunmaktadır.

Türe ait estetik değerlendirme kriterleri (etkileycilik-vurgulayıcılık-gösterişlilik) arasındaki ilişkiler ve bunların genel estetik puan ile ilişkisi korelasyon analiziyle incelenmiştir. Sonuçlar bu 3 kriterin tamamının birbirleri arasında (soliter ve grup halinde) yüksek önem düzeyinde ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır ( $p < 0,01$ ;  $r > 0,8$ ). Dolayısıyla türün etkileycilik özelliğinin artmasıyla birlikte vurgulayıcı etkisinin veya gösterişlilik etkisinin de artacağı söylenebilir. Bununla birlikte, bu 3 kriterle türün genel estetik puanı arasında da anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ( $p < 0,01$ ;  $0,58 < r < 0,7$ ). Diğer bir ifadeyle, türün etkileyci, vurgulayıcı ya da gösterişli estetik peyzaj özelliklerinin artması genel estetik puanını da pozitif yönde etkilemektedir (Çizelge 6).

**Çizelge 5.** Türün birlikte kullanıldığında estetik özellikleri arasındaki Spearman korelasyon analizi

Korelasyon	ÇiçF	ÇiçD	YprR	YprF	YprD	MeyR	MeyF	MeyD	Genel Estetik Puan
Çiçek Rengi	<b>0,719**</b>	0,525**	0,332**	0,234*	0,298**	0,192	0,246*	0,265**	<b>0,609**</b>
Çiçek Formu		0,575**	0,327**	0,305**	0,326**	0,155	0,187	0,240*	<b>0,571**</b>
Çiçek Dokusu			0,400**	0,323**	0,364**	0,398**	0,401**	0,423**	0,475**
Yaprak Rengi				<b>0,664**</b>	<b>0,640**</b>	0,453**	0,464**	0,471**	0,451**
Yaprak Formu					<b>0,813**</b>	0,390**	0,285**	0,354**	0,477**
Yaprak Dokusu						0,453**	0,402**	0,477**	0,532**
Meyve Rengi							<b>0,725**</b>	<b>0,725**</b>	0,300**
Meyve Formu								<b>0,824**</b>	0,354**
Meyve Dokusu									0,398**

sig. <0,05 = 0,xx\*, sig. <0,01 = 0,xx\*\*, **0,xx**: Değişkenler arası ilişki gücü yüksek

**Çizelge 6.** Estetik değerlendirme faktörleri ile türün genel estetik puanları arasındaki Spearman korelasyon analizi

Faktörler		Soliter Kullanım			Birlikte Kullanım		
		Vurgulayıcılık	Gösterişlilik	Genel Estetik Puan	Vurgulayıcılık	Gösterişlilik	Genel Estetik Puan
Etkileyicilik	Spearman Corr. (r)	<b>0,848**</b>	<b>0,815**</b>	0,606**	<b>0,853**</b>	<b>0,843**</b>	0,577**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	100	100	100	100	100	100
Vurgulayıcılık	Spearman Corr. (r)		<b>0,895**</b>	0,692**		<b>0,900**</b>	0,640**
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000		0,000	0,000
	N		100	100		100	100
Gösterişlilik	Spearman Corr. (r)			0,692**			0,605**
	Sig. (2-tailed)			0,000			0,000
	N			100			100

sig. <0,05 = 0,xx\*, sig. <0,01 = 0,xx\*\*, **0,xx**: Değişkenler arası ilişki gücü yüksek

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, Çankırı Eldivan yöresinde doğal yayılış gösteren *Leontice leontopetalum* L. türünün peyzaj tasarımındaki potansiyel kullanımını belirlemeyi amaçlamıştır. Türün yayılışı Çankırı ili Eldivan ilçesi sınırları içerisinde ilk kez tespit edilmiştir. Türün doğal olarak Eldivan'da yetişmesi doğal koşullara uyum sağladığının bir göstergesidir. Dinamik ekolojik süreçlerin bir sonucu olarak insan müdahalesi olmadan türün Çankırı'da gelişimi ve estetik bir değere sahip olması peyzaj mimarlığı meslek disiplini açısından önemlidir. Deniz ve Şirin (2005), ekosistemin sürdürülebilirliği açısından kır ile kent peyzajları arasındaki doğal bitki geçişlerine dikkat çekmiş ve ideal geçişlerin sağlanmasında doğal türlerin tasarım özelliklerinin önemini vurgulamıştır. Bilgili ve ark. (2014) ile Oudolf and Darke (2017) de çalışmalarında benzer önerileri getirmiştir.

Türkiye, doğal otsu türler açısından zengin bir flora barındırmaktadır. *Leontice leontopetalum* ise bu türler arasında estetik özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Ancak bitkisel peyzaj tasarımlarında doğal türlerin kullanımı sınırlıdır (Çiçek ve Kından, 2020; Akten ve Yücedağ, 2022; Çorbacı ve ark., 2022). Genellikle egzotik ve kültür bitkileri tercih edilmekte (Haspolat ve ark., 2016), doğal türlerin kullanımı ise nadir görülmektedir. Bu nedenle, estetik, ekolojik ve ekonomik açılardan doğal otsu türlerin kullanılmasının avantajları bulunmaktadır. Doğal türler, yetiştiği coğrafi bölgeye uyumlu olmaları, düşük su ihtiyacı ve kolay bakım gibi özellikleriyle maliyetleri azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Çankırı ilinin Eldivan ilçesi, yarı kurak-az nemli iklim sınıfında yer almaktadır ve kurakçıl bitki türleriyle zengin bir flora sahiptir. *Leontice leontopetalum* türü, Eldivan ilçesine bağlı Avya (Oğlaklı) köyünde doğal olarak yetişmektedir. Türün çiçek, meyve ve yaprak özellikleri göz önüne alındığında, bitkisel peyzaj tasarımlarında etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Anket çalışmasının sonuçları da bu görüşü destekler niteliktedir. Anket sonuçlarına göre; türün grup halinde kullanımının daha sık tercih sebebi olmasının yanında yol kenarında, refüjlerde, karayolu şevlerinde, bitki parterlerinde, çim alanlarda, su kenarlarında, dikey bahçelerde, kaya bahçelerinde, çatı-teras bahçelerinde kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada yapılan analizler, türün kentsel alanlardaki bitkisel peyzaj tasarımlarında kullanıldığı takdirde kentsel tasarımların gücünü arttırabileceğini göstermiştir. Türün vejetatif çoğaltma teknikleriyle birlikte peyzajda süs bitkisi olarak üretimi ve bir sonraki aşamada peyzaj tasarım ve uygulamalarında kullanımı noktasında bu çalışmanın çıktılarının katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Türün öncelikle lokal ölçekteki çeşitli akademik çalışmalar ışığında detaylı araştırmasının yapılması ile özellikle kentsel alanlardaki adaptasyon başarısının artırılması sağlanmalıdır. Sonrasında ulusal ölçekte türün üretiminin ve dolaylı olarak kullanımının yaygınlaşması mümkün olabilir. Bu bağlamda çalışma, bahsedilen noktalarda plançılara, tasarımcılara ve süs bitkisi üreticilerine ışık tutabilir.



**Kaynaklar**

- Acar, C., 1997. Trabzon ve çevresinde yetişen doğal bazı yer örtücü bitkilerin peyzaj mimarlığında değerlendirilmeleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ak, F.B., 2018. Türkiye'deki odun dışı orman ürünü olarak belirlenmiş bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin peyzaj mimarlığında değerlendirme olanaklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce.
- Akten, S., Yücedağ, C., 2022. Isparta Çünür Mahallesi park ve konut bahçelerinin peyzaj tasarımı açısından incelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 23(1), 51-64.
- Arslan, M., Ekren, E., 2018. Mythos and opportunities of usage in landscape architecture of some medicinal and aromatic plants naturally growing in Turkey. Lokman Hekim Dergisi, 8(3), 172-184.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. Sanal Matbaacılık, 520 s., İstanbul.
- Bekçi, B., Var, M., Taşkan, G., 2013. Bitkilendirme tasarım kriterleri bağlamında doğal türlerin kentsel boşluk alanlarında değerlendirilmesi: Bartın, Türkiye. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(1), 113-125.
- Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., Müftüoğlu, V., Abay, G., 2012. Determination of potential use in urban landscape design of natural *Abies* taxa growth at different altitudes in Turkey, Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, Cilt:12, No:3, 2012 Özel Sayı, ISSN: 1303-2399, Vol:12, Issue:3, Special Issue, E-ISSN 1309-4181, p. 237-241.
- Bilgili, C., Öner, N., Ayaş, İ., 2014. Çankırı ili parklarının bitkisel peyzaj tasarımında kullanılan doğal ağaç türlerinin belirlenmesi. III.Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, pp. 786-795.
- Booth, N., 1990. Basic Elements of Landscape Architectural Design. Waveland Pres, Inc Illinois, USA.
- Cengiz, B., 2001. Batı Karadeniz bölgesi doğal bitki örtüsünde peyzaj uygulamaları amacına yönelik bazı *Creataegus* L. taksonlarının saptanması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın.
- Coode, M.J.E., 1965. *Leontice* L. Davis P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, In vol.1 (s.211-212). Edinburg University Press, Edinburg, UK.
- Çiçek, N., Kından, A., 2020. Samsun ili Batı Parkı'nın peyzaj özelliklerinin değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 159-164.
- Çorbacı, Ö.L., Yazgan, M.E., Özyavuz, M. 2017. Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları. Karakayalar Matbaa, Editör: Ömer Lütfü Çorbacı, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı 106, ISBN: 978-605-030-618-7.
- Çorbacı Ö.L., Bayramoğlu E., 2021. Drought tolerant landscape design approach example of RTE Campus. Fresenius Environmental Bulletin, 30, 11948-11955.
- Çorbacı, Ö.L., Oğuztürk, T., Ekren, E., 2022. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ahmet Erdoğan Cami Peyzaj Projesinin bitkisel tasarım açısından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 23(2), 63-78.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 1., Edinburg University Press, Edinburg, UK.
- Deniz, B., Şirin, U., 2005. Samson Dağı doğal bitki örtüsünün otsu karakterdeki bazı örneklerinden peyzaj mimarlığı uygulamalarında yararlanma olanaklarının irdelenmesi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2), 5-12.
- Dilaver, Z., 2014. İç Anadolu doğal bitki örtüsü örneklerinden peyzaj mimarlığında yararlanma. İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar, Doğal Bitkilerle İklim Dostu Çankaya Parkları Projesi Eğitim Kitapçığı, Peyzaj Araştırmaları Derneği, Ankara.
- Eroğlu, E., Akıncı Kesim, G., Müderrisoğlu, H., 2005. Düzce kenti açık ve yeşil alanlarındaki bitkilerin tespiti ve bazı bitkisel tasarım ilkeleri yönünden değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3), 270-277.
- Eroğlu, E., Ak, M.K., 2016. Ecological and visual planting design analysis: A case study of two parks in Amsterdam. Oxid. Commun., 39, 599-612.
- Erzurumlu, G.S., Savran, A., 2019. Using Indigenous Plant Species Ranging on The Campus Area of Ömer Halisdemir University in Landscape Design Works. Erzincan University Journal of Science and Technology, 12(1), 25-37.
- Gökmen, B., 2007. Çankırı ili coğrafyası. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Haspolat, G., Şenel, Ü., Gökkür, S., Kesici, A., 2016. Türkiye süs bitkileri genetik kaynakları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(2), 51-64.
- Kahveci, H., Acar, C., Hergül, Ö., 2018. Doğu Karadeniz kıyı alanlarında yetişen perennial (çok yıllık otsu) bitkilerin peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi. Journal of Social and Humanities Sciences Research, 5(31), 4568-4579.
- Kaya, S., 2022. Farklı habitat tiplerindeki doğal bitki örtüsünün tür ve kompozisyon düzeyinde tanımlanmasına yenilikçi bir yaklaşım. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce.
- Kaya, S., Eroğlu, E., Başaran, N., Ayteğın, A., Dönmez, A.H., 2022. Doğal alanlarda bulunan bazı bitki türlerinin peyzaj tasarım elemanları açısından değerlendirilmesi. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler, Platanus Publishing, 545-555.
- Kılıçaslan, N., Dönmez, Ş., 2016. Göller bölgesinde doğal olarak yetişen soğanlı bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımı. Türkiye Ormancılık Dergisi, 17(1), 73-82.
- MGM, 2022a. Çankırı ili iklim sınıflaması. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirma-lari.aspx?m=CANKIRI>. (Erişim tarihi: 25.05.2022).
- MGM, 2022b. Çankırı ili Eldivan ilçesi meteoroloji verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Nelson, W.R., 2004. Planting Design: A Manual of Theory and Practice. Stipes Publishing L.L.C. Champaign Illinois, 61820.
- Oudolf, P., Darke, R., 2017. Gardens of the High Line: Elevating the Nature of Modern Landscapes. Timber Press, Inc., Portland, USA.



- Oya, G., 2020. Eldivan Dağı-Acıçay arasının (Çankırı) florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Öner, N., Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., 2015a. Determination of potential natural oak sites for landscape design using GIS in Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16(2), 783-794. ISSN:1311.
- Öner, N., Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., 2015b. Evaluating the potential site locations of natural pine species for landscape design using GIS in Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(8), 2477-2483, ISSN: 1018-4619.
- Özdamar, K., 2013. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Cilt 1-2). Nisan Kitapevi, ISBN: 978975-6428-51-1, Ankara.
- Özdemir, A., Çiçek, M., 2017. Honaz Dağı (Denizli) ve çevresinde doğal yayılış gösteren bazı otsu bitki türlerinin süs bitkisi olarak kullanım olanağı üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 44(1), 31-49.
- Özhatay, E.C., 2009. Türkiye'nin peyzajda kullanılabilir bazı doğal bitkileri. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Robinson, N., 2004. *The Planting Design Handbook*. Second Edition, Ashgate Publishing, England, s. 287.
- Sarı, D., Acar, C., 2016. Hatıla Vadisi Milli Parkı kayalık habitat bitkilerinin peyzaj tasarımında kullanım potansiyelleri. IV. Süs Bitkileri Kongresi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, pp. 74-80.
- Smith, C.J., 2011. *Designing Gardens with Plants Shapes*, The Crowood Press, p. 128.
- Şahin Kaya, E., Bekar, M., Güneroğlu, N., 2020. Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)'nın peyzaj mimarlığında kullanım olanakları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 91-99.
- Şahin Körmeçli, P., Elitaş, İ., 2023. Yaşanabilir sokaklar oluşturmak için tasarım önerileri: Cep parklar ve parkletler. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 13(4), 1107-1122.
- Şahin, B., Aslan, S., Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Aydoğmuş, O., 2015. Çankırı ili meralarının floristik özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 1-15.
- Tel, H.O., Akan, H., 2021. Şanlıurfa (Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü)'da doğal yayılış gösteren bazı geofitlerin özellikleri ve peyzaj mimarlığında kullanımları. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 366-381.
- Theplantlist, 2022. <http://www.theplantlist.org>. (Erişim tarihi: 23.05.2022).
- Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı Tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(1), 45-88.
- Tuttu, G., Ursavaş, S., 2022. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın (Çankırı/Eldivan) florası. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 51-65.
- Tuttu, G., Aytaş, İ., Dilaver, Z., 2019. Use opportunities of some natural herbaceous plants of Çankırı province in landscape applications. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(3), 136-147.
- Uzunsakal, E., Yıldız, D., 2018. Alan araştırmalarında güvenilirlik testlerinin karşılaştırılması ve tarımsal veriler üzerine bir uygulama. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 14-28.
- Yazgan, M.E., Korkut, A.B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M., 2005. Süs bitkileri üretiminde gelişmeler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı*, Ankara, pp. 589-607.
- Yazıcıoğlu, Y., Erdoğan, S., 2004. *SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Detay Yayıncılık, 50 s., Ankara.

