



# ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF  
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X

EISSN 2564-7660



Cilt 8 No:2 Aralık 2022

Vol: 8 Issue: 2 December 2022



*Foto: Ferhat Bolat*

*Sinop/Ayancık/Yenice Orman İşletme Şefliği 73 No'lu Doğu Kayını  
(Fagus orientalis Lipsky.) Gen Koruma Ormanı*



**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
Dr.Öğr.Üyesi 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: 8 No: 2 Aralık 2022**

**Vol: 8 Issue: 2 December 2022**

**Editör Kurulu**

**Doç. Dr. Meriç ÇAKIR**  
Editör

**Dr. Ferhat BOLAT**  
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. Ferhat BOLAT**

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 DİZİN, SOBIAD, DRJI, Google Scholar**

**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian  
Journal of Forest  
Research**

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

**Cilt: 8 No: 2 Aralık 2022 Vol: 8 Issue: 2 December 2022**

**Board of Editors**

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

**Dr. Ferhat BOLAT**  
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 BİRBEN</b>	Forestry Law

**Compositor & Cover Design  
Dr. Ferhat BOLAT**

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, SOBIAD, DRJI, Google Scholar**



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

• Bir Toros Sediri ( <i>Cedrus libani</i> A. Rich.) ağaçlandırma alanında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği	
• <i>Effect of slope on growth of a Taurus Cedar (Cedrus libani A. Rich.) afforestation: A case study from Dinarg</i>	1
<b>Nilüfer Yazıcı, Ahmet Alper Babalık, Nebi Bilir</b>	
• Gökçeada-Yenibademli Höyük'te bulunan Erken Bronz Çağ II Dönemi'ne ait karbonize meşe odunları	
• <i>Oak wood charcoals dated to Early Bronze Age II period in Yenibademli Höyük, Gökçeada Island</i>	6
<b>Barbaros Yaman, Halime Hüryılmaz</b>	
• Determination of physical and mechanical properties of plywood produced using beech, okoume and ozigo species	
• <i>Kayın, okume ve ozigo türleri kullanılarak üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi</i>	11
<b>Emre Birinci</b>	
• Validation of Eumetsat H-Saf space-born snow water equivalent product (H13) for the 2020-2021 snow year over Turkey	
• <i>Eumetsat H-Saf H13 uzay tabanlı kar suyu eşdeğeri ürününün 2020-2021 kar yılı için yersel kar derinliği ölçümleriyle Türkiye üzerinde doğrulanması</i>	16
<b>Semih Kuter, Çağrı Hasan Karaman, Mustafa Berkay Akpınar, Zuhul Akyürek</b>	
• Gönüllü coğrafi veriler ile dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi: Datça Yarımadası örneği	
• <i>Modeling of temporal and spatial changes of mountain bike use with voluntary geographical data: the case of the Datça Peninsula</i>	22
<b>Ahmet Uslu</b>	
• Kamilet Vadisi (Arhavi, Artvin) memeli türleri ve koruma statüleri	
• <i>Mammal species of Kamilet Valley (Arhavi, Artvin) and their conservation status</i>	33
<b>Perinçek Seçkinozan Şeker, Gökçe Ali Keleş</b>	
• Odun üretim çalışmalarından sonra meşcerede kalan ağaçlardaki zararların incelenmesi (Belgrad Ormanı örneği)	
• <i>Assessment of residual tree damage after harvesting operation: case study of Belgrad Forest</i>	40
<b>Tolga Öztürk, Muhittin İnan</b>	
• Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi	
• <i>Color change against the natural aging effect of water-based protective layers on some etched wood materials</i>	46
<b>Dursun Kemal Bayraktar, Hacı İsmail Kesik</b>	



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

<ul style="list-style-type: none"><li>In vitro propagation of <i>Gypsophila germanicopolitana</i> Hub.-Mor. an endangered and edaphic endemic in Çankırı</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Çankırı ilinde yok olma tehlikesi altındaki ve edafik endemik <i>Gypsophila germanicopolitana</i> HUB.-MOR.'un in vitro koşullarda çoğaltımı <b>Migane Nimaan Abdullahi, Mehmet Sezgin</b></li></ul>	53
<ul style="list-style-type: none"><li>Batı Karadeniz kıyı bölgesi'nde yetişen Kayın (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisi</li><li><i>The relationship among ecosystem variables and physical and mechanical properties of eastern beech (Fagus orientalis Lipsky) wood grown in the coastal region of the western Black Sea Region of Turkey</i> <b>Oktay Yıldız, Şahin Bircan</b></li></ul>	61
<ul style="list-style-type: none"><li>Çankırı Eldivan yöresinde Anadolu Karaçamı (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe) doğal gençliklerine Çam Ökseotu (<i>Viscum album</i> subsp. <i>austriacum</i> (Wiesb.) Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvikültürel yaklaşımlar</li><li><i>Determination of degree of Pine Mistletoe (Viscum album subsp. austriacum (Wiesb.) Vollm.) infection on Anatolian Black Pine (Pinus nigra subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) saplings and silvicultural approaches in Çankiri-Eldivan Region</i> <b>Dilek Akkaya, Figen Çakır</b></li></ul>	73
<ul style="list-style-type: none"><li>Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi</li><li><i>Investigation of modern pollen distribution in Kargı Village Sweetgum forest (Burdur, Türkiye)</i> <b>Nurgül Karlıoğlu Kılıç, Rüya Yılmaz Dağdeviren, Elif Ayşe Yıldırım, Emirhan Berberoğlu, Çağlar Çakır</b></li></ul>	80
<ul style="list-style-type: none"><li>Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri</li><li><i>The effects of slope aspect on litter and top soil properties in Anatolian black pine forests</i> <b>Koray Demir, Ceyhun Göl</b></li></ul>	89
<ul style="list-style-type: none"><li>Kitle kaynaklı veriler kullanılarak anıt ağaçların 3 boyutlu modellenmesi: Boab hapisane ağacı örneği</li><li><i>3D modeling of monumental trees using crowdsourced data: a case study of the Boab prison tree</i> <b>Ahmet USLU, Murat UYSAL</b></li></ul>	98



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makalesi / Research Article

- A simple approach on forest roads drainage structures planning using GIS: A case study of Şile-Turkey
- *Orman yolları drenaj yapılarının CBS kullanılarak planlanmasında basit bir yaklaşım: Şile-Türkiye örneği* 104  
**Muhittin İnan, Tolga Öztürk**
- Yenilenebilir maddelerle hazırlanan cyan renk ofset baskı mürekkebinin basılabilirlik analizleri
- *Printability analysis of cyan color offset printing ink prepared with renewable materials* 111  
**Pelin Hayta, Mehmet Oktav, Zafer Özomay, Özlem Ateş Duru**
- Ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişki
- *The relationship between hopelessness and psychological resilience levels of forestry students* 116  
**Nadir Ersen, İlker Akyüz, Kadri Cemil Akyüz**

### Derleme / Review

- İğne yapraklı orman ağaçlarında tohum ve kozalak zararlıları
- *Seeds and cone pests on conifer species* 127  
**Ergin Yılmaz, Sezgin Ayan, Sabri Ünal**
- İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: İklim akılcı ormancılık bakış açısı
- *Effects of climate change on forests: Climate-smart forestry perspective* 142  
**Murat Sargıncı, Fadime Beyazyüz**

### Düzeltilme / Erratum

- Hercai menekşenin gelişim ve kalite parametreleri üzerine fındık zurufunun olgunlaşma zamanı ile besin çözeltisinin etkileri
- *Effects of maturity time of hazelnut husk and nutrition solution on growth and quality parameters of wild pancy* 150  
**Nuray Çiçek, Bayram Cemil Bilgili, Cengiz Yücedağ, Mustafa Kahya**





## Bir Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği

Nilüfer Yazıcı<sup>1\*</sup>, Ahmet Alper Babalık<sup>1</sup>, Nebi Bilir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 28/06/2022

Kabul Tarihi: 27/09/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1137004>

\* Sorumlu yazar:

[niluferyazici@isparta.edu.tr](mailto:niluferyazici@isparta.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Ağaçlandırma çalışmalarının başarısında, birçok fizyografik ve biyolojik faktör rol oynamaktadır ve eğim önemli fizyografik faktörlerden biridir. Bu çalışma Afyonkarahisar ili Dinar ilçesinde yer alan bir Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahasında yürütülmüştür. Farklı eğimlerden (%0, %5-10, %15-25) oluşan 20x10 m büyüklüğündeki, 3 örnek alanda eğimin fidan boy ve dip çapı üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulanan varyans analizi sonucunda eğimler boy bakımından anlamlı farklılık gösterirken, dip çap bakımından göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Korelasyon analizi sonucunda ise %5-10 ( $r=0,806$ ) ve %15-25 ( $r=0,852$ ) eğimler ile eğimlerin birlikte değerlendirilmesinde ( $r=0,826$ ), boy ve dip çap arasında anlamlı ( $p<0,05$ ) pozitif ilişkiler ortaya çıkarken, düz eğimde anlamlı ilişki bulunamamıştır. Çalışma sonucunda, örnek alanların genelinde ortalama fidan boyu 179,19 cm ve dip çap 47,5 mm bulunmuş ve düz eğim, diğer eğimlere göre bu özellikler bakımından (195,51 cm ve 49,28 mm) daha iyi performans göstermiştir. Çalışma sonuçları kültür bakımı ve diğer ağaçlandırma uygulamalarında eğim faktörünün önemini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Boy, çap, eğim, Toros Sediri

## Effect of slope on growth of a Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) afforestation: A case study from Dinar

### ABSTRACT

Many physiographic and biological factors such as slope which is an important physiographic factor could be effective on success of afforestation practices. This study was carried out in Afyonkarahisar province Dinar district in a Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) afforestation area. Effect of slopes (0%, 5-10% and 15-25%) were investigated on growth performances of Taurus Cedar based on seedling height and diameter at base by 3 sampled areas (20x10 m). Averages of 179.19 cm for seedling height and 47.5 mm for diameter at base in the groups, while straight area had the highest growth performances for the characteristics (195.51 cm and 49.28 mm). Slopes showed significant differences for seedling height opposite to diameter at base ( $p>0.05$ ) based on results analysis of variance. Positive and significant ( $p<0.05$ ) relations were found between seedling height and diameter at base for combined of slopes ( $r=0.826$ ), 5-10% ( $r=0.806$ ) and 15-25% ( $r=0.852$ ) slopes, while there was no significant relation in straight slope by results of correlation analysis. Averages of 179.19 cm for seedling height and 47.5 mm for diameter at base in the groups, while straight area had the highest growth performances for the characteristics (195.51 cm and 49.28 mm). Results of the study showed importance of slope for cultural tending and other afforestation practices.

**Key Words:** Height, diameter, slope, Taurus Cedar

*Bu makaleye atıf:*

Yazıcı, N., Babalık, A.A., Bilir, N., 2022. Bir Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 1-5.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Güncel ormancılık verilerine göre, 22,93 milyon hektar büyüklüğündeki Türkiye ormanlarının 9,67 milyon hektarı verimsiz orman vasfındadır (OGM, 2021). Çalışmaya konu Toros Sediri'nin (*Cedrus libani* A. Rich.) ise 402319 hektar büyüklüğündeki orman alanının 134179 hektarı verimsiz orman vasfında olup ağaçlandırmaya konu alanlardandır (OGM, 2021). Ancak türün potansiyel yayılış alanının 600000 ha olduğu belirtilmektedir (Boydak ve Çalikoğlu, 2008). Toros Sediri, Türkiye ağaçlandırma çalışmalarında en yaygın kullanılan türlerden biri olup (Ayan et al., 2021), İtalya (Fusaro, 1990), Bulgaristan (Tsanov et al., 1990) ve Arjantin (Ottone and Carloni, 1990) gibi birçok ülke için yabancı tür yani ağaçlandırma potansiyeli taşımaktadır. Bu hususlar, türün ağaçlandırma çalışmalarının irdelenmesinin önemini de artırmaktadır. Gerek bu verimsiz ormanların amacına uygun bir şekilde verimli hale getirilmesi ve gerekse potansiyel alanların değerlendirilmesinde türün, ağaçlandırma faaliyetleri ön plana çıkmaktadır.

Bunlarla birlikte, bu ağaçlandırma uygulamalarının başarısında; tür, orijin, toprak özellikleri, eğim, bakı, yükselti, yöre ve ağaçlandırma yöntemi gibi birçok faktörün etkili olabileceği bilinmektedir. Bu faktörlerden biri olan eğimin orman ağaçları gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla değişik orman ağacı türleri üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu konuda Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türleri üzerinde yapılan çalışmalarda; eğim ile verimlilik arasında negatif yönde ilişkiler bulunmuştur (Çepel ve ark., 1977; Zech ve Çepel, 1982; Eruz, 1984).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği bağlamında, yükselti ve bakı ile su ve toprak muhafazası bakımından eğim gibi faktörlerin öneminin daha da artacağı aşikârdır. Buna karşın Toros Sediri'nde, tür ve çevresel faktörlerin büyüme etkisi (Yazıcı, 2018), tür ağaçlandırmasının incelenmesi (Bilir et al., 2018), ağaçlandırma yöntemi (Boydak and Aghan, 1990; Bilir, 2021) ve tür ağaçlandırmasının toprak özelliklerine etkisi (Yazıcı and Turan, 2016) konularında birçok çalışma gerçekleştirilirken türde eğimin büyüme özelliklerine yönelik sınırlı sayıda (Karataş ve Özkan, 2017) çalışmaya rastlanmıştır.

Tarafımızca gerçekleştirilen bu ön çalışmada, eğimin fidan boy ve dip çapı üzerine olan etkisi araştırılmış ve türün ağaçlandırma faaliyetlerine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

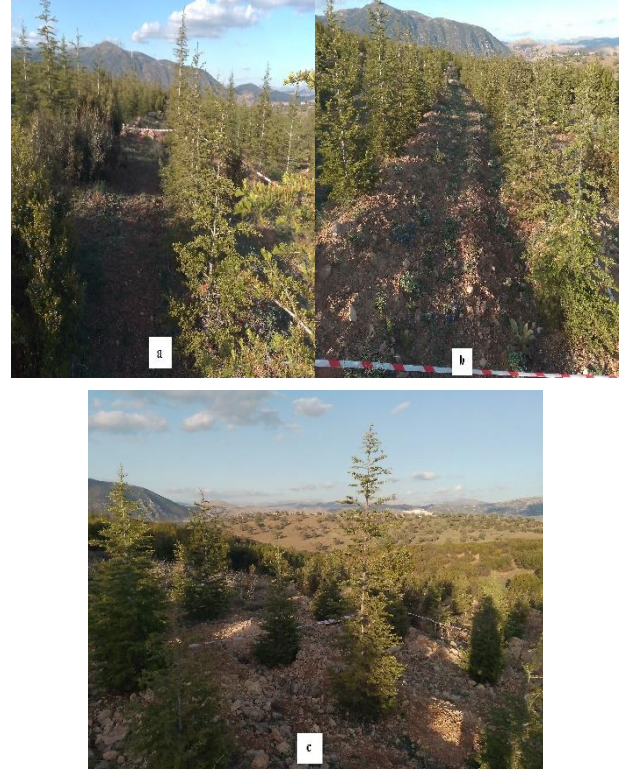
### 2.1 Çalışma alanı

Çalışmaya konu saha, Afyonkarahisar ili Dinar ilçesinde Senirkent tohum meşceresinden (38°05'23" Kuzey enlemi, 30°42'20" Doğu boylamı, 1600 m yükselti) toplanan tohumlardan Eğirdir Orman Fidanlığı'nda yetiştirilen 2+0 yaşlı çıplak köklü fidanlarla 2x1.5m aralıklı mesafede (~3333 fidan/ha) dikim yoluyla ve teraslama yöntemiyle tesis edilmiştir. Çalışma bu sahanın, 6 yaşlı Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahasında üç farklı eğime (%0, %5-10, %15-25) göre birbirine yaklaşık 100 metre mesafede örneklenen 20x10 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki alanlarda gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1,

Şekil 1). Çalışma kapsamında düz eğimden 39, %5-10 eğimden 50 ve %15-25 eğimden 31 fidanda ölçüm gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 1.** Örnek alanların coğrafik özellikleri

Eğim	Enlem (N)	Boylam (E)	Yükselti (m)
Düz (%0)	38°04'308"	30°05'965"	961
%5-10	38°04'320"	30°06'007"	958
%15-25	38°04'307"	30°06'031"	950



**Şekil 1.** Örnek alanlardan görünümler (a: %0, b: %5-10, c: %15-25)

Çalışmanın amacına uygun olarak, toprak özellikleri, yükselti, bakı gibi diğer faktörlerin etkisini minimize etmek yani yeknesallaştırmak amacıyla çalışma değişik eğime sahip, sınırlı bir alanda gerçekleştirilmiş ve %5-10 ve %15-25 eğime sahip alanlar doğu bakıdan örneklenmiştir. Örnek alanlar, taşlıklılı, kayalıklılı, kalker anataşlı killi orman toprağı yapısına sahiptir.

### 2.2 Özellikler

Örneklenen alanlarda 2021 yılı büyüme dönemi sonunda sağlıklı bireylerde fidan boy (cm) ve dip çap (mm) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

### 2.3 Verilerin değerlendirilmesi

Örnek alanlarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı ile değerlendirilmiştir (SPSS, 2011). İki karakter arasındaki fenotipik ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ( $r_p$ ) ile aşağıdaki eşitlik yardımıyla tahmin edilmiştir (Rohlf and Sokal, 1995).

$$r_p = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (1)$$

Eşitlikte;

$\sum xy$ : x ve y karakterlerinin çarpınlar toplamını,

$\sum x^2$ ,  $\sum y^2$ : karakterlerin fenotipik varyanslarını ifade etmektedir.

Örnek alanların boy ve çap bakımından karşılaştırılması amacıyla aşağıdaki doğrusal varyans analizi (ANOVA) modeli uygulanmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij} \quad (2)$$

Modelde;

$Y_{ij}$ : i. sahanın, j. bireyinin özelliğini,

$\mu$ : genel ortalamayı,

$e_{ij}$ : hatayı göstermektedir.

Alanlar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı farklılığın belirlenmesiyle ( $p < 0,05$ ) Duncan testi uygulanarak benzerlikler test edilmiştir.



Şekil 2. Ölçümlerden bir görünüm

### 3. Bulgular ve Tartışma

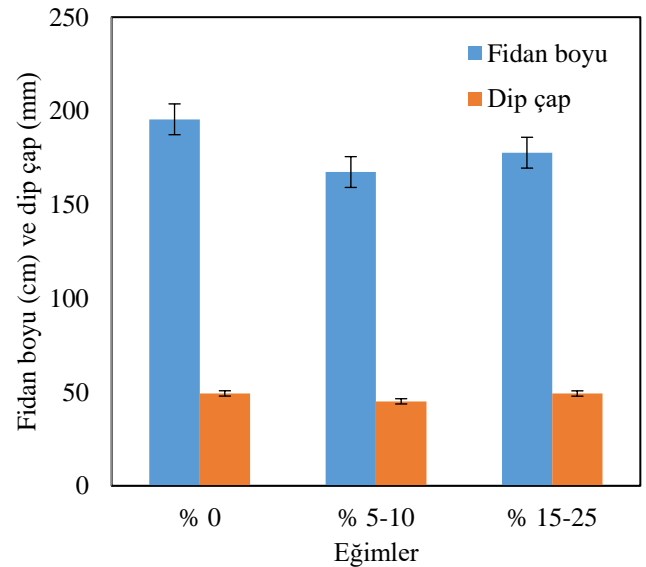
#### 3.1 Fidan boyu ve dip çapı

Çalışma sonucunda eğimlere bakılmaksızın örnek alanların genelinde ortalama fidan boyu 179,19 cm ve dip çap 47,5 mm olarak bulunurken (Çizelge 2, Şekil 3), örnek alan içi bireyler arasında geniş farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 4). Örnek alan içi bu geniş farklılıklar, fidanın yetiştirildiği tohum ağacının önemini vurgulamaktadır. Bir başka yörede, türün aynı yaşlı ağaçlandırmaları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada ise ortalama fidan boyu 161,3 cm ve dip çap 38,7 mm bulunmuştur (Özel ve ark., 2018). Aynı tür üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada 9. yaş ortalama boy ve dip çap değerleri 201 cm ve 32,3 mm belirlenmiştir (Bilir, 2004). Koçaş (2011), 6 yaşındaki Toros Sediri dikim sahalarında yapmış olduğu çalışmada, ortalama fidan boyu ve dip çapı sırasıyla; 146,7 cm ve 38,3 mm hesaplamıştır. Çizelge 2'den de görüldüğü üzere, düz eğim, boy bakımından 195,51 cm ve dip çap bakımından 49,28 mm ortalama değerle, diğer eğimlere göre daha yüksek büyüme performansı göstermiştir. Bu sonuç, ağaçlandırma faaliyetlerinde eğim ve yöresel ormancılığın önemini göstermektedir.

Çizelge 2. Özelliklere ilişkin ortalama ve varyasyon katsayısı (CV) değerleri

Eğim	Fidan Boyu (cm)		Dip Çap (mm)	
	Ortalama*	CV (%)	Ortalama	CV (%)
Düz (%0)	195,51 <sup>c</sup>	26,67	49,28	19,76
% 5-10	167,38 <sup>a</sup>	21,56	45,04	16,33
% 15-25	177,71 <sup>ab</sup>	32,77	49,23	34,69
Genel	179,19	27,37	47,50	23,98

\*: Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.



Şekil 3. Eğimlere göre ortalama boy ve çap değerleri



Şekil 4. %15-25 Eğim grubunda fidan boyu varyasyonu

Uygulanan varyans analizi sonucunda boy bakımından eğimler arasında anlamlı ( $p < 0,05$ ) fark belirlenirken, dip çap bakımından eğimlerin benzer ( $p > 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3) ve Duncan testi sonucunda düz eğimli örnek alanın diğer örnek alanlardan farklı bir grup oluşturduğu anlaşılmıştır. Toros Sediri üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise örnek alanlar arasında boy bakımından istatistiksel düzeyde anlamlı fark belirlenemezken, çap bakımından örnek alanlar arasında istatistiksel bakımdan ( $p \leq 0,05$ ) anlamlı fark belirlenmiştir (Özel ve ark., 2018). Tür üzerinde gerçekleştirilen diğer çalışmalarda da örnek alanlar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Koçaş, 2011; Bilir, 2021). Karataş ve Özkan (2017), Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara yörelerindeki Toros Sediri ağaçlandırmalarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, boy gelişimi üzerindeki etkili fizyografik faktörlerin enlem ve yamaç konumu olduğunu belirlemişlerdir. Fıstıkçamı'nın (*Pinus pinea* L.) 20 yıllık ağaçlandırma sonuçlarının değerlendirildiği çalışmada ise göğüs yüksekliği çapına eğim ve yükselti etmeni etkili bulunurken; ağaç boyuna bakı ve yükselti etmeni etkili, eğim etmeninin ise etkisiz olduğu belirlenmiştir (Üçler ve Arpacı, 2017). Bu sonuçlara türün büyüme performansının; toprak özelliği, bakı, yükselti, iklim gibi birçok çevresel ve fizyografik faktörler ile tohum kaynağı gibi biyolojik faktörlerden etkilenebileceğini göstermektedir.

%15-25 eğime sahip örnek alan dışındaki diğer iki eğim ve alanların genelinde fidan boyu varyasyonu dip çap varyasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç seleksiyon/bakım çalışmalarında fidan boyunun, dip çapa göre daha geniş uygulama olanağı sağlayacağını göstermektedir.

Düz (%0 eğim), %5-10 ve %15-25 eğime sahip örnek alanlarda ölçüm yapılan birey sayısı sırasıyla 39, 50 ve 31 adet olarak tespit edilmiştir. Bu birey sayılarına göre, 6. yılın sonunda yaşama yüzdesi eğimlerde sırasıyla %59, %75 ve %47 olup, bu sonuç özellikle %15-25 eğime sahip alanlarda önemli bakım uygulamalarından olan tamamlamanın gerekliliğini göstermektedir.

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları

Özellik	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	F Oranı	Önem Düzeyi (p)
Fidan boyu	Gruplar arası	17432,681	2	3,790	0,025
	Grup içi	269085,911	117		
	Toplam	286518,592	119		
Dip çap	Gruplar arası	518,763	2	2,031	0,136
	Grup içi	14939,737	117		
	Toplam	15458,500	119		

### 3.2 Fidan boyu ve dip çap arasındaki ilişkiler

Fidan boyu ve dip çap arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla eğimlerin tamamına uygulanan korelasyon analizi sonucunda, boy ve dip çap arasında anlamlı pozitif ilişki ( $r=0,826$ ,  $p < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Şekil 5). Eğimlere ayrı ayrı uygulanan korelasyon analizi sonucunda ise %5-10 ( $r=0,806$ ) ve %15-25 ( $r=0,852$ ) eğimlerde boy ve dip çap arasında anlamlı ( $p < 0,05$ ) pozitif ilişkiler ortaya çıkarken, düz eğimde (%0) anlamlı ilişki bulunamamıştır (Şekil 5). Fidan boyu ve dip çap arasında belirlenen anlamlı pozitif ilişki, Toros Sediri üzerinde gerçekleştirilen diğer çalışmalarda da ortaya çıkmıştır (Bilir, 2004; Koçaş, 2011; Yazıcı, 2018; Özel et al., 2018; Bilir, 2021). Bu sonuçlar ileriki çalışmaların sadece fidan boyu veya dip çap, yani tek bir karakterle gerçekleştirebileceğini göstermesi açısından önem arz etmektedir.

### 4. Sonuç

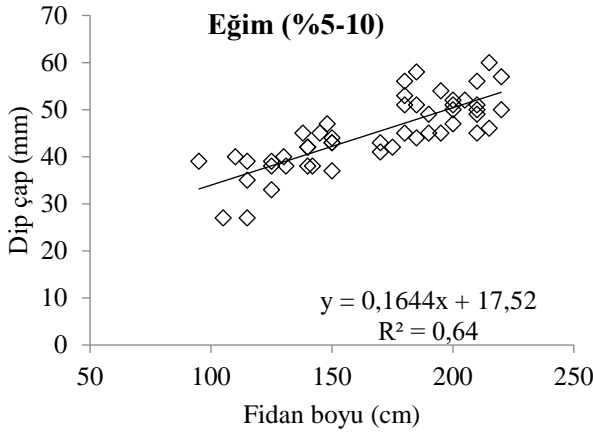
Düz eğim grubu boy (195,51 cm) ve çap (49,28 mm) bakımından diğer eğimlere göre daha yüksek büyüme performansı göstermiştir.

Varyans analizi sonucunda boy bakımından eğimler arasında anlamlı ( $p < 0,05$ ) fark belirlenirken, dip çap bakımından eğimlerin benzer ( $p > 0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır. %15-25 eğime sahip örnek alan dışındaki diğer iki eğim grubu ve alanların genelinde fidan boyu varyasyonu dip çap varyasyonundan daha yüksek bulunmuştur.

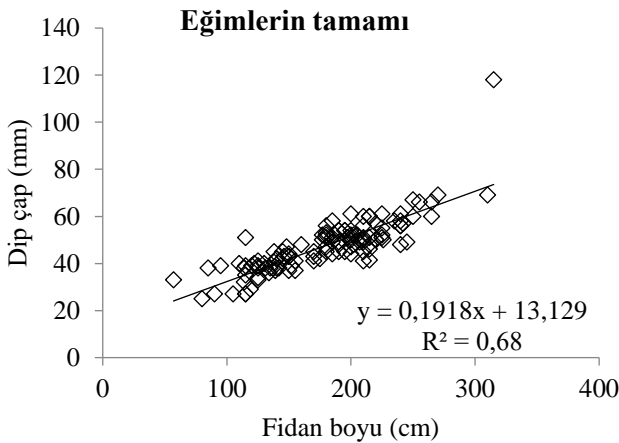
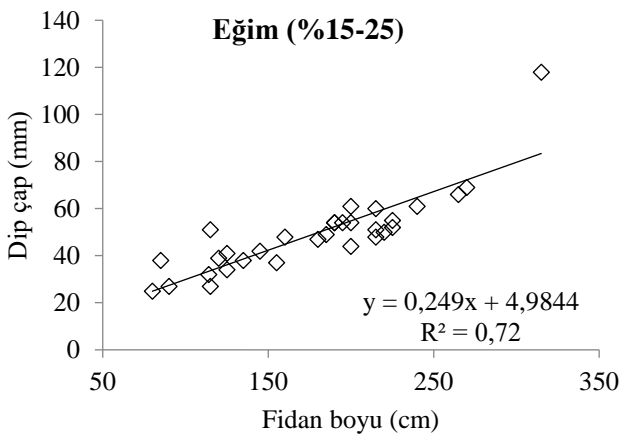
Düz (%0 eğim), %5-10 ve %15-25 eğime sahip örnek alanlarda 6. yılın sonunda yaşama yüzdesi sırasıyla %59, %75 ve %47 bulunmuştur.

Uygulanan korelasyon analizi sonucunda, boy ve dip çap arasında anlamlı pozitif ilişki ( $r=0,826$ ,  $p < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma %25 eğime kadar olan sınırlı bir alanda gerçekleştirilmiştir ve daha farklı eğim ve yörelere yönelik yeni çalışmaların planlanması yerinde olacaktır. Buna ek olarak çalışma, 6. yaş sonuçlarını içerdiğinden ileriki yaşlara yönelik yeni çalışmalar gerçekleştirilmelidir.



Şekil 5. Eğimlerde ve genelde fidan boyu-dip çap ilişkisi



## Kaynaklar

- Ayan, S., Yücedağ, C., Seho, M., 2021. Le cèdre du Liban en Turquie: une espèce prometteuse pour le reboisement et la réhabilitation forestière sous la contrainte du changement climatique. *Forêt Méditerranéenne*, 42(2), 1–14.
- Bilir, N., 2021. Growth performances in the planting and seeding areas of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *Agriculture and Forestry*, 67, 81-88.

- Bilir, N., 2004. Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) boy, çap ve hacim için yaşlar arası fenotipik ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A(1), 12-18.
- Bilir, N., Yazıcı, N., Özel, H.B., 2018. Examination of Taurus cedar (*Cedrus libani*) afforestation in Isparta province of Turkey. *International Conference Reforestation Challenges*, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, 33 p.
- Boydak, M., Ayhan, A.S., 1990. Afforestation of karstic areas in Anamur region by sowing of cedar seeds. *Journal of Forest Research Institute*, 36, 7-21.
- Boydak, M., Çalikoğlu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü. *Orman Genel Müdürlüğü Vakfı yayımları*, Ankara, 284 s.
- Çepel, N., Dündar, M., Günel, A., 1977. Türkiye'nin önemli yetişme bölgelerinde saf Sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etkenler arasındaki ilişkiler. *TÜBİTAK Proje No: TOVAG 154*, Ankara.
- Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü saf Karaçam meşcerelerinin boy gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler. *İ.Ü. Yayınları*, Yayın No: 3264, Orman Fakültesi Yayın No:318, İstanbul.
- Fusaro, E., 1990. Characteristics and distribution of cedar in Italy. *International Cedar Symposium*, Antalya, p. 273-285.
- Karataş, R., Özkan, K., 2017. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, A, 4 (1), 12-21.
- Koçaş, A., 2011. Seydişehir Yöresindeki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 50 s.
- OGM, 2021. Ormanlık İstatistikleri. *Orman Genel Müdürlüğü*, Ankara. [www.ogm.gov.tr](http://www.ogm.gov.tr)
- Ottone, R.J., Carloni, C., 1990. Aspects of cedar cultivation in the Argentine Republic. *International Cedar Symposium*, Antalya, pp. 260-265.
- Özel, S., Cetinkaya, D., Bilir, N., 2018. Investigation of plantations in Isparta-Yalvac district. *International Journal for Research in Applied Science Engineering Technology*, 6 (2), 1899-1903.
- Rohlf, F.J., Sokal, R.R., 1995. *Statistical tables*. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0.
- Tsanov, T., Naidenov, Y., Kalmoukov, K., 1990. Le cedre (*Cedrus*) en Bulgariestat et perspectives. *International Cedar Symposium*, Antalya, pp. 308-324.
- Üçler, Ö.A., Arpacı, M., 2017. Balıkesir-Burhaniye yöresi fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırmalarında bazı fizyografik etmenlerle çap, boy ve kozalak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 218-227.
- Yazıcı, N., 2018. Effect of species and environmental factors on growth performances in afforesration of *Cedrus libani* and *Pinus brutia*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 6913-6917.
- Yazıcı, N., Turan, A., 2016. Effect of forestry afforestation on some soil properties: A case study from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25, 2509-2513.
- Zech, W., Çepel, N., 1982. Güney Anadolu'daki bazı *Pinus brutia* meşcerelerinin gelişimi ile toprak ve reliyef özellikleri arasındaki ilişkiler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, No: 191.



## Gökçeada-Yenibademli Höyük'te bulunan Erken Bronz Çağ II Dönemi'ne ait karbonize meşe odunları

Barbaros Yaman<sup>1\*</sup>, Halime Hüryılmaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği ABD, 74100, Bartın

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Protohistorya ve Önasya Arkeolojisi ABD, Ankara

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/07/2022

Kabul Tarihi: 27/09/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1139571>

\* Sorumlu yazar:

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

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Yenibademli Höyük 2014 yılı kazılarında *Pithos* Magazini içinde ele geçirilen farklı boyutlardaki karbonize olmuş ahşap parçalarının taksonomik olarak Fagaceae familyasından *Quercus* (meşe) cinsi (%95) ve Ericaceae familyasından *Arbutus* cinsine (%5) ait oldukları tespit edilmiştir. Meşe olarak teşhis edilenlerin tamamı Akmeşeler gurubuna (seksiyon *Quercus*) dahildir. Bu ahşap parçalarının şiddetli yangın sırasında

ambar niteliği taşıyan yapının düz damının çökmesi ve tavanı alttan destekleyen ahşap dikmelerin devrilmesi sonucunda yapının içine düştükleri öngörülmektedir. Karbonize odun parçalarının analiz sonuçları, Erken Bronz Çağ II döneminde Yenibademli Höyük sakinlerinin meşeyi hem ahşap dikme hem de düz dam yapımında kullandıklarını göstermektedir. Ahşap malzemelerin işçiliğinde işlev kazanan ve farklı kazı dönemlerinde bulunan yassı ve sap delikli taş baltalardan başka, yerleşim yerinde iki adet madeni yassı balta da açığa çıkarılmıştır. 2014 yılı kazıları sırasında, az da olsa *Arbutus* cinsine ait karbonize ahşap örneklerine de rastlanılmıştır. *Pithos* Magazini içindeki çanağın yanında bulunan 50 cm uzunlukta ve 8 cm kalınlıktaki ahşap, muhtemelen düz damın çökmesiyle ambarın orta bölümüne düşmüştür. Bu örnek de *Arbutus* gövdelerinin az da olsa yapının üst örtüsünde kullanıldığına işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gökçeada, kömürleşmiş odun, meşe, odun anatomisi, Yenibademli Höyük

## Oak wood charcoals dated to Early Bronze Age II period in Yenibademli Höyük, Gökçeada Island

### ABSTRACT

The carbonized pieces of wood of various sizes found at various locations in the *Pithos* Magazine during the 2014 Yenibademli Hyk excavations belong to the *Quercus* (oak) genus (95%) of the Fagaceae family and to the *Arbutus* genus (5%) of the Ericaceae. All species referred to as oaks belong to the group of white oaks (section *Quercus*). It is predicted that these pieces of wood fell into the building, which is a warehouse, when the building's flat roof collapsed and the wooden pillars supporting the ceiling from below collapsed during the severe fire. The results of the analysis of the carbonized pieces of wood indicate that the Early Bronze Age II residents of Yenibademli Hyk used oak for both wooden pillars and flat roof structures. Yenibademli residents also made metal axes as well as stone axes with handle holes for woodworking. A small amount of carbonized wood of the genus *Arbutus* was also found during excavations in 2014. The 50 cm long and 8 cm thick wood found next to the bowl in the *Pithos* Magazine fell in the middle of the warehouse, possibly due to the flat roof collapsing. This specimen also shows that *Arbutus* trunks or branches were used as roofing material, albeit to a lesser extent.

**Key Words:** Gökçeada, carbonized wood, oak, wood anatomy, Yenibademli Mound

*Bu makaleye atf:*

Yaman, B., Hüryılmaz, H., 2022. Gökçeada-Yenibademli Höyük'te bulunan Erken Bronz Çağ II Dönemi'ne ait karbonize meşe odunları. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 6-10.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Ahşap, tarih öncesi dönemlerden günümüze değin hem yapı malzemesi hem de yakacak olarak kullanılan önemli doğal hammaddelerden biridir. Organik bir materyal olması nedeniyle mantar, bakteri, böcek ve nem gibi biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle yıllar içerisinde kolaylıkla bozulup çürüyebilen ahşap, bazı özel ortamlarda karbonlaşarak, mineralleşerek veya karbonlaşmadan anaerobik ortamlarda su ile doymuş olarak anatomik yapısını belirli ölçülerde koruyup günümüze ulaşabilmektedir (Kırnak-Ağcabay, 2006). Bazı el baltaları üzerindeki fitolit analizleri 1,7-1,5 milyon yıl öncesi dönemlere işaret etse de (Dominguez-Rodrigo et al., 2001), ahşabın kullanımı ile ilgili en eski kanıtlar İsrail’de 780 bin yıl öncesine tarihlenen bir kazı yerinden (Gesher Benot Ya’aqov) gelmiştir (Goren-Inbar et al., 2004; Werker, 2006; Lev-Yadun, 2007). Anadolu’da Neolitik, Kalkolitik, Bronz ve Demir çağlarına tarihlenen birçok yerleşim yerinde karbonize ahşap kalıntıları ele geçmiştir (Nesbitt, 1986; Nesbitt, 1995; Willcox, 2002). Anadolu’nun farklı ağaç ve çalı cinslerine ait bilinen en eski karbonize ahşap kalıntıları ise Antalya yakınlarında Öküzini ve Karain B (Epipaleolitik dönem) mağaralarında bulunmuştur (Martinoli, 2009). Karbonize ahşapların familia, cins veya tür bazında teşhis, tanım ve analizi, odunsu vejetasyonun eski dönemlerdeki yönetimi, zaman ve mekândaki değişimi, eski uygarlıkların ahşap kullanımı ve kültürü hakkında önemli bilgiler sağlayabilmektedir (Klusek and Kneisel, 2021).

Gökçeada’nın (İmbros) kuzeyinde, Büyükdere Vadisi’nde konumlanan Erken Bronz Çağ II döneminin bir yerleşimi (ca. 3000-2600 BC) olan Yenibademli Höyük’te arkeolojik kazılar Halime Hüryılmaz başkanlığında 1996 yılından beri devam etmektedir (Hüryılmaz, 1998, 2002, 2004, 2006, 2007, 2017) (Şekil 1). Yenibademli Höyük’te ele geçirilen bitki örnekleri arasında *Hordeum L.*, *Triticum L.*, *Lathyrus L.*, *Lens Mill.*, *Vicia L.*, *Lolium L.*, *Rumex L.*, *Linum L.*, *Pisum L.*, *Bromus Scop.* ve *Galium L.* gibi cinslere ait otsu türler (Oybak Dönmez, 2005; Oybak Dönmez and Hüryılmaz, 2022) ile birlikte *Quercus L.*, *Pinus L.*, *Phillyrea L.*, *Arbutus L.* ve *Ulmus L.* gibi odunsu ağaç, ağaççık ve çalı cinsleri de tespit edilmiştir (Yaman, 2011; Yaman and Hüryılmaz, 2014). Bu yazı, Yenibademli Höyük 2014 yılı kazılarında açığa çıkarılan ve şimdiye kadar yayımlanmamış olan karbonize ahşap örneklerinin odun anatomisi temelinde taksonomik teşhis sonuçlarını içermektedir.



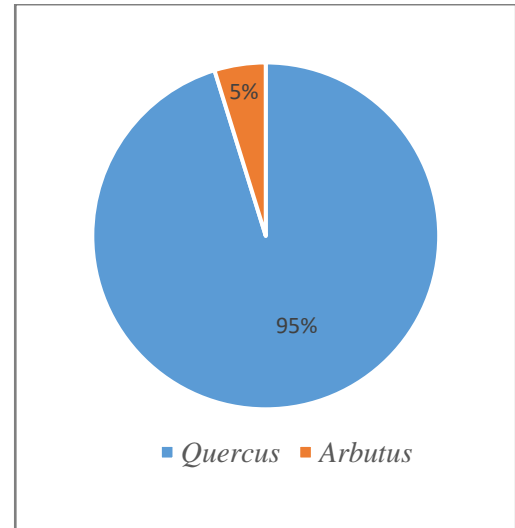
Şekil 1. Yenibademli Höyük, Gökçeada (İmbros)

## 2. Materyal ve Yöntem

Yenibademli Höyük 2014 yılı kazıları sırasında açığa çıkarılan tamamen karbonlaşmış ahşap örnekleri, çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Karbonize olmuş bir ahşabın radyal ve teğet yüzeylerinden mikrotomla kesit almak olanaklı değildir (Gaertner and Schweingruber, 2013). Enine yüzeyden ise “araldit” kullanılarak mikrotomla ince kesit almak imkân dâhilinde olsa da (Schweingruber, 2012), pratikte genellikle “kıрма yöntemi” kullanılmaktadır. Bu çalışmada da karbonize ahşap örnekleri ait oldukları gövde veya dalın boyuna eksenine dik, özışınlarına paralel ve dik olacak şekilde kırılarak enine, radyal ve teğet yüzeyler elde edilmiştir (Yaman, 2011; Yaman and Hüryılmaz, 2014; Yaman ve ark., 2017). Mümkün olduğu ölçüde düz olarak elde edilen bu yüzeylerde odunsu bitkilerin cinsine / türüne özgü odun anatomisi özellikleri dikkate alınarak üstten aydınlatmalı ışık mikroskobu ile karbonize ahşapların taksonomik olarak hangi cinslere / türlere ait oldukları belirlenmiştir (IAWA Committee, 1989; IAWA Committee, 2004). Teşhis işlemlerinde Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Odun Anatomisi ve Dendrokronoloji Laboratuvarı’nda bulunan ksilyum kontrol örneklerinden ve odun anatomisi atlaslarından yararlanılmıştır (Fahn et al., 1986; Benkova and Schweingruber, 2004; Akkemik and Yaman, 2012).

## 3. Bulgular

Karbonize ahşapların enine, radyal ve teğet yüzeylerinde üstten aydınlatmalı ışık mikroskobu ile yapılan incelemeler sonucunda, örneklerin Fagaceae familyasından *Quercus* (meşe) cinsi ile Ericaceae familyasından *Arbutus* cinsine ait oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 1). İncelenen örneklerin ağırlık olarak % 95,2’si *Quercus*, % 4,8’i ise *Arbutus* cinsine aittir (Şekil 2).



Şekil 2. 2014 kazısında odunsu cinslerin bulunma yüzdesi

**Çizelge 1.** Karbonize ahşapların taksonomik teşhis sonuçları

Açma ve Örnek Numarası	Toplama Tarihi	Miktar (gram)	Familiya	Cins	Grup veya Tür	Not
YBD.2014 G10 – 131	04/08/2014	3,3	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	1
YBD.2014 G10 – 148	05/08/2014	6,9	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	2
YBD.2014 G10 – 161a	06/08/2014	32,6	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus andrachne</i> /A. <i>unedo</i>	3a
YBD.2014 G10 – 161b	06/08/2014	91,4	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus andrachne</i> /A. <i>unedo</i>	3b
YBD.2014 G10 – 207	15/08/2014	628,7	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	4
YBD.2014 G10 – 208	15/08/2014	572,6	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	5
YBD.2014 G10 – 199	15/08/2014	60,7	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus andrachne</i> /A. <i>unedo</i>	6
YBD.2014 G10 – 212	15/08/2014	12,3	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	7
YBD.2014 G10 – 200	15/08/2014	46,8	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus andrachne</i> /A. <i>unedo</i>	8
YBD.2014 G10 – 242	16/08/2014	195,9	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	9
YBD.2014 G10 – 251	19/08/2014	2,7	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	10
YBD.2014 G10 – 252a	19/08/2014	360,1	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11a
YBD.2014 G10 – 252b	19/08/2014	331,5	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11b
YBD.2014 G10 – 252c	19/08/2014	387,2	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11c
YBD.2014 G10 – 252d	19/08/2014	596,8	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11d
YBD.2014 G10 – 252e	19/08/2014	912,9	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11e
YBD.2014 G10 – 252f	19/08/2014	312,2	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	11f
YBD.2014 G10 – 25	25/08/2014	68,3	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	12
YBD.2014 G10 – 108	25/08/2014	16,1	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	13
YBD.2014 G10 – 113	26/08/2014	203,6	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Seksiyon <i>Quercus</i>	14

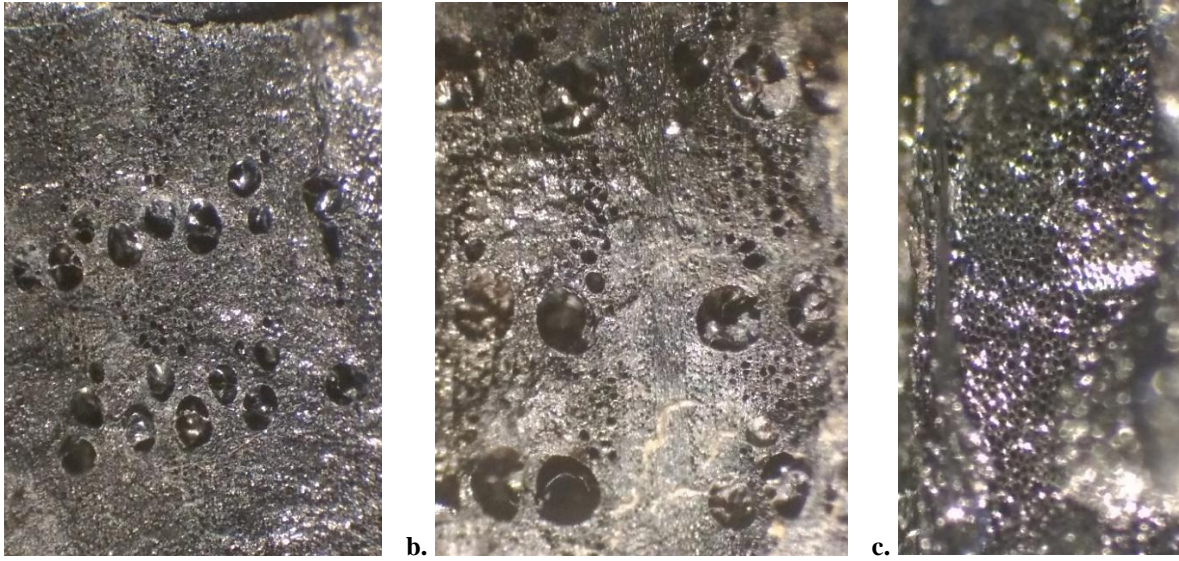
**\* Çizelge 1 ile ilgili notlar:**

1. YBD. 2014 G10.131 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, güney uzun duvarının kuzey yönünde bulunan örnek.
2. YBD. 2014 G10.148 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, kırılan büyük çömleğin içinden gelen örnek.
3. YBD. 2014 G10.161 a, b (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, depolama çömleğinin kuzey yönünden gelen örnek.
4. YBD. 2014 G10.207 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, kırılan *Pithos* No.1'in (küp) içinden gelen örnek. Dalın çapı 10 cm.
5. YBD. 2014 G10.208 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, yapının kuzey uzun duvarının yakınında bulunan örnek. Dal 2-3 cm kalınlıkta.
6. YBD. 2014 G10.199 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, mekânın orta kısmından gelen örnek. Dal parçası düz dama aittir.
7. YBD.2014 G10.212 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, mekânın orta kısmından gelen örnek. Dal parçası düz dama aittir.
8. YBD. 2014 G10.200 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, çanağın yanında bulunan örnek. Dal parçası 50 cm uzunlukta ve 8 cm kalınlıkta.
9. YBD. 2014 G10.242 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, *Pithos* No.2'nin içinde bulunan örnek.
10. YBD. 2014 G10.251 (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, *Pithos* No. 1 ve *Pithos* No. 2 arasında bulunan örnek.
11. YBD. 2014 G10.252 a, b, c, d, e, f (Kontrol Set Doğu). *Pithos* Magazini içinde, *Pithos* No. 1 ve *Pithos* No. 2 arasında bulunan örnekler. Çapı yaklaşık 24 cm. Bu örnekler tavanı alttan destekleyen ahşap dikmeye aittir.
12. YBD. 2014 G10.25 (G10 Açması). *Pithos* Magazini içinde, yanık toprak dolgudan gelen örnek
13. YBD. 2014 G10.108 (Kontrol Set Batı). *Pithos* Magazininin batı tarafındaki kontrol setin kazılması sırasında bulunan örnek.
14. YBD. 2014 G10.113 (Kontrol Set Batı). *Pithos* Magazininin batı tarafına yerleştirilen ve kırık durumda bulunan büyük bir *Pithosun* parçaları üzerinden gelen örnek.

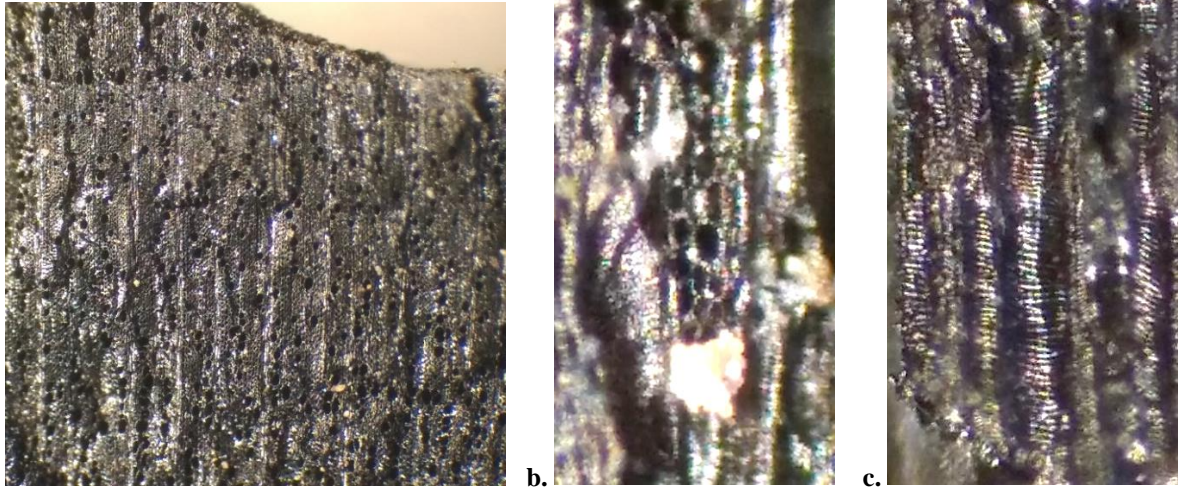
Odunlarının anatomik özelliklerine göre *Quercus* (meşe) cinsine ait türler 3 farklı grup altında sınıflandırılmaktadır (Akkemik and Yaman, 2012). Akmeşeler grubunda (seksiyon *Quercus*) odun halkalı traheli, ilkbahar-yaz odunu geçişi ani, yaz odunu traheleri çok sayıda ve küçük çaplı olup üçgen veya alev biçiminde (dendritic veya flame-like) alanlar oluşturur (Şekil 3). Kırmızı Meşeler de (seksiyon *Cerris*) Akmeşeler gibi halkalı trahelidir, ancak bunlarda ilkbahar-yaz odunu geçişi yavaş olup yaz odunu traheleri üçgen veya alev biçimindeki alanlarda değil, yaz odunu boyunca yıllık halka sonuna doğru radyal yönde tek tek bulunur. Ayrıca, Kırmızı Meşelerde yaz odunu traheleri Akmeşelere göre sayıca daha az ve çap olarak daha geniş, çeperleri de daha kalındır. İlkbahar odunu trahelerinde tül oluşumu Akmeşelerde hem diri odun hem de özodununda bulunurken, Kırmızı Meşelerde genellikle özodununda yaygındır. Herdem Yeşil Meşeler ise her iki gruptan farklı olarak dağınık trahelidir ve traheler bir yıllık halkadan diğerine doğru radyal yöndeki alanlarda yer alır. Her üç gruptaki türlerde,

boyutları değişmekle birlikte hem çok sıralı hem de tek sıralı özışınları bulunmaktadır. Bu çalışmada incelenen ve *Quercus* (meşe) olarak tanımlanan bütün örnekler Akmeşe grubundaki meşelerin odun anatomisi özelliklerini göstermektedir. Türkiye'de Akmeşeler grubuna ait 9 farklı meşe türü doğal olarak yetişmektedir. Akmeşelerden *Quercus pubescens* Willd. (Tüylü meşe) ve *Quercus infectoria* Oliv. (Mazı meşesi) Gökçeada'nın güncel odunsu florasında bulunmaktadır (Seçmen, 1977). *Arbutus* ise dağınık traheli bir odun yapısına sahiptir. Trahe hücrelerinin çeperlerinde çok belirgin helikal kalınlaşmalar vardır (Şekil 4). Perforasyon tablası çoğunlukla basit veya nadiren 2-3 bardan oluşan skalariformdur. Özışınları uniseri ve multiseridir. Multiseri özışınları çoğunlukla 2-3 sıralıdır (Akkemik and Yaman, 2012). *Arbutus* cinsinin 2 türü Türkiye'de doğal olarak yetişmektedir (*Arbutus andrachne* L. ve *Arbutus unedo* L.) (Yılmaz, 2014). Gökçeada'da güncel olarak her iki *Arbutus* türü de doğal olarak bulunur (Seçmen, 1977).





**Şekil 3.** (a) Enine yüzeyde halkalı traheli yıllık halkalar, büyük çaplı ilkbahar odunu traheleri ile yelpaze biçimindeki alanlarda çok küçük çaplı yaz odunu traheleri, ilkbahar odunu trahelerinde tül oluşumu, (b) a'daki özelliklere ilaveten aynı zamanda geniş özışını, (c) Teğet yüzeyde çok sıralı geniş özışını (kısmen)



**Şekil 4.** (a) Enine yüzeyde dağınık traheli yıllık halka, (b) Teğet yüzeyde üç sıralı özışını, (c) Radyal yüzeyde trahe çeperlerinde helikal kalınlasmalar

#### 4. Tartışma

*Pithos* Magazini (ambar) adı verilen yapı, kuzeybatı-güney doğu yönünde tasarlanmış ve yerleşimin tepe düzlüğünün hemen hemen merkezine inşa edilmiştir. Yerleşimciler tarafından ortak kullanılan bu yapı zamanın akışı içinde, bir arada yaşamın getirdiği dikkatsizlik sonucu tümüyle yanmıştır. Yapının içindeki kültür dolgusu toprağının kırmızı renkte oluşu, yangının çok büyük olduğunu göstermekte ve içindeki *Pithos*ların (erzak küpleri), çanakların, çömleklerin yangın sırasında kurtarılmadığına işaret etmektedir. 2014 yılı kazıları sırasında *Pithos* Magazini içinde değişik noktalarda ele geçirilen farklı boyutlardaki karbonize olmuş *Quercus* (meşe) odun parçaları, bu şiddetli yangın sırasında düz damın çökmesi ve yapı içinde tavanı alttan destekleyen ahşap dikmelerin devrilmesi ve yanması sonucunda yapının işlevini yitirdiğine işaret etmektedir. Elde edilen veriler Yenibademli Höyük'te barınan Erken Bronz Çağ II dönemi yerleşimcilerinin meşe odununu hem dikme hem de düz dam yapımında yapı

malzemesi olarak kullandıklarını göstermektedir. Yenibademli'nin açık denizde bir ada yerleşimi olduğu ve iklim koşullarının da, Erken Bronz Çağı'nda günümüze benzer özelliklerde olması gibi parametreler dikkate alındığında, yerleşimcilerin hırçın dalgalara maruz kıyılardan ayrılarak, yapı malzemesi ve bunların işlenmesinde kullanılan taş ve madeni baltaların üretimi için gerekli hammaddelere ulaşma konusunda, deniz aşırı arayışlardan çok adanın yerel kaynaklarından yararlanmayı tercih ettiklerini doğrular niteliktedir. Bugüne kadar yerleşimin farklı yapı katlarında bulunan pek çok taş balta üzerinde saptanan kullanım izleri, bu tür iş aletlerinin ahşap işçiliğinde kullanıldıklarına dolaylı da olsa kanıt oluşturmaktadır (Yaman and Hüryılmaz, 2014; Hüryılmaz, 2017). 2014 kazılarında az da olsa (% 5) *Arbutus* cinsine ait karbonize ahşap da bulunmuştur. *Pithos* Magazini içindeki çanağın yanında tespit edilen 50 cm uzunlukta ve 8 cm kalınlıktaki ahşap örneği (G10.200), muhtemelen düz damın çökmesiyle ambarın orta bölümüne düşmüştür. Bu örnek de *Arbutus* gövdelerinin az da olsa, Ege dünyasında Erken Bronz Çağı'nda karakteristik olan dal, saz ve

sıkıştırılmış toprak ile oluşturulan düz damda, materyalin bir ögesini oluşturduğuna işaret etmektedir.

### Teşekkür

Karbonize ahşap örneklerinin incelenmesi için gerekli izni veren T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Çanakkale Müze Müdürlüğü ile kazı başkanı Prof. Dr. Halime Hüryılmaz'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akkemik, Ü., Yaman, B., 2012. Wood Anatomy of Eastern Mediterranean Species. Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, pp.1-310.
- Benkova, V. E., Schweingruber F. H., 2004. Anatomy of Russian Woods. An Atlas for the Identification of Trees, Shrubs, Dwarf Shrubs and Woody Lianas from Russia. Birmensdorf, WSL, Bern, Stuttgart, Wien Haupt, 456 p.
- Dominguez-Rodrigo, M., Serrallonga, J., Juan-Tresserras, J., Alcalá, L., Luque, L., 2001. Woodworking activities by early humans: a plant residue analysis on both Acheulian stone tools from Peninj (Tanzania). *Journal of Human Evolution*, 40, 289–299.
- Fahn, A., Werker, E., Baas, P., 1986. Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, 221 p.
- Gaertner, H., Schweingruber, F.H., 2013. Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter, 78 p.
- Goren-Inbar, N., Alperson, N., Kislev, M.E., Simchoni, O., Melamed, Y., Ben-Nun, A., Werker, E., 2004. Evidence of hominin control of fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science*, 304, 725–727.
- Hüryılmaz, H., 1998. Gökçeada-Yenibademli Höyük 1996 Yılı Kurtarma Kazısı, [The 1996 Salvage Excavation of Gökçeada-Yenibademli Höyük], in: 19. Kazı Sonuçları Toplantısı I [Excavation Results I], Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara, 247-258.
- Hüryılmaz, H., 2002. Yenibademli Mound: An Early Bronze Age Settlement on the North-East Aegean Sea. Hacettepe University, Journal of Faculty of Letters, 19(1), 27–44 (in Turkish).
- Hüryılmaz, H., 2004. Gökçeada-Yenibademli Höyük'te Denizsel Troia I Kültürünün İzleri [Traces of the Maritime Troy I Culture at Yenibademli Höyük]. *Anadolu/Anatolia, Ek Dizi I (1–2)*, 115–122.
- Hüryılmaz, H., 2006. Mixed Food Economy of Gökçeada–Yenibademli Community in the Early Bronze Age, in: Avuç, B. (Ed.), *Studies in Honor of Hayat Erkanal: Cultural Reflection. Homer Press, Istanbul (in Turkish)*, pp. 430-439.
- Hüryılmaz, H., 2007. Gökçeada-Yenibademli Höyük: social life in a settlement of 5000 years. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi / Manas J. of Social Studies*, 9(17), 85-100.
- Hüryılmaz, H., 2017. Sap delikli taş baltalar özelinde Gökçeada-Yenibademli Höyük ve Balkan Yarımadası arasında ilişkiler, in: Erler, M. Y. (Ed.), *10. Balkan Tarihi Kongresi, 3-4 Aralık 2016, Uğur Ofset Matbaacılık, Samsun, s. 217-230.*
- IAWA Committee, 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. Wheeler, E.A., P. Baas, P.E. Gasson (Eds). *IAWA Bulletin n.s.*, 10(3), 219-332.
- IAWA Committee, 2004. IAWA list of microscopic features for softwood identification. Richter H.G., D. Grosser, I. Heinz, P.E. Gasson (Eds). *IAWA Journal*, 25(1), 1-70.
- Kırnak-Ağcabay, M., 2006. Paleobotanik biliminin tarihçesi ve çalışma yöntemleri: Anadolu'daki paleobotanik Çalışmalarına Genel Bir Bakış. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 199-214.
- Klusek, M., Kneisel, J., 2021. Woodland management practices in Bronze Age, Bruszczewo, Poland. *Forests*, 12, 1327.
- Lev-Yadun, S., 2007. Wood remains from archaeological excavations: A review with a Near Eastern perspective. *Israel Journal of Earth Science*, 56, 139–162.
- Martinoli, D., 2009. Reconstruction of Local Woodland Vegetation and Use of Firewood at Two Epipalaeolithic Cave Sites in Southwest Anatolia (Turkey), in: Fairbairn, A., Weiss, E. (Eds), *From Foragers to Farmers. Papers in Honour of Gordon C. Hillman. Oxbow Books, Oxford*, pp. 161-170.
- Nesbitt, M., 1986. The archaeobotany of Turkey: a review, in: 5th OPTIMA Meeting, Istanbul, 8-15 September, pp.329-349.
- Nesbitt, M., 1995. Plants and people in Ancient Anatolia. *Biblical Archaeologist*, 58(2), 68-81.
- Oybak Dönmez, E., 2005. Early Bronze Age crop plants from Yenibademli Höyük (Gökçeada), Western Turkey. *Environmental Archaeology*, 10(1), 39-49.
- Oybak Dönmez E., Hüryılmaz, H., 2022. Flax, *Bupleurum* and other plants at Early Bronze Age Yenibademli Höyük (Gökçeada), NW Turkey. *Environmental Archaeology*, DOI: 10.1080/14614103.2022.2063473.
- Schweingruber, F. H., 2012. Microtome sections of charcoal. *IAWA J*, 33, 327–328.
- Seçmen, Ö., 1977. The Flora and Vegetation Analysis of Gökçeada and Bozcaada Islands. Tübitak, Tbag-211, Ankara.
- Werker, E., 2006. 780,000-year-old wood from Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 54, 291-300.
- Willcox, G., 2002. Evidence for Ancient Forest Cover and Deforestation from Charcoal Analysis of Ten Archaeological Sites on the Euphrates, in: Thiébault, S. (Ed.), *Charcoal Analysis, Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses. BAR Int. Series 1063*, pp.141-145.
- Yaman, B., 2011. Anatomy of archaeological wood charcoals from Yenibademli Mound (Imbros), Western Turkey. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 11, 33-39.
- Yaman, B., Hüryılmaz, H., 2014. The identification of wood charcoals from an Early Bronze Age Mound (Yenibademli) in Western Turkey. *Drewno*, 57(193), 97-108.
- Yaman, B., Akyol, A. A., Erten, E., 2017. Olba Akropolisü kuzey kule kazısından ele geçen karbonize ahşap malzemenin anatomik analizi. *Seleucia*, 7, 411-419.
- Yılmaz, H., 2014. *Arbutus L.*, in: Akkemik, Ü. (Ed.), *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, pp.511-513.*



## Determination of physical and mechanical properties of plywood produced using beech, okoume and ozigo species

Emre Birinci <sup>1</sup>\*

<sup>1</sup> Kastamonu University, Araç Rafet Vergili Vocational School and Higher Education, Department of Forestry and Forest Products, 37800, Kastamonu/Türkiye

### ARTICLE INFO

Received: 05/07/2022

Accepted : 12/09/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1141172>

\*Corresponding author:

ebirinci@kastamonu.edu.tr

### ABSTRACT

### Research Article

Wood and wood-based materials are widely used in the construction industry in the world. The sustainable and renewable nature of wood is seen as an important advantage in contrast to non-renewable resources such as aluminum, steel, concrete, and plastic. In order to protect the advantages of wood and eliminate / reduce its disadvantages, plywood, particle board, fiber board, LVL, CLT, wood plastic composites etc. such as

new wood-based engineering products are produced. Plywoods are widely used in automotive, construction, furniture, and many industries. In our country, plywoods are produced using tropical species as well as native tree species. In this study, density, water absorption, thickness swelling, bending resistance, elasticity of modulus in bending and shear strength values of plywood made of beech, okoume and ozigo wood species are investigated. Comparison of plywood produced from tropical species with beech has been made. It has been determined that beech plywood has higher density than okoume and ozigo plywood. It has been determined that beech plywood has higher density than okoume and ozigo plywood. It has been observed that there is a linear relationship between the bending strength, elasticity modulus and shear strength values of beech plywood and their full dry density.

**Key Words:** Plywood, beech, okoume, ozigo, shear strength

## Kayın, okume ve ozigo türleri kullanılarak üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi

### ÖZ

Dünyada ahşap ve ahşap kökenli malzemeler inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Ahşap malzemenin sürdürülebilir ve yenilenebilir olması alüminyum, çelik, beton ve plastik gibi yenilenemeyen kaynakların aksine önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Ahşap malzemenin sahip olduğu avantajların korunarak dezavantajlarının giderilebilmesi / azaltılabilmesi için kontrplak, yonga levha, lif levha, LVL, CLT, odun plastik kompozitleri vb. gibi yeni ahşap kökenli mühendislik ürünleri üretilmektedir. Kontrplaklar otomotiv, inşaat, mobilya ve birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde kontrplaklar yerli ağaç türlerinin yanı sıra tropik türler kullanılarak da üretilmektedirler. Bu çalışmada kayın, okume ve ozigo türlerinden üretilmiş kontrplakların yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve çekme makaslama direnci değerleri araştırılmıştır. Tropik türlerden üretilen kontrplakların yerli tür olan kayın ile kıyaslaması yapılmıştır. Kayın kontrplaklar, okume ve ozigo kontrplaklardan daha yüksek yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Kayın, okume ve ozigo kontrplakların yoğunlukları, masif haldeki yoğunluklarına göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Kayın kontrplakların eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme makaslama direnci değerleri ile tam kuru yoğunlukları arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kontrplak, kayın, okume, ozigo, çekme makaslama direnci

### Citing this article:

Birinci, E., 2022. Determination of physical and mechanical properties of plywood produced using beech, okoume and ozigo species. Anatolian Journal of Forest Research, 8(2), 11-15.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Introduction

Wood and wood-based materials are widely used in the construction industry in the world. The sustainability and renewability of wood material is seen as an important advantage in contrast to non-renewable resources such as aluminum, steel, concrete and plastic. Compared to other building materials, wood is a very important building material in that it consumes less energy in its production and therefore causes less CO<sub>2</sub> emission to the nature (Gustavsson and Sathre, 2006; Van den Bulcke et al., 2009). In addition to these advantages of wood material, it also has many disadvantages such as low resistance to biological hazards, not being in a homogeneous structure, low dimensional stabilization, and having different physical and mechanical properties in three directions (Demirkir and Colakoglu, 2015; Bal et al., 2016).

Wood-based engineering products such as plywood, particleboard, fiberboard, LVL, CLT, wood-plastic composites, etc. are produced in order to protect the advantages of wood material and eliminate / reduce its disadvantages (Efe and Kasal, 2007; Demirkir et al., 2013; Temiz et al., 2016). Veneer-based products, especially plywood, which are mostly used in structural applications, are important due to their versatile use and lower cost compared to other composite materials. According to FAO data, world veneer and plywood production is 163 million m<sup>3</sup> in 2018, and the amount of production is expected to increase in the coming years (Buddi et al., 2017; FAO, 2018; Nicolao et al., 2022).

Plywood is widely used due to its features such as having higher dimensional stability and easy processing compared to wood and other wood-based materials (Colakoglu, 1996; Bal and Bektas, 2013). In addition to using native species in their production, some imported tropical species such as okoume and ozigo are also used. Okoume is a tropical tree species with high mechanical properties compared to its low density. Plywoods produced using okoume are generally used as marine plywood (Brunck et al., 1991; Negro et al., 2011).

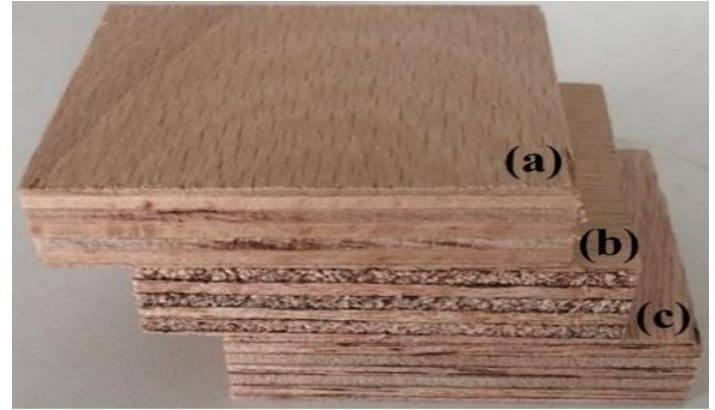
Ozigo, which is a medium-density (0.50 – 0.59 gr/cm<sup>3</sup>) wood species, is highly resistant to marine hazards despite its low biological resistance. Its machinability is more difficult than okoume. It can be peeled off with or without steaming. Although its adhesive properties are good, some problems may arise in adhesives containing phenol. Nail and screw withdrawal resistance properties are quite good. Its wood is especially used in the production of plywood. On the other hand, it is used in the automotive industry in the production of car bodies, joinery, furniture, carpentry, parquet, stairs, paneling, boat bodies, etc. (UTP, 2022).

In this study, it was aimed to determine the density, water absorption, thickness swelling, bending strength, modulus of elasticity in bending (MOE) and shear strength values of plywood produced from beech, okoume and ozigo species. Comparison of the plywood produced from tropical species with the native beech species was made.

## 2. Material and Method

In this study, plywoods obtained from beech (*Fagus orientalis* L.), okoume (*Aucoumea klaineana pierre*) and ozigo (*Dacryodes buettneri*) species obtained from a plywood factory

operating in Kastamonu province were used (Figure 1). All of the plywood is 7 layers, first class and 12mm thick. Phenol formaldehyde adhesive (Polifen 47) obtained from Polisan company (Turkiye) was used in their production. In the production of plywood, the amount of adhesive is 160 gr/m<sup>2</sup>, the press temperature is 114 °C, the press pressure is 110 bar/m<sup>2</sup> and the pressing time is 16 minutes.



**Figure 1.** Plywoods produced from beech (a), okoume (b) and ozigo (c) species

The water absorption and thickness swelling tests of the plywood were determined according to the TS EN 317 (1999) standard and their densities were determined according to the TS EN 323 (1999) standard. The water absorption and thickness swelling rates of the plywood were calculated according to Equation 1 and Equation 2, respectively. All samples prepared according to the relevant standards were kept at 20±2 °C and 65% relative humidity until their weights did not change.

$$WA = \frac{A_1 - A_0}{A_1} \times 100 \quad (1)$$

Where; WA, water absorption rate (%); A<sub>0</sub>, weight before water absorption (g); A<sub>1</sub>, weight after water absorption (g), of the plywoods.

$$TS = \frac{T_1 - T_0}{T_1} \times 100 \quad (2)$$

Where; TS, thickness swelling rate (%); T<sub>0</sub>, thickness before water absorption (mm); T<sub>1</sub>, thickness after water absorption (mm), of the plywoods.

In order to determine bending strength and MOE, samples of 50 mm width and 290 mm length were prepared according to the TS EN 310 (1999) standard. Bending strength and MOE were calculated according to Equation 3 and Equation 4, respectively. In order to determine shear strength of plywoods, the principles specified in the TS EN 314 (1998) standard were used. The shear strength was calculated according to Equation 5. The prepared samples were tested after conditioning. Shimadzu AGIC/20/50KN universal testing machine was used to determine the mechanical tests. Experiments were performed with 10 replicates in each test group (Figure 2).

$$\sigma_{bw} = \frac{3 \times P_{max} \times l}{2 \times b \times x \times h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Where;  $\sigma_{bw}$ , bending strength (N/mm<sup>2</sup>); Pmax, max load (N); l, span (mm); b, width of cross section (mm); h, depth of cross section (mm), of the plywoods.

$$E_w = \frac{P \times l^3}{4 \times b \times h^3 \times f} \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Where; E<sub>w</sub>, modulus of elasticity in bending (N/mm<sup>2</sup>); P, increment of load on the straight line portion of the load deformation curve (N); l, span (mm); b, width of cross section (mm); h, depth of cross section (mm); f, increment of deformation corresponding (mm), of the plywoods.

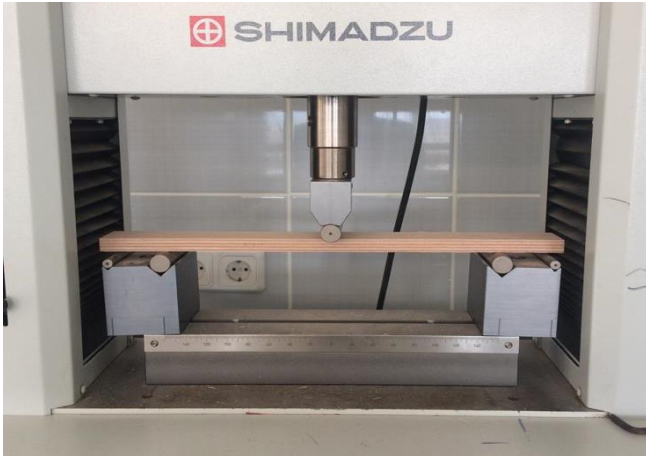


Figure 2. Conducting bending strength and MOE tests

$$\tau_B = \frac{T}{L \times b} \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

Where;  $\tau_B$ , shear strength (N/mm<sup>2</sup>); F, rupture force (N); L, length of shearing area (mm); b, width of shearing area (mm), of the plywoods.

IBM SPSS 23.0 application was used for statistical evaluation of the obtained data. Analysis of variance was applied to determine the differences between the results.

$$\tau_B = \frac{T}{L \times b} \text{ N/mm}^2 \quad (6)$$

Where;  $\tau_B$ , shear strength (N/mm<sup>2</sup>); F, rupture force (N); L, length of shearing area (mm); b, width of shearing area (mm), of the plywoods.

IBM SPSS 23.0 application was used for statistical evaluation of the obtained data. Analysis of variance was applied to determine the differences between the results.

### 3. Results and Discussion

According to the results of the tests carried out, the densities of beech, okoume and ozigo plywood can be seen in Table 1.

Table 1. Density of plywoods according to humidity

Plywood type	Oven dry density (gr/cm <sup>3</sup> )	Air dry density (gr/cm <sup>3</sup> )	Waterlogged density (gr/cm <sup>3</sup> )
Beech	0.74 <sup>c</sup> (0.03)*	0.78 <sup>d</sup> (0.03)	0.97 <sup>f</sup> (0.05)
Okoume	0.46 <sup>a</sup> (0.05)	0.48 <sup>a</sup> (0.03)	0.72 <sup>c</sup> (0.04)
Ozigo	0.56 <sup>b</sup> (0.06)	0.60 <sup>b</sup> (0.05)	0.86 <sup>e</sup> (0.04)

\* Values in parentheses represent the standard deviation.

Considering the oven dry, air dry and waterlogged densities in Table 1, the highest density was obtained in beech plywood. Beech plywood is followed by ozigo and okoume plywood, respectively. In the literature, it is reported that the oven dry density values of beech, okoume and ozigo species are 0.62 gr/cm<sup>3</sup>, 0.37 gr/cm<sup>3</sup> and 0.53 gr/cm<sup>3</sup> respectively (Bal and Bektas, 2018; Reyes et al., 1992). According to the results, it was understood that the densities of the plywood obtained from beech, okoume and ozigo species were higher than the densities in the solid wood. It is thought that this increase is due to the adhesive used in plywood production and the densification of the veneers during pressing (Jakob et al., 2020; Kurowska et al., 2010; Salca et al., 2020).

The water absorption and thickness swelling graphs of the plywoods can be seen in Figure 3. When the water absorption graph is examined, it is seen that okoume plywoods (82.35%) absorb the most water. This is followed by ozigo (62.84%) and beech (43.36%) plywoods, respectively. When the graph of thickness swelling is examined, the highest thickness swelling occurred in beech plywoods (4.13%). This is followed by ozigo (3.65%) and okoume (2.83%) plywoods, respectively.

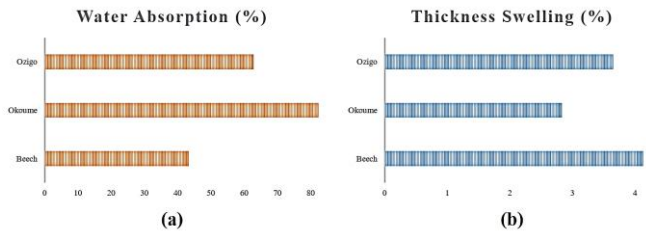


Figure 3. Plywoods' water absorption (a) and thickness swelling (b) graphs (%)

Bending strength, MOE and shear strength values of beech, ozigo and okoume plywood can be seen in Table 2.

Table 2. Variance analysis results of plywood bending strength, modulus of elasticity in bending and shear strength (p<0.001)

Plywood type	Bending strength (N/mm <sup>2</sup> )	Modulus of elasticity (N/mm <sup>2</sup> )	Shear strength (N/mm <sup>2</sup> )
Beech	75.03 <sup>a</sup> (0.83)*	9893.42 <sup>a</sup> (35.42)	2.66 <sup>a</sup> (0.14)
Okoume	49.55 <sup>c</sup> (0.75)	5344.06 <sup>c</sup> (53.72)	1.29 <sup>c</sup> (0.10)
Ozigo	62.57 <sup>b</sup> (0.68)	6884.64 <sup>b</sup> (46.11)	1.56 <sup>b</sup> (0.37)

\* Values in parentheses represent the standard deviation.

All analyzed features in Table 2 showed statistically significant changes (p<0.001). The highest bending strength was obtained in beech plywood with 75.03 N/mm<sup>2</sup>, and the lowest bending strength was obtained in okoume plywood with 49.55 N/mm<sup>2</sup>. When the MOE values are examined, it is understood that the trend in bending resistance has not changed. The highest MOE

was 9893.42 N/mm<sup>2</sup> in beech plywood, and the lowest MOE was 5344.06 N/mm<sup>2</sup> in okoume plywood. In the literature, it is seen that the trend between the bending strength and MOE values of beech, okoume and ozigo woods and the results obtained from plywoods are similar (Ors et al., 2002; Efe and Imirzi, 2007; Tan and Colakoglu, 2010).

When the shear strength results are examined, it is understood that the best adhesion occurs in beech plywood. Beech plywood is followed by ozigo and okoume plywood. It can be said that one of the main reasons why beech plywood has a better shear strength than ozigo and okoume plywood is the density difference (Chow and Chunsi, 1979; Namara and Waters, 1970; Örs et al., 2002).

#### 4. Conclusions

In this study, the physical and mechanical properties of plywood obtained from beech, okoume and ozigo species were determined. According to the results obtained;

- Beech plywoods were determined to have higher density than okoume and ozigo plywoods.
- It has been understood that the densities of beech, okoume and ozigo plywoods are higher than their densities in solid wood.
- It has been observed that there is a linear relationship between the bending strength, MOE and shear strength values of beech plywoods and their oven dry densities.
- It is recommended to investigate the technological properties of plywood obtained from different native tree species and plywood obtained from tropical species in future studies.

#### Kaynaklar

Bal, B.C., Bektaş, İ., 2013. Okalıptüs, kayın ve kavak kaplamalarından üretilen kontrplakların eğilme özellikleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2), 175–181.

Bal, B.C., Akçakaya, E., Gündeş, Z., 2016. Farklı ağaç türlerinden üretilmiş kontrplakların yanal çivi dayanımı. Ormancılık Dergisi, 12(1), 145–153.

Bal B.C., Bektaş, İ. 2018. Kayın ve kavak odunlarında bazı fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(1), 1–10.

Brunck, F., Grison, F., Maitre, H.F., 1991. Okoume (*Aucoumea klaineana*): a monograph. In CIRAD CTFT, Nogent sur Marne / France.

Buddi, T., Mahesh, K., Muttil, N., Rao, B.N., Nagalakshmi, J., Singh, S.K., 2017. Characterization of plywoods produced by various bio-adhesives. Mater Today, 4(2), 496-508.

Chow, S., Chunsi, K.S., 1979. Adhesion strength and wood failure relationship in wood-glue bonds. Mokuzai Gakkaishi, 25(2), 125-131.

Çolakoğlu, G., 1996. Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.

Demirkir, C., Özşahin, Ş., Aydın, I., Colakoglu, G., 2013. Optimization of some panel manufacturing parameters for the best bonding strength of plywood. International Journal of Adhesion and Adhesives, 46, 14–20.

Demirkir, C., Colakoglu, G., 2015. The effect of grain direction on lateral nail strength and thermal conductivity of structural plywood panels. Maderas: Ciencia y Tecnologia, 17(3), 469–478.

Efe, H., Kasal, A., 2007. Çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Politeknik Dergisi, 10(3), 303–311.

FAO. 2018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat>.

Gustavsson, L., Sathre, R., 2006. Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials. Building and Environment, 41(7), 940–951.

Jakob, M., Stemmer, G., Czabany, I., Müller, U., Gindl-Altmutter, W., 2020. Preparation of high strength plywood from partially delignified densified wood. Polymers, 12(8), 1796.

Kurowska, A., Borysiuk, P., Mamiński, M., Zbieć, M., 2010. Veneer densification as a tool for shortening of plywood pressing time. Drvna Industrija, 61(3), 193–196.

Namara, U.S., Waters, O., 1970. Comparison of the rate of glue-line strength development for oak and maple. Forest Products Journal, 20(3), 34-35.

Negro, F., Cremonini, C., Zanuttini, R., Properzi, M., Pichelin, F., 2011. A new wood-based lightweight composite for boatbuilding. Wood Research, 56(2), 257–266.

Nicolao, E.S., Monteoliva, S., Ciannamea, E.M., Stefani, P., 2022. Plywoods of northeast argentinian woods and soybean protein-based adhesives: relationship between morphological aspects of veneers and shear strength values. Maderas Cienca y Tecnologia, 24(3), 1-14.

Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Çolak, S., 2002. Kayın, okoume ve kavak soyma kaplamalarından farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların bazı teknik özelliklerinin karşılaştırılması. Politeknik Dergisi, 5(3), 257-265.

Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., Lugo, A.E., 1992. Wood densities of Tropical tree species. In Technical report.

Salca, E.A., Bekhta, P., Sebllii, Y., 2020. The effect of veneer densification temperature and wood species on the plywood properties made from alternate layers of densified and non-densified veneers. Forests, 11(6), 700.

Tan, H., Çolakoğlu, G., 2010. Dolgu malzemesi olarak meşe palamut unu kullanımının kayın ve okoume kontrplak levhalarında bazı mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V, Sayfa: 1819-1824. Artvin, Türkiye.

Temiz, A., Akbaş, S., Aydın, İ., Demirkir, C., 2016. The effect of plasma treatment on mechanical properties, surface roughness and durability of plywood treated with copper-based wood preservatives. Wood Science and Technology, 50(1), 179–191.

TS EN 310. 1999. Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 314. 1998. Kontrplak yapışma kalitesi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS EN 317. 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar – su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323. 1999. Ahşap esaslı levhalar – Birim hacim ağırlığının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- UTP. 2022 Useful Tropical Plants: *Dacryodes buettneri*. Retrieved from.
- Van den Bulcke, J., Van Acker, J., De Smet, J., 2009. An experimental set-up for real-time continuous moisture measurements of plywood exposed to outdoor climate. *Building and Environment*, 44(12), 2368–2377.



## Validation of EUMETSAT H-SAF space-born snow water equivalent product (H13) for the 2020-2021 snow year over Turkey

Semih Kuter <sup>1\*</sup>, Çağrı Hasan Karaman <sup>2</sup>, Mustafa Berkay Akpınar <sup>3</sup>, Zuhale Akyürek <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Middle East Technical University, Department of Geodetic and Geographic Information Technologies, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Ankara, Türkiye

### ARTICLE INFO

Received: 19/07/2022

Accepted: 25/10/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1145662>

\* Corresponding author:

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

### ABSTRACT

Timely and consistent information on the seasonal snow cover is critical for various scientific studies and operational applications, especially for hydrological purposes. Snow water equivalent (SWE) is a significant seasonal snow parameter, which serves as a key input for many hydrological and climatological models. H13 is a SWE product supplied within the frame of EUMETSAT's H-SAF project based on the processing of passive microwave radiometer data. The basic aim of this study is to perform a validation of H13 over Turkey for the 2020-2021 snow season by using in-situ snow depth measurements. The validation covers the period between January and March 2021, and it includes 1282 ground-based observations. According to the results, the annual RMSE of the H13 SWE product is obtained as 40.00 mm, which lies within the acceptable limits of the required product compliance. The minimum and maximum snow depth measurements within the validation period are 2.80 cm and 95.34 cm, respectively. The results obtained in this validation study clearly indicate the usability of the H13 SWE product in hydrological and climatic studies.

### Research Article

**Key Words:** Snow water equivalent, EUMETSAT, H-SAF, microwave radiometer, SSM/IS, remote sensing of snow

## EUMETSAT H-SAF H13 uzay tabanlı kar suyu eşdeğeri ürününün 2020-2021 kar yılı için yersel kar derinliği ölçümleriyle Türkiye üzerinde doğrulanması

### ÖZ

Mevsimsel kar örtüsü hakkında zamanında ve tutarlı bilgi elde edilmesi, çeşitli bilimsel çalışmalar, operasyonel uygulamalar ve özellikle de hidrolojik amaçlar için kritik öneme sahiptir. Kar suyu eşdeğeri (KSE), birçok hidrolojik ve iklimsel model için önemli bir girdi işlevi gören mevsimsel bir kar parametresidir. H13, EUMETSAT'ın H-SAF projesi çerçevesince pasif mikrodalga radyometre verilerinin işlenmesiyle üretilen bir KSE ürünüdür. Bu çalışmanın temel amacı, yersel kar derinliği ölçümlerini kullanarak 2020-2021 kar sezonu için Türkiye üzerinde H13 ürününün doğrulanmasının gerçekleştirilmesidir. Doğrulama, Ocak - Mart 2021 arasındaki dönemi kapsamakta ve 1282 yer tabanlı gözlem içermektedir. Doğrulama sonuçlarına göre, H13 KSE ürününün yıllık RMSE'si 40,00 mm olarak hesaplanmıştır ve gerekli ürün uyumluluğunun kabul edilebilir sınırları içindedir. Doğrulama dönemindeki minimum ve maksimum kar derinliği ölçümleri sırasıyla 2,80 cm ve 95,34 cm'dir. Bu doğrulama çalışmasında elde edilen sonuçlar, H13 KSE ürününün hidrolojik ve iklimsel çalışmalarda kullanılabilirliğini açıkça göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kar suyu eşdeğeri, EUMETSAT, H-SAF, mikrodalga radyometresi, SSM/IS, karın uzaktan algılanması

### Citing this article:

Kuter, S., Karaman, Ç.H., Akpınar, M.B., Akyürek, Z., 2022. Validation of EUMETSAT H-SAF space-born snow water equivalent product (H13) for the 2020-2021 snow year over Turkey. *Anatolian Journal of Forest Research*, 8(2), 16-21.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0



## 1. Introduction

Climatic drivers have significant role on the environmental processes such as meteorology, hydrology and water cycle (Dawson et al., 2014; Allan et al., 2020; Lee et al., 2020), and they also have important implications in forestry-related applications (Nuri and Mutlu, 2009; Eken and Oner, 2017; Corbaci et al., 2019; Bilgili et al., 2020). As one of the main climatic drivers, snow cover is an important physical element of the cryosphere, which plays a crucial role on the Earth's radiation budget (Dietz et al., 2012), as well as on many environmental processes directly related to hydrology, ecology and meteorology at both regional and global scales (Tekeli et al., 2005; Akyürek et al., 2010; Kuter et al., 2022). Consistent monitoring of snow by Earth-observing satellites has a long history dating back to 1960s (Hall and Martinec, 1985). Remote sensing serves as an effective tool for the retrieval of two main snow parameters, which are the snow extent (SE) and the snow water equivalent (SWE). SWE refers to the amount of liquid water contained in the snowpack, and it is realized by using active/passive microwave techniques (Brown and Robinson, 2005). SE indicates the areal coverage of snow, and it is further divided into two subcategories as binary snow cover (i.e., snow/no snow) and sub-pixel snow cover (i.e., fractional snow cover – FSC, i.e., percentage area fraction of snow in a pixel's footprint), which are derived from multispectral optical remote sensing data (Metsämäki et al., 2015).

As a significant seasonal snow property, SWE estimates are strictly needed in hydrological and climatological applications, like river discharge and flood forecasting during spring snowmelt, climate model evaluation, hydropower production, and prediction on freshwater availability (Pulliainen and Hallikainen, 2001; Venäläinen et al., 2021). Even though SWE estimation is possible through snowfall measurements (Broxton et al., 2016) or surface snow depth (SD) interpolation (Dyer and Mote, 2006), extrapolation of these in-situ measurements over large areas, especially in northern latitudes with boreal forest cover and complex topography, has a certain limitation in catching the spatial variability in the snowpack with high accuracy (Viviroli et al., 2011; López-Moreno et al., 2013).

On the other hand, SWE retrieval from space-born passive microwave radiometer data with global coverage has been available since the late 70s (Pulliainen and Hallikainen, 2001) based on the difference in measured brightness temperatures at a frequency insensitive to dry snow, around 19 GHz, and at a frequency sensitive to dry snow, around 37 GHz (Venäläinen et al., 2021). H13-SN-OBS-4 (H13-PUM, 2018), which will be referred as H13 hereafter, is a SWE product based on passive microwave data, and it is provided within the Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management (H-SAF) program (<https://hsaf.meteoam.it/>) of the European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT, <https://www.eumetsat.int/>).

The validation of satellite-derived snow products is of vital importance *i*) to properly assess and quantify their reliability, *ii*) to identify possible errors, and finally, *iii*) to provide input for further calibrations and improvements on the associated retrieval algorithms (Piazzini et al., 2019). As stated in Hall et al. (2019), validation of a snow product is highly valuable when

well-distributed and adequate ground station data is available. Thus, this study aims to validate the H13 SWE product over Turkey by using in-situ SD data for the 2020-2021 snow year, and to present the results. In addition to the in-situ SD data, SWE measurements obtained from a snowpack analyzer (SPA) station are also used in the validation. In Turkey, the installation of SPA stations, at which automatic SWE measurements can be done, were started in 2015, and a related validation study was performed by Şorman and Ertaş (2019). The study, which covered the 2017 snow season (i.e., Oct 2016 – May 2017), evaluated the performance of automated SD and SWE measurements from 11 SPA stations over Turkey and compared them against manual in-situ measurements at one specific SPA location (i.e., Palandöken, Erzurum), and satellite-based observations as well. The findings of Şorman and Ertaş (2019) indicated that the agreement in SWE between SPA and satellite-derived observations lied within the range of 30-314 mm, and this difference was mainly attributed to the changes in the topographic conditions. They also emphasized the strict necessity for the regular maintenance of the SPA stations that are exposed to harsh and long snowy conditions.

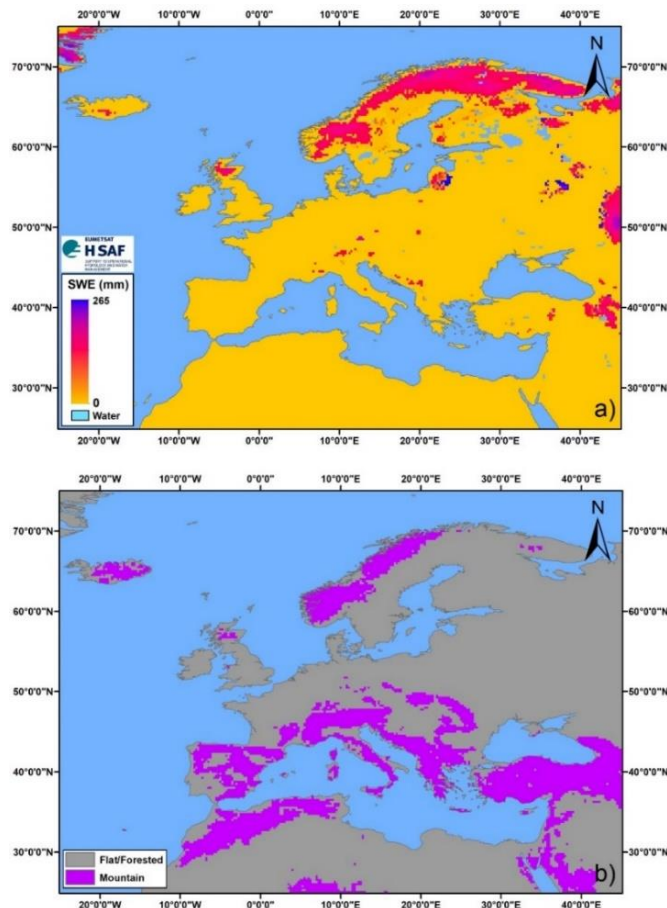
The remainder of this study is composed of the following sections: Section 2 gives brief information about the main data sources employed in the study (i.e., H13, in-situ measurements, etc.), as well as the methodology implemented during the validation. The results are presented in Section 3. Finally, conclusions are outlined in Section 4.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 H-SAF H13 snow water equivalent product

H13 daily operational SWE product of EUMETSAT H-SAF is fundamentally based on Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) (Emery and Camps, 2017) and Special Sensor Microwave Imager Sounder (SSM/IS) (SSM/IS, 2007) onboard to the Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) satellites (<https://www.ospo.noaa.gov/Operations/DMSP/index.html>).

The spatial coverage of H13 spans the Pan-European domain confined in longitude 25°W to 45°E and latitude 25°N to 75°N (cf. Figure 1) with a spatial resolution of 0.25° (~ 25 km). The SWE retrieval algorithm employed in H13 is basically composed of two parts: *i*) the part for the flat and forested regions is achieved through a data assimilation of the ground-based SD observations and the passive microwave-derived SWE estimates by the Finnish Meteorological Institute (FMI), whereas *ii*) the part for the mountainous areas (cf. Figure 1b) is generated by the Turkish State Meteorological Service (TSMS) using the passive microwave observations only (H13-PUM, 2018). Then, these two parts are merged at FMI to obtain the final product. The details of the retrieval algorithm, which is outlined in H13-PUM (2018), can be found in Pulliainen et al. (1993), Pulliainen et al. (1999), and Kruopis et al. (1999). The retrieval algorithm for the mountainous parts is discussed in detail by Şorman and Beser (2013). During the validation efforts for the 2020-2021 snow year over Turkey, H13 data from 1 Jan 2021 to 31 Mar 2021 is considered.



**Fig. 1.** a) H13 product for the 28<sup>th</sup> of January 2021, and b) the H13 mountain mask.

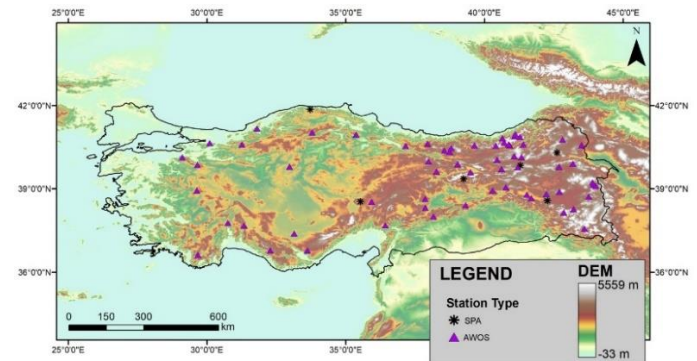
## 2.2 In-Situ snow depth data

The validation of H13 SWE product is performed by using SD measurements obtained from the ground observation network of TSMS composed of automated weather observing system (AWOS), SPA, and synoptic stations. A group of meteorological sensors are used in an AWOS to measure

weather parameters (Sulistya et al., 2019), and snow depth is generally retrieved by ultrasonic sensors (i.e., ultrasonic pulse between the sensor and the snow surface) (Ryan et al., 2008). On the other hand, a typical SPA system is designed to determine the characteristics of snow cover (i.e., snow density, SWE and the contents of ice and liquid water) based on the measurements of the complex impedance along flat ribbon sensors, together with an ultrasonic snow depth sensor as well (Fiel et al., 2009).

Due to some technical considerations (e.g., insufficient maintenance, sensor failure, grass interference, etc.), not all stations are operationally usable in our validation study. Thus, detailed quality check and filtering operations (including crosschecking a specific station's readings by using the readings of a nearby station) are performed on the stations and the associated SD data to remove low quality/missing data before the validation. After these necessary quality check and filtering operations, 1282 in-situ SD measurements collected from 68 stations (i.e., AWOS: 62 (333 in total), SPA: 6 (16 in total)) between 1 January 2021 and 31 March 2021 are used in the

validation study. The locations of the AWOS and SPA stations employed in the validation are shown in Figure 2.



**Fig. 2.** The locations of AWOS and SPA stations of TSMS used in the validation.

## 2.3 A brief note on the validation methodology

The validation procedure described in this sub-section is based on H13-PVR (2012). In-situ SD measurements are compared individually with the corresponding  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  (i.e.,  $\sim 0.25 \text{ km} \times 0.25 \text{ km}$ ) H13 footprint. For each measurement location, the elevation of the ground measurement station is compared against the median elevation of the corresponding H13 pixel, in which the measurement falls inside. If the elevation difference between the ground station and the pixel's median elevation value is greater than 400 meters, that station is excluded from the validation. Additionally, if there exist more than one ground station inside the footprint of an H13 pixel, then the average value of these stations is considered. Since the SWE product is developed for dry snow conditions, the validation period is selected as January to March. When converting the in-situ SD measurements to SWE, monthly average density values are taken (i.e.,  $0.25 \text{ g/cm}^3$  to  $0.30 \text{ g/cm}^3$ ). The validation results are reported on both monthly and annual basis in terms of *root-mean-squared error* (RMSE), as given in the following expression:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{SWE}_{\text{obs}} - \text{SWE}_{\text{est}})^2}{N}}, \quad (1)$$

where  $\text{SWE}_{\text{obs}}$  is the observed SWE value obtained at the in-situ SD measurement location, whereas  $\text{SWE}_{\text{est}}$  denotes the SWE value estimated in the corresponding pixel of the H13 product, and  $N$  is the total number of observations.

## 3. Validation Results

### 3.1 Validation with ground observations

The H13 validation is performed by using a routine developed in the MATLAB environment. The total number of in-situ SD observations involved in the validation is 1282, collected from 68 ground stations. The average SD value for the above-mentioned validation period is calculated as 23.51 cm, whereas the monthly averages read 22.12 cm, 24.25 cm, and 21.31 cm for January, February, and March, respectively. The

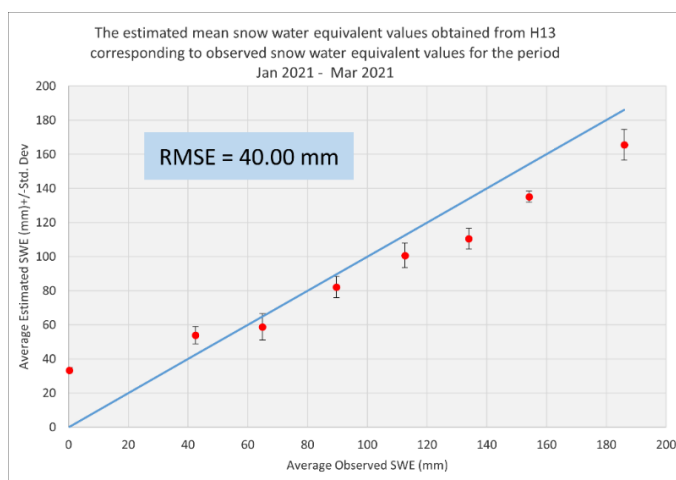
minimum and maximum SD values recorded within the validation period are 2.80 cm and 95.34 cm, respectively.

The results are presented in Table 1 for the 2020-2021 snow year, and the comparison between the retrieved and observed SWE values is represented in Figure 3. Due to the high level of

scattering, the mean of estimated and observed SWE values within each predefined SWE interval (cf. Table 1) is preferred and represented in Figure 3.

**Table 1.** The validation results for 1 January 2021 – 31 March 2021

Range (mm)	Obs. SWE (mm)	Est. SWE (mm)	Std. Dev. (mm)	Mean Error (mm)	Data Count
0-25	0.27	33.41	1.42	-33.13	656
25-50	42.50	53.89	4.98	-11.39	36
50-75	64.89	58.75	7.75	6.14	66
75-100	89.65	82.18	6.19	7.47	184
100-125	112.56	100.68	7.16	11.88	221
125-150	133.96	110.50	6.08	26.75	105
150-175	154.10	135.12	3.21	31.16	10
175-200	186.00	165.59	8.98	20.41	4

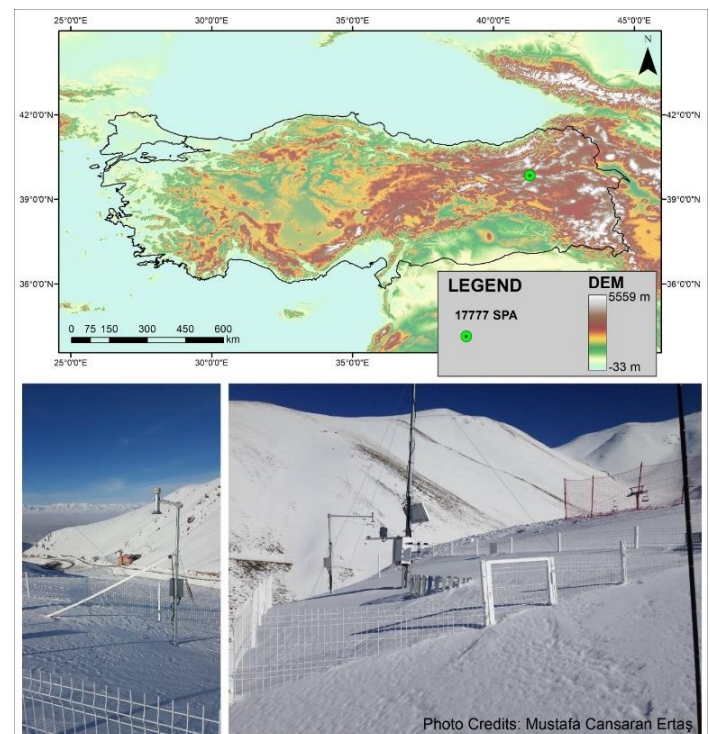


**Fig. 3.** The estimated mean SWE obtained from H13 (y-axis) with respect to the observed SWE values (x-axis) for the period 1 January – 31 March 2021.

The overall RMSE for 1 January – 31 March 2021 is 40.00 mm. The monthly-based RMSE values are calculated as 40.54 mm, 39.31 mm, and 38.77 mm for January, February, and March, respectively. The overall and monthly RMSE values indicate that the threshold for user requirement of 45 mm for the mountainous areas is fully satisfied, as stated in H13-PVR (2012).

### 3.2 A case study: Time series of a SPA station in Erzurum vs. H13 product

As a case study during this validation, the temporal evolution of snow cover between January and March 2021 is evaluated by comparing daily in-situ SWE measurements at the location of a selected SPA station (i.e., SPA station 17777 of TSMS, cf. Figure 4) against SWE values from the associated pixel of H13 product (cf. Figure 5).



**Fig. 4.** The location and snapshots of the SPA station 17777 (Altitude: 2615 m) at Palandöken Ski Center, Erzurum.

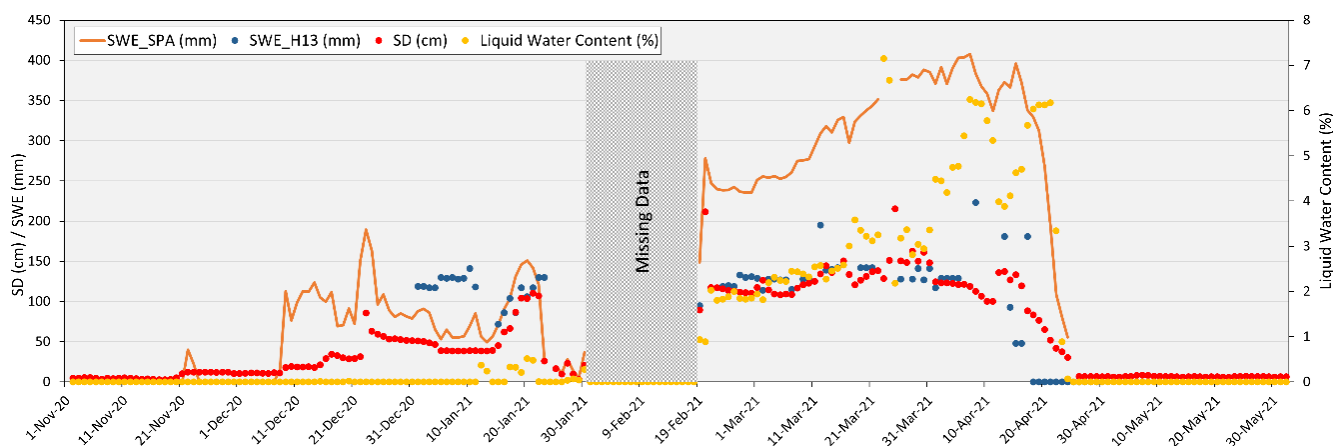


Fig. 5. SWE measurements of the SPA station 17777 versus H13 SWE values.

#### 4. Discussion and Conclusions

The underestimation of SWE is observed when ground truth SWE is larger than 150 mm as observed in Figure 3. This is a typical behavior of the retrieval algorithm since with large values of SWE, the signal of the microwave radiometer is saturated, which has also been reported in similar studies (Pulliainen, 2006; Dong et al., 2007). The H13 SWE underestimation for March and April 2021 is also clearly seen in Figure 5. Between 1<sup>st</sup> and 19<sup>th</sup> of February, the SPA station 17777 did not work. The maximum SD at the station was measured as 215.5 cm at the end of March 2021. Between 15 and 23 January, the agreement between the SPA SWE and H13 SWE values are good. During this period, the snow is dry and snow depth increases from 40 cm to 106 cm. The snow emission model used in the retrieval algorithm considers one-layer snowpack. Therefore, for SD values larger than 100 cm, the H13 product underestimates the SWE. The increase in the snow wetness after March 21 further contributes to this underestimation. The liquid water content of the snow retrieved from the SPA station shows that the snow is wet in April (i.e., the liquid water content of the snowpack > 3%).

It should also be noted that the ground measurements are not evenly distributed within the horizontal resolution; therefore, the whole area of individual H13 footprint is not examined. The coarse spatial resolution and the penetration characteristics of the SSM/I and SSM/IS instruments for shallow and deep snow lead under and over estimations in the SWE retrieval. On the other hand, the average RMSE value of 40.00 mm clearly indicates that the required product compliance of H13 is achieved within the validation period.

Since satellite-based data provide indirect measurements of snow-related parameters, the accuracy of snow products obtained through remote sensing needs to be quantitatively evaluated. For this reason, it is very important to comprehensively analyze the reliability of satellite snow products, to identify possible errors, and to provide the necessary input data for the studies for improving the algorithms used.

Availability of information on the quality of data obtained by remote sensing is of high importance as one of the key criteria in the selection of the most appropriate data set to be used effectively according to the final purpose. The results obtained in this validation study encourage the effective use of freely

available daily H13 SWE product with high spatial coverage for hydrological and climatic applications.

#### References

- Akyürek, Z., Hall, D.K., Riggs, G.A., Sensoy, A., 2010. Evaluating the utility of the ANSA blended snow cover product in the mountains of eastern Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 31, 3727-3744.
- Allan, R.P., Barlow, M., Byrne, M.P., Cherchi, A., Douville, H., Fowler, H.J., Gan, T.Y., Pendergrass, A.G., Rosenfeld, D., Swann, A.L.S., Wilcox, L.J., Zolina, O., 2020. Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472, 49-75.
- Bilgili, B.C., Erşahin, S., Kavaklıgil, S.S., Öner, N., 2020. Net primary productivity of a mountain forest ecosystem as affected by climate and topography. *Cerne*, 26, 356-368.
- Brown, R.D., Robinson, D.A., 2005. Snow and Snow Cover. In: Oliver, J.E. (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology*. Springer, Netherlands, Dordrecht, pp. 658-663.
- Broxton, P.D., Dawson, N., Zeng, X., 2016. Linking snowfall and snow accumulation to generate spatial maps of SWE and snow depth. *Earth and Space Science*, 3, 246-256.
- Corbaci, O.L., Bilgili, B.C., Oner, N., Erşahin, S., Kasko-Arici, Y., 2019. Potential use of natural Turkish sweetgum species in landscape design in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28, 1610-1615.
- Dawson, J.P., Bloomer, B.J., Winner, D.A., Weaver, C.P., 2014. Understanding the meteorological drivers of US particulate matter concentrations in a changing climate. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95, 521-532.
- Dietz, A.J., Kuenzer, C., Gessner, U., Dech, S., 2012. Remote sensing of snow – A review of available methods. *International Journal of Remote Sensing*, 33, 4094-4134.
- Dong, J., Walker, J.P., Houser, P.R., Sun, C., 2007. Scanning multichannel microwave radiometer snow water equivalent assimilation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112, D07108.
- Dyer, J.L., Mote, T.L., 2006. Spatial variability and trends in observed snow depth over North America. *Geophysical Research Letters*, 33, L165033.
- Eken, O., Oner, N., 2017. An assessment of the important morphological properties of Anatolian black pine seedlings

- in semiarid forest nursery. *Fresenius Environmental Bulletin* 26, 4158-4162.
- Emery, W., Camps, A., 2017. *Introduction to Satellite Remote Sensing: Atmosphere, Ocean, Land and Cryosphere Applications*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Fiel, R., Sommer, W., Rentsch, T., 2009. SPA-Snow Pack Analysing System. In, *International Snow Science Workshop*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Davos, Switzerland, pp. 129-131.
- H13-PUM, 2018. Product User Manual (PUM) for product H13 – SN-OBS-4: Snow Water Equivalent by MW Radiometry. [https://hsaf.meteoam.it/CaseStudy/GetDocumentUserDocument?fileName=SAF\\_HSAF\\_PUM-13\\_1\\_0.pdf&tipo=PUM](https://hsaf.meteoam.it/CaseStudy/GetDocumentUserDocument?fileName=SAF_HSAF_PUM-13_1_0.pdf&tipo=PUM), Accessed on 4th of July 2022.
- H13-PVR, 2012. Product Validation Report (PVR-13) for product H13 (SN-OBS-4) Snow Water Equivalent by MW Radiometry. [https://hsaf.meteoam.it/CaseStudy/GetDocumentUserDocument?fileName=SAF\\_HSAF\\_PVR-13\\_1.2.1.pdf&tipo=PVR](https://hsaf.meteoam.it/CaseStudy/GetDocumentUserDocument?fileName=SAF_HSAF_PVR-13_1.2.1.pdf&tipo=PVR), Accessed on 4th of July 2022.
- Hall, D.K., Martinec, J., 1985. *Remote Sensing of Ice and Snow*. Chapman and Hall, USA.
- Hall, D.K., Riggs, G.A., DiGirolamo, N.E., Román, M.O., 2019. Evaluation of MODIS and VIIRS cloud-gap-filled snow-cover products for production of an Earth science data record. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 23, 5227-5241.
- Kruopis, N., Praks, J., Arslan, A.N., Alasalmi, H.M., Koskinen, J.T., Hallikainen, M.T., 1999. Passive microwave measurements of snow-covered forest areas in EMAC'95. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 37, 2699-2705.
- Kuter, S., Bolat, K., Akyurek, Z., 2022. A machine learning-based accuracy enhancement on EUMETSAT H-SAF H35 effective snow-covered area product. *Remote Sensing of Environment*, 272, 112947.
- Lee, S., McCarty, G.W., Moglen, G.E., Lang, M.W., Nathan Jones, C., Palmer, M., Yeo, I.-Y., Anderson, M., Sadeghi, A.M., Rabenhorst, M.C., 2020. Seasonal drivers of geographically isolated wetland hydrology in a low-gradient, Coastal Plain landscape. *Journal of Hydrology*, 583, 124608.
- López-Moreno, J.I., Fassnacht, S.R., Heath, J.T., Musselman, K.N., Revuelto, J., Latron, J., Morán-Tejeda, E., Jonas, T., 2013. Small scale spatial variability of snow density and depth over complex alpine terrain: Implications for estimating snow water equivalent. *Advances in Water Resources*, 55, 40-52.
- Metsämäki, S., Pulliainen, J., Salminen, M., Luojus, K., Wiesmann, A., Solberg, R., Böttcher, K., Hiltunen, M., Ripper, E., 2015. Introduction to GlobSnow Snow Extent products with considerations for accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 156, 96-108.
- Oner, N., M., Uysal, 2009. Usability of the Taurus cedar and Crimean pine in green belt afforestations in semiarid regions in Turkey: A case study in Konya Province Loros Mountain-Akyokus. *African Journal of Agricultural Research*, 4, 1049-1057.
- Piazzzi, G., Tanis, C.M., Kuter, S., Simsek, B., Puca, S., Toniazzo, A., Takala, M., Akyürek, Z., Gabellani, S., Arslan, A.N., 2019. Cross-Country Assessment of H-SAF Snow Products by Sentinel-2 Imagery Validated against In-Situ Observations and Webcam Photography. *Geosciences*, 9, 129.
- Pulliainen, J., 2006. Mapping of snow water equivalent and snow depth in boreal and sub-arctic zones by assimilating space-borne microwave radiometer data and ground-based observations. *Remote Sensing of Environment*, 101, 257-269.
- Pulliainen, J., Hallikainen, M., 2001. Retrieval of regional snow water equivalent from space-borne passive microwave observations. *Remote Sensing of Environment*, 75, 76-85.
- Pulliainen, J., Karna, J., Hallikainen, M., 1993. Development of geophysical retrieval algorithms for the MIMR. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 31, 268-277.
- Pulliainen, J.T., Grandell, J., Hallikainen, M.T., 1999. HUT snow emission model and its applicability to snow water equivalent retrieval. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 37, 1378-1390.
- Ryan, W.A., Doesken, N.J., Fassnacht, S.R., 2008. evaluation of ultrasonic snow depth sensors for U.S. Snow Measurements *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 25, 667-684.
- Şorman, A.A., Ertaş, M.C., 2019. Otomatik yeni yöntemlerle gözlenen kar bileşenlerinin manuel ölçümler ve uydu görüntüleriyle değerlendirilmesi. *DSİ Teknik Bülteni*, 132, 1-11.
- Sorman, A.U., Beser, O., 2013. Determination of snow water equivalent over the eastern part of Turkey using passive microwave data. *Hydrological Processes*, 27, 1945-1958.
- SSM/IS, 2007. Special Sensor Microwave Imager and Sounder (SSMIS) Antenna brightness temperature data record (tdr) calibration and validation user manual. [http://rain.atmos.colostate.edu/FCDR/Archive\\_Docs/SSMI\\_S\\_general/NOAA\\_STAR\\_SSMIS\\_TDR\\_CalVal\\_User\\_Manual.pdf](http://rain.atmos.colostate.edu/FCDR/Archive_Docs/SSMI_S_general/NOAA_STAR_SSMIS_TDR_CalVal_User_Manual.pdf), Accessed on 15 July 2022.
- Sulistya, W., Nugraha, H.A., Dharmawan, G.S.B., Putra, M., Furqon, A., Sugiarto, S., Pramagusta, A.P., 2019. Development of automated weather observing system based on realtime web display. In, *2019 International Electronics Symposium (IES)*, pp. 577-581.
- Tekeli, A.E., Akyürek, Z., Şorman, A.A., Şensoy, A., Şorman, Ü., 2005. Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey. *Remote Sensing of Environment*, 97, 216-230.
- Venäläinen, P., Luojus, K., Lemmetyinen, J., Pulliainen, J., Moisander, M., Takala, M., 2021. Impact of dynamic snow density on GlobSnow snow water equivalent retrieval accuracy. *The Cryosphere*, 15, 2969-2981.
- Viviroli, D., Archer, D.R., Buytaert, W., Fowler, H.J., Greenwood, G., Hamlet, A.F., Huang, Y., Koboltschnig, G., Litaor, I., López-Moreno, 2011. Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 471-504.



## Gönüllü coğrafi veriler ile dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi: Datça Yarımadası örneği

Ahmet Uslu<sup>1\*</sup>

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

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 12/09/2022

Kabul Tarihi: 11/11/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1173904>

\* Sorumlu yazar:

[ahmet.uslu1@dpu.edu.tr](mailto:ahmet.uslu1@dpu.edu.tr)

### ÖZ

Dağ bisikleti, popüler bir rekreasyon ve turizm aktivitesidir. Rekreasyonel ve korunan alanların sürdürülebilir yönetiminde dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel veri toplama yöntemleri pahalı, zaman alıcı ve zamansal-mekânsal ayrıntılardan yoksundur. Günümüzde GNSS tabanlı mobil uygulamalardan elde edilen gönüllü coğrafi veriler, dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal analizi için önemli bir veri kaynağı haline gelmiştir. Bu çalışmada gönüllü coğrafi veri perspektifine dayalı olarak, GNSS verileri aracılığıyla Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi amaçlanmıştır. Wikiloc platformunda paylaşılan 203 adet seyahat rotasının GNSS izleri kullanılarak oluşturulan grafikler ve yoğunluk haritaları ile dağ bisikleti kullanımı analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, kitle kaynaklı Wikiloc verilerinin, dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal özelliklerini analiz etmek için veri kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Çalışma, gönüllü coğrafi verilerin avantajlarından yararlanarak rekreasyonel ve korunan alanların sürdürülebilir yönetimi için gelecekteki araştırmaların önünü açmaktadır.

### Araştırma Makalesi

**Anahtar Kelimeler:** Datça Yarımadası, Wikiloc, gönüllü coğrafi veri, dağ bisikleti, zamansal ve mekânsal analiz

## Modeling of temporal and spatial changes of mountain bike use with voluntary geographical data: the case of the Datça Peninsula

### ABSTRACT

Mountain biking is a popular recreation and tourism activity. Temporal and spatial data of mountain bike usage are needed in the sustainable management of recreational and protected areas. Traditional data collection methods are expensive, time-consuming, and lack spatio-temporal details. Nowadays, voluntary geographical data obtained from GNSS-based mobile applications have become an important data source for temporal and spatial analysis of mountain bike usage. In this study, it is aimed to model the temporal and spatial changes of mountain bike use in the Datça Peninsula through GNSS data, based on a voluntary geographic data perspective. Mountain bike usage was analyzed with graphics and density maps created using GNSS traces of 203 travel routes shared on the Wikiloc platform. The results of the study showed that crowdsourced Wikiloc data can be used as a data source to analyze the temporal and spatial characteristics of mountain bike usage. The study paves the way for future research for the sustainable management of recreational and protected areas by taking advantage of voluntary geographic data.

**Key Words:** Datça Peninsula, Wikiloc, voluntary geographical data, mountain biking, temporal and spatial analysis

*Bu makaleye atf:*

Uslu, A., 2022. Gönüllü coğrafi veriler ile dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi: Datça Yarımadası örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 22-32.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Dağ bisikleti, birçok ülkede açık hava rekreasyonu ve macera turizmi için kırsal alanlarda ve korunan alanlarda popüler bir boş zaman etkinliği haline gelmiştir (Heer et al., 2003; Taylor, 2010). Rekreasyonel ve korunan alanların sürdürülebilir yönetimi için ziyaretçilerin zamansal ve mekânsal davranış modellerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir (Cessford and Muhar, 2003). Ziyaretçi sayıları ve ziyaretçi davranışlarıyla ilgili kapsamlı bilgiler, eğlence organizasyonlarının tasarımı, eğlence altyapısının planlanması ve doğa koruma stratejilerinin geliştirilmesi için alınacak ilgili kararları büyük ölçüde destekleyebilir (Cessford and Muhar, 2003; Cole and Daniel, 2003). Özellikle korunan alanlarda gerçekleştirilen rekreasyonel aktivitelerin, doğa üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmek ve gerekli önlemleri almak için ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir (Gutzwiller et al., 2017).

Rekreasyonel ve korunan alanlara yapılan ziyaretlerin izlenmesi neredeyse her zaman kısıtlıdır ve çoğu alan sınırlı kaynaklar nedeniyle yeterli ziyaretçi verisine sahip değildir (Wood et al., 2013). Ziyareti değerlendirmek için kullanılan geleneksel yöntemler arasında patika ve yol sayaçları, bilet satışı dahil kayıt verileri, video görüntüleri, havadan görüntüler ve yerinde anketler yer almaktadır (Cessford and Muhar, 2003). Bu geleneksel veri toplama yöntemleri pahalı, zaman alıcı ve zamansal-mekânsal ayrıntılardan yoksundur (Wood et al., 2013). Web tabanlı teknolojilerin gelişmesiyle birlikte son yıllarda birçok seyahat paylaşım platformunun kullanımı yaygın hale gelmiştir (Mou et al., 2020). İnsanlar seyahat günlüklerini, coğrafi etiketli fotoğraflarını, bisiklete binme, yürüme ve koşma gibi fitness aktivitelerine ilişkin seyahat rotalarını ve diğer bilgileri GNSS (Global Navigation Satellite Systems / Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri) ile donatılmış akıllı telefonları aracılığıyla Endomondo, GPSies, MapMyRide, Runtastic, Sports-tracker, Strava, Wikiloc gibi seyahat paylaşım platformlarına gönüllü olarak yükleyebilir ve paylaşabilir (Campelo and Mendes, 2016; Mou et al., 2020). Harekete ilişkin GNSS yörünge verileri kullanıcının bulunduğu yerin coğrafi koordinatlarını, zamanını ve hızını gerçek zamanlı olarak doğru bir şekilde kaydetmektedir (Zheng et al., 2017). Bu tür verileri kullanarak insanların iz ağlarını nasıl, ne zaman ve ne için kullandığını bulmak mümkündür (Conrow et al., 2018).

Gönüllü coğrafi veri, kısaca kullanıcılar tarafından gönüllü olarak toplanan, oluşturulan ve paylaşılan veri olarak ifade edilmektedir (Elwood, 2008). Akıllı telefon uygulamalarından elde edilen gönüllü coğrafi veriler daha ayrıntılı bilgiler sağlayarak geleneksel veri toplama yöntemlerinin çözünürlüğünü iyileştirme potansiyeline sahiptir (Conrow et al., 2018). Bu platformlarda paylaşılan gönüllü coğrafi verilerin bir sonucu olarak, dağ bisikleti kullanıcılarının hareket verileri kolayca erişilebilir, ücretsiz indirilebilir ve analiz edilebilir bir kaynak haline gelmiştir (Jestico et al., 2016). Web paylaşımı hizmetlerinden elde edilen bilgiler, kullanıcılar tarafından gönüllü olarak kamuya açık biçimde paylaşıldığı için bu bilgilerin kullanılması etik sorunu oluşturmamaktadır (Wood et al., 2013).

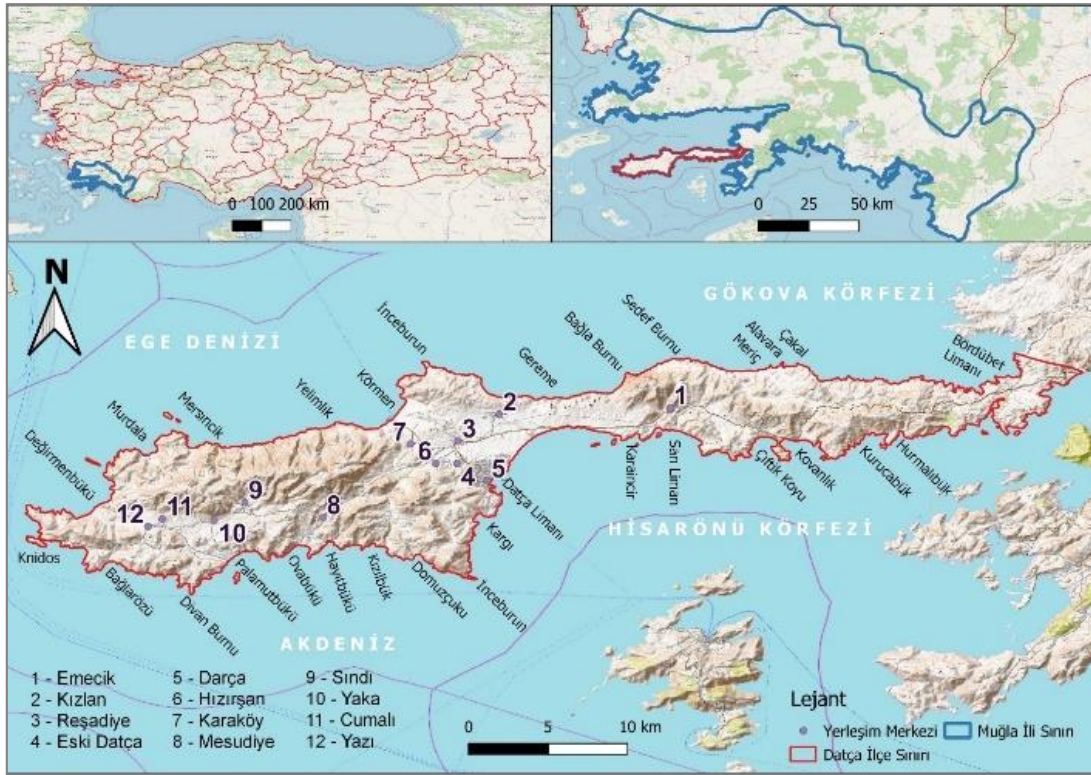
Bu gönüllü coğrafi veri kaynakları, korunan alanların ve parkların içerisindeki parkurların popülaritesini değerlendirmek (Campelo, 2015; Campelo and Mendes, 2016; Norman and

Pickering, 2019; Barros et al., 2020; Santos et al., 2022), potansiyel çatışma alanlarını çıkarmak (Mendes et al., 2014; Norman et al., 2019), arazi kullanımını analiz etmek (Norman and Pickering, 2017; Romanillos et al., 2018; Mou et al., 2020) ve farklı parkların göreceli popülaritesini değerlendirmek (Norman et al., 2019; Song et al., 2020) amacıyla kullanılmıştır. Önceki araştırmalar, sosyal ağlarda gönüllü olarak paylaşılan verilerin, rekreasyonel aktivitelerin analizinde başarılı bir biçimde kullanılabilceğini göstermiştir (Mendes et al., 2014; Campelo, 2015; Campelo and Mendes, 2016; Norman and Pickering, 2017; Romanillos et al., 2018; Norman and Pickering, 2019; Norman et al., 2019; Song et al., 2020; Barros et al., 2020; Mou et al., 2020; Santos et al., 2022). Ancak literatürde gönüllü coğrafi veriler ile dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi konusunda bir boşluk bulunmaktadır. Bu boşluğu doldurmak için çalışmada gönüllü coğrafi veri perspektifine dayalı olarak, GNSS yörünge verileri aracılığıyla Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal değişimlerinin modellenmesi amaçlanmıştır. Dağ bisikleti kullanıcılarının GNSS izleri, eğlence etkinlikleri için popüler ve ücretsiz web paylaşım hizmeti sunan Wikiloc'tan elde edilmiştir. Kullanıcıların GNSS izlerinden oluşturulan zamansal eğilim grafikleri ve mekânsal yoğunluk haritaları ile dağ bisikleti kullanımının ayrıntılı analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma, gönüllü coğrafi veriler ile rekreatif etkinliklerin zamansal-mekânsal modellerinin belirlenmesi ve haritalanması alanında çalışan araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, rekreasyonel ve korunan alanların sürdürülebilir yönetimi için bisiklet rotalarının planlanması ve bisiklet turizminin geliştirilmesi açısından referans oluşturabilecek yenilikçi bir iş akışı sunmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı ve çalışmanın materyalleri

Bu çalışma Muğla İli sınırları içerisinde yer alan ve Bakanlar Kurulu'nun 18.01.1990 tarihli kararı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak ilan edilen Datça Yarımadası'nda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Datça Yarımadası (1928'e kadar Reşadiye Yarımadası), ülkemizin güneybatısında Gökova ile Hisarönü Körfezleri arasında yer alan, engebeli bir topografik yapıya ve 459 km<sup>2</sup> yüz ölçüme sahip, yaklaşık 70 km uzunluğunda dar ve uzun bir görünüm arz eden bir yarımadadır (DK, 2022). Yarımada, Akdeniz ile Ege denizini buluşturan 235 km'lik sahil bandı ve irili ufaklı 52 adet koy bulunmaktadır (DK, 2022). Bölgede, Akdeniz iklimi görülmektedir. Yarımada, kızılcım toplulukları, zeytin ağaçları, badem, kekik, zakkum, endemik Datça hurması, defne ve keçiboynuzu bitkileri yer almaktadır. Yarımada, M.Ö. 2000'li yıllara dayanan tarihinde birçok kültüre ve medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Knidos Antik Kenti bunlardan en önemlisidir. Bu medeniyetler, yaşadıkları dönemlere ait sosyal, ekonomik ve mimari özelliklerini içeren arkeolojik, kentsel, doğa, tarihi, vb. değerleri miras bırakmışlardır. Datça Yarımadası, doğa, tarihi ve kültürel varlıkların zenginliği ile turizm ve dış mekân rekreasyon faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi bakımından önemli bir potansiyele ve en yüksek iklim konforuna sahip yerlerden biridir (Türker ve ark., 2016; ÇŞVİDB, 2022).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

Datça Yarımadası'nda açık hava etkinliklerine ilişkin rotaların halka açık olarak paylaşıldığı en popüler kitle kaynaklı platform, Wikiloc'tur. Bu platform, diğer platformlara (MapMyFitness, Strava, GPSies, Endomondo, MapMyRide ve Runtastic) nazaran Datça Yarımadası'nda daha fazla dağ bisikleti rotası içermektedir. Bununla birlikte, veri yapısı CBS ortamında zamansal-mekânsal analize uygundur. Bu avantajları dolayısıyla veri kaynağı olarak Wikiloc kullanılmıştır. Ayrıca, Wikiloc verileri belirli bir nüfus kesimini temsil ettiği için değerlidir. Peyzaj ve ekosistem hizmetleri konusunda Flickr ve Panoramio gibi diğer popüler kitle kaynaklı sitelere göre geniş ve ilginç bir uygulama yelpazesi sunmaktadır (Tenerelli et al., 2016).

2006 yılında kurulan Wikiloc, açık hava rotalarının ve coğrafi referanslı fotoğrafların paylaşıldığı ve keşfedildiği bir uygulamadır (WIKILOC, 2022). 2022 yılı itibarıyla bu platform 35 milyon rota ve 61,5 milyon fotoğraf ile dünya genelinde 10 milyondan fazla kullanıcıya ulaşmıştır (WIKILOC, 2022). Dağ bisikleti kullanımının CBS ortamında zamansal ve mekânsal dağılımını analiz etmek ve en sık tercih edilen rotaları belirlemek için QGIS yazılımı kullanılmıştır.

## 2.2 Çalışmanın yöntemi

Çalışmanın yöntemi verilerin elde edilmesi, analizi ve görselleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmanın yöntemi için genel bir iş akışı Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmanın yöntemi (Uslu, 2021)



Wikiloc'un 'rota ara' işlevi ile 01.01.2015 - 31.12.2021 tarihleri arasında çalışma alanı içerisindeki 203 adet bireysel rotaya erişilmiştir. Dağ bisikleti kullanıcılarının seyahat rotaları GNSS Değişim Formatı (.gpx) dosyasında teker teker indirilmiştir. Bu dosya, kullanıcının GNSS verilerini, hareket rotasını ve zamansal bilgilerini içermektedir. Wikiloc platformu, tüm verileri tek seferde indirmek için uygun bir Uygulama Programlama Arayüzü (API) desteği sağlamamaktadır (WIKILOC, 2022). Bu durum çalışmanın sınırlılığı olarak görülmektedir.

Dağ bisikleti kullanıcılarının zamansal ve mekânsal modellerin analizi için QGIS yazılımında seyahat rotalarının geometrik bilgilerini (.gpx) ve öznitelik bilgilerini (.csv) içeren dosyalardan oluşan bir coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur. Öznitelik tablosu kullanıcı adı, rota uzunluğu, tarih ve hız bilgilerini içermektedir. Bu veriler aracılığıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında Çekirdek Yoğunluğu Tahmini (ÇYT) yöntemi kullanılarak dağ bisikleti kullanımına ilişkin zamansal-mekânsal yoğunluğun değişim analizi ve kullanıcılar tarafından tercih edilen rotaların analizi gerçekleştirilmiştir. ÇYT, 2 boyutlu bir coğrafi alan üzerinde mekansal nokta olaylarının pürüzsüz bir yoğunluk yüzeyini tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir yaklaşımdır (Xie and Yan, 2008). ÇYT, bir çalışma alanı boyunca rekreasyonel etkinliklerin mekansal dağılımını ölçmek için bir ısı haritası analizi olarak sıklıkla kullanılmıştır (Lee and Tsou, 2018). ÇYT yöntemindeki anahtar değişken, çekirdek yarıçapının belirtilmesidir. Farklı boyutlarda yarıçapların benimsenmesi, farklı derecelerde uzamsal kümelenme veya yumuşatma ile yüzeyler üretecektir (Xie and Yan, 2008). Bu nedenle, mekansal yoğunluğu değerlendirirken uygun bir çekirdek yarıçapı seçmek önemlidir (Xie and Yan, 2008). Çalışmada dağ bisikleti kullanımının sıcak noktalarını belirlemek için (daha yüksek mekansal çözünürlüğe sahip) 50 m'lik bir çekirdek seçilmiştir. Sonuçlar, zamansal eğilim grafikleri ve ısı haritaları şeklinde görselleştirilmiştir. Isı

haritası, verileri konumsal değerlerle analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir coğrafi görselleştirme aracıdır (Lee and Tsou, 2018). Isı haritası katmanı, bir renk gradyanı kullanarak hücrelerdeki değerleri görselleştiren bir veri matrisidir. Bu, matristeki en büyük ve en küçük değerlere iyi bir genel bakış sağlar (Metsalu and Vilo, 2015).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Dağ bisikleti kullanımının mekânsal dağılımı

Bu bölümde, Datça Yarımadası'nda paylaşılan dağ bisikleti rotalarının zamansal ve mekânsal analizi araştırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde, dağ bisikleti kullanıcılarının seyahatleri süresince izledikleri rotalara ilişkin tanımlayıcı bilgiler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Temel rota istatistikleri

Kategori	Açıklama
Çalışma Alanı	Datça Yarımadası
Toplam rota sayısı	203
Tarih aralığı	01.01.2015 - 31.12.2021
Toplam rota uzunluğu	7237,44 km
En kısa rota büyüklüğü	3.29 km
En uzun rota büyüklüğü	62,91 km
En kısa seyahat süresi	27 dk
En uzun seyahat süresi	4 sa 20 dk

Dağ bisikleti kullanımına ilişkin GNSS verileri, QGIS yazılımında grafikler ve zamansal-mekânsal yoğunluk haritaları şeklinde görselleştirilmek üzere CBS formatına çevrilmiştir. Şekil 3'te Datça Yarımadası'ndaki dağ bisikleti rotalarının mekânsal dağılımı gösterilmiştir.

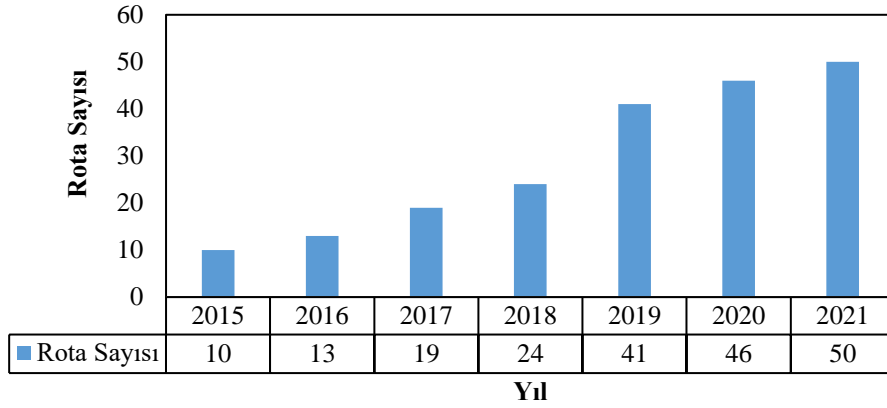


**Şekil 3.** Dağ bisikleti rotalarının mekânsal dağılımı

#### 3.2 Dağ bisikleti kullanımının zamansal analizi

Çalışmanın zamansal analizi için her rotanın zaman verisi kullanılmıştır. Datça Yarımadası sınırları içinde dağ bisikleti kullanımının zamansal modelleri hakkında ayrıntılı bilgi

edinmek amacıyla rota paylaşım sıklıkları yıllık, aylık, haftalık, günlük ve mevsimsel dönemlerde analiz edilmiştir. Yıllık modeller, 2015 ve 2021 yılları arasında rota paylaşımlarının yıllık bazda dağılımını göstermektedir (Şekil 4).

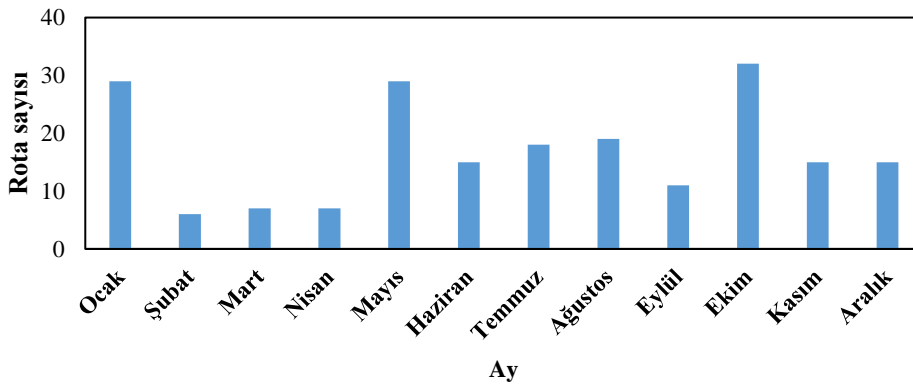


Şekil 4. Dağ bisikleti rota sayılarının yıllık dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde, 2015 - 2021 yılları arasında dağ bisikleti kullanıcılarının rota paylaşımı sayısında bir artış eğilimi görülmüştür. En fazla rota paylaşımı 2021 yılında, en az rota paylaşımı ise 2015 yılında yapılmıştır. Giderek artan bisiklet rotalarına dayanarak, son yıllarda dağ bisikleti turizminin popülaritesinin hızla arttığı görülmektedir. Uslu (2021) araştırmasında, COVID-19 Pandemisi sürecindeki seyahat kısıtlamalarının, karantinaların ve iptal edilen

organizasyonların turizm sektörünü olumsuz yönde etkilediğini ve buna bağlı olarak Beydağları Sahil Millî Parkı'na yapılan en az ziyaretin 2020 yılında gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ise COVID-19 Pandemisi sürecinde dağ bisikleti kullanımına ilişkin bir düşüş yaşanmamıştır.

Aylık modeller grafiği, 2015 ve 2021 yılları arasında rota paylaşım sayılarının aylara göre dağılımını açıklamaktadır (Şekil 5).



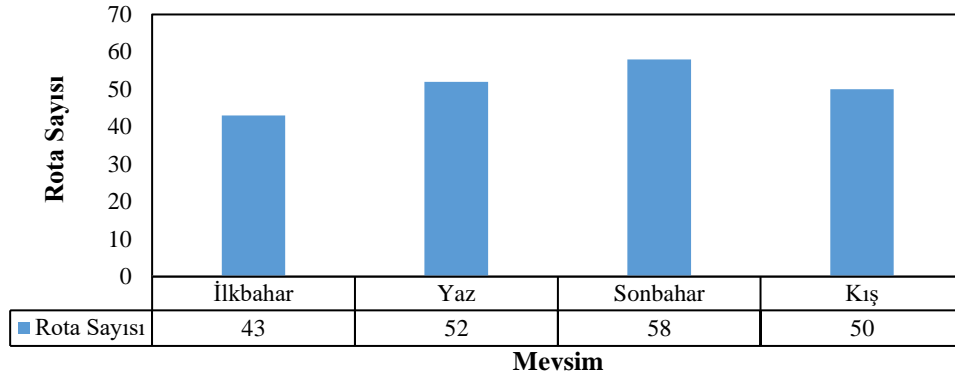
Şekil 5. Dağ bisikleti rota sayılarının aylık dağılımı

Şekil 5 incelendiğinde, en fazla rota paylaşımı Ekim ayında, en az rota paylaşımı ise şubat ayında gerçekleşmiştir. Mevsimsel modeller ve iklim faktörleri dağ bisikleti kullanımının aylık dağılımını etkilemiş olabilir. Türker ve ark. (2016), araştırmalarında uzun yıllar iklim değerleri ortalamalarını kullanarak dış mekân turizm ve rekreasyon faaliyetleri bakımından Muğla ilinin yedi ilçesi için iklim konforu analizi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada Muğla ilinin yıl boyunca turizm ve rekreasyon faaliyetleri bakımından genel olarak uygun iklim koşullarına sahip olduğu belirtilmiştir. Özellikle Datça ve Bodrum ilçeleri en yüksek iklim konforuna sahip olan ilçeler olarak ortaya çıkmıştır. Datça ilçesi nisan ayında "mükemmel"; mart ve eylül aylarında "çok iyi"; ocak, şubat, mayıs, haziran, ağustos, ekim ve kasım aylarında "iyi"; temmuz ve aralık aylarında ise "kabul edilebilir" iklim kategorisi içerisinde yer almıştır. Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımına ilişkin en fazla rota paylaşımının "çok iyi" iklim kategorisi içerisinde yer alan Ekim ayında; en az rota paylaşımının ise "iyi" iklim kategorisi içerisinde yer alan şubat ayında gerçekleştiği söylenebilir.

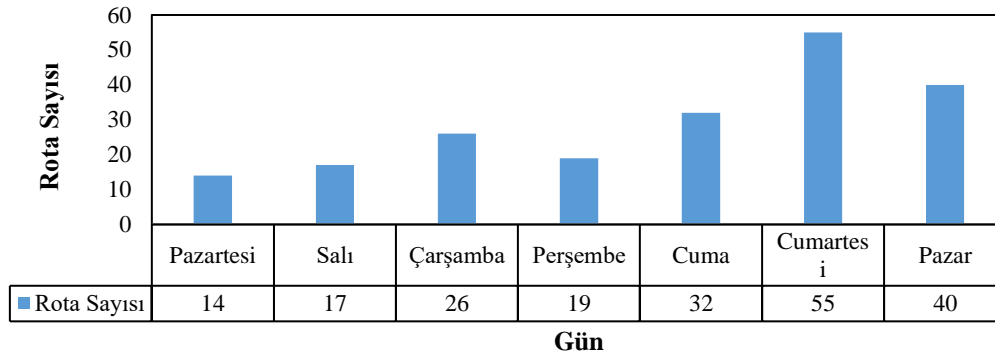
Şekil 6'da ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemi için dağ bisikleti kullanımındaki mevsimsel değişimler gösterilmiştir.

Şekil 6'daki mevsimsel dağılım grafiği incelendiğinde, en fazla rota paylaşımının sonbahar mevsiminde, en az rota paylaşımının ise ilkbahar mevsiminde yapıldığı görülmüştür. Santos et al. (2022), Lisbon kentinde kentsel ve kırsal alanlardaki rekreasyonel faaliyetlere ilişkin gönüllü coğrafi bilgilerin potansiyelini araştırmışlardır. Araştırmada, dağ bisikleti kullanımının mevsimsel bazda dağılım grafiği incelendiğinde, kent sakinleri tarafından en az rota paylaşımının kış mevsiminde, en fazla rota paylaşımının ise ilkbahar mevsiminde yapıldığı; yabancı turistler tarafından en az rota paylaşımının kış mevsiminde, en fazla rota paylaşımının ise yaz mevsiminde yapıldığı görülmüştür. Araştırmanın mevsimsel bazdaki bulguları, bu çalışmanın bulguları ile farklılık göstermektedir. Araştırmacılar, turizm ve rekreasyon faaliyetleri açısından mevsimsel değişkenliği açıklamak için hava sıcaklığı, nem, yağış ve rüzgâr gibi iklim olaylarını önemli birer faktör olarak tanımlamışlardır.

Haftalık modeller, hafta içi ve hafta sonu günleri için yapılan rota paylaşımının dağılımını içermektedir (Şekil 7).



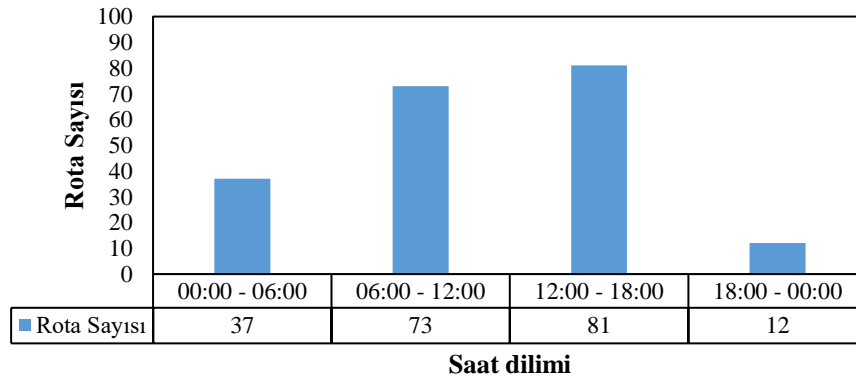
Şekil 6. Dağ bisikleti rota sayılarının mevsimlere göre dağılımı



Şekil 7. Dağ bisikleti rota sayılarının günlük dağılımı

Şekil 7 incelendiğinde haftalık kalıplar, Cumartesi ve Pazar günlerinin hafta sonu tatili olmasına bağlı olarak daha fazla paylaşım yapıldığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, hafta içi günlerin iş günleri olması dolayısıyla bu günlerde yapılan rota paylaşımı görece düşük sayıda kalmıştır. Barros et al. (2019) çalışmalarında rekreasyonel etkinliklerin hafta içine nazaran hafta sonunda yoğunlaştığını ortaya koymuşlardır. Araştırmanın bulguları, bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Günlük modeller, rota paylaşımlarının gün içindeki saatlik dağılımını içermektedir. Gün; 00:00 - 06:00, 06:00 - 12:00, 12:00 - 18:00 ve 18:00 - 00:00 zaman dilimleri olmak üzere dört aralığa bölünmüştür. Dağ bisikleti kullanıcılarının bu zaman dilimleri içerisindeki rota paylaşım davranışları irdelenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Dağ bisikleti rota sayılarının günlük saat dilimleri bazında dağılımı

Şekil 8, dağ bisikleti etkinliğinin sabahın erken saatlerinde başladığı ve gece geç saatlere kadar devam ettiğini ortaya koymuştur. En fazla rota paylaşımının 12:00 - 18:00 saatleri arasında, en az rota paylaşımının ise 18:00 - 00:00 saatleri arasında yapıldığı görülmüştür. Campelo (2015), araştırmasında Lizbon yakınlarındaki doğal parklarda dağ bisikleti kullanımının daha çok sabah erken saatlerde ve öğleden sonraki

saatlerde gerçekleştiğini belirtmiştir. Araştırmanın bulguları bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Uslu (2021), araştırmasında rekreasyonel etkinliklerin 06:00 - 12:00 ve 12:00 - 18:00 saatleri arasında yoğunlaştığını, 00:00 - 06:00 saatleri arasında ise azaldığını belirtmiştir. Araştırmanın bulguları bu çalışmanın bulguları ile kısmen benzerlik göstermektedir.

### 3.3. Dağ bisikleti kullanımının mekânsal analizi

Wikiloc'tan elde edilen GNSS verileri ile kullanıcıların günlük ve mevsimsel dönemlerde faaliyetleri CBS ortamında haritalandırılarak karşılaştırılmıştır. Zamansal-mekânsal yoğunluk haritaları QGIS yazılımında ÇYT yöntemini kullanan ısı Haritası eklentisi işlevi aracılığıyla 50 m bant genişliğinde

Gauss yöntemi ile üretilmiştir. Dağ bisikleti kullanımının mekânsal yoğunluğu ile ilgili olarak, Çekirdek yoğunluğu sonucundaki en koyu renk, "sıcak noktalar" olarak adlandırılan en yüksek mekânsal kullanım yoğunluğunu göstermektedir.

Şekil 9'da 01.01.2015 - 31.12.2021 tarihleri arasında paylaşılan dağ bisikleti rotalarının yoğunluğu gösterilmiştir.



Şekil 9. Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımının mekânsal yoğunluğu

Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanıcıları ortalama 17,95 km/s hareket hızı ile toplamda 7.327,44 km yol kat etmişlerdir. Dağ bisikleti kullanımına ilişkin yoğunluğun Kurucabük - Emecik - Reşadiye - Eski Datça - Datça ile Datça - Eski Datça - Hızırşah - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü güzergahlarında çok yüksek olduğu görülmüştür. OpenStreetMap (OSM) yol ağından (OSM, 2022) alınan yol tipleri ve özelliklerine (otoyollar/çift anayol, ilçe/belediye yolları, yerleşim yerlerine/yerleşim bölgelerine giden yollar ve servis yolları ve toprak/orman yolları gibi diğer yollar) dayanarak bu güzergahları tercih eden kullanıcıların asfalt yolları, yol güvenliğini ve turistik çekiciliği ön planda tuttukları söylenebilir. Ayrıca Google Haritalar (GH, 2022) üzerinden alınan bilgilere dayanarak bu güzergahlar üzerinde yer alan yeme-içme, dinlenme ve konaklama tesisleri, kullanıcıların bu güzergahlar üzerinde yoğunlaşmasını sağlamış olabilir.

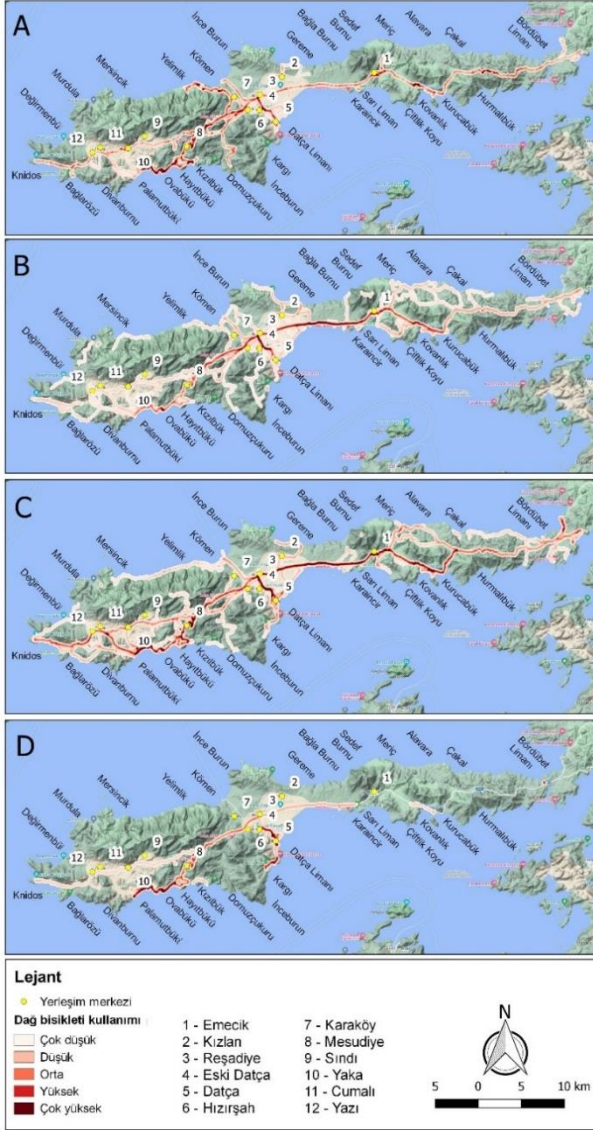
Kızılbük - Hayıtbükü güzergahında yoğunluk yüksektir. OSM yol ağı verilerine (OSM, 2022) ve Google Haritalar verilerine (GH, 2022) dayanarak, kullanıcıların seyahatleri boyunca güzel sahil manzarası eşliğinde, toprak yoldan oluşan düz bir arazide rahat bir yolculuğu tercih ettikleri söylenebilir.

Marmaris - Kurucabük ve Mesudiye - Yaka - Yazı - Knidos Antik Kenti güzergahlarında dağ bisikleti kullanımı orta yoğunluktadır. OSM yol ağı verileri (OSM, 2022) ve Google Haritalar verileri (GH, 2022) dikkate alınarak, bu güzergahları tercih eden dağ bisikleti kullanıcılarının manzara, doğal çekicilikler, kırsal alanlar ve tarihi yerleri önemsedikleri düşünülmektedir.

Datça - Kargı, Reşadiye - Körmen, Karaköy - Yelimlik, Knidos - Bağlarözü - Divanburnu - Palamutbükü ve Kovanlık - Çiftlik Koyu - Sarı Liman, Reşadiye - Kızlan - Gereme ve Emecik - Meriç - Alavara güzergahlarında yoğunluk düşüktür. Yelimlik - Mersincik, Knidos - Değirmenbükü - Murdula, Bürdübet Limanı - Çakal, Karaincir - Bağla Burnu - Sedef Burnu, Eski Datça - Kargı, Domuzçukuru - Kızılbük ve Reşadiye - İnce Burun güzergahlarında ise dağ bisikleti kullanım yoğunluğu çok düşüktür. Bu güzergahların Datça Yarımadası'nın muhteşem koyularını ve tarihi Karia Yolunu keşfetmek isteyen kullanıcılar tarafından tercih edildiği söylenebilir. Karia Yolu'nun 147 km'lik etabı, Eski Datça'dan başlayarak güneye ve batıya doğru zorlu arazileri, engebeli burunları, ormanları ve koyuları aşarak Knidos antik kentine ve Deveboynu deniz fenerine ulaşmaktadır. Bu noktadan doğuya doğru yönelen güzergâh, hiç yerleşim yeri görmeyen kuzey şeridini takip ederek Balıkaşiran'da son bulmaktadır (Özcan, 2019). Güzergahların uzun, eğimli ve zorlu parkurlardan oluşması dolayısıyla yoğunluğun düşük kaldığı düşünülmektedir.

Özetle, dağ bisikleti kullanıcıların genel olarak kırsal alanlardaki uzun, eğimli ve zorlu parkurlara nazaran asfalt yolları, yol güvenliğini, tarihi, kültürel, doğal ve turistik çekicilikleri, yeme-içme, dinlenme ve konaklama tesislerine erişebilirliği kapsayan parkurları daha çok önemsedikleri söylenebilir. Chang and Chang (2005), araştırmalarında dağ bisikleti kullanıcılarının manzaralı yolları, güvenliğini, turistik çekiciliği ve zorlu arazileri önemli olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Araştırmanın bulguları bu çalışmanın bulguları ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

Dağ bisikleti kullanıcılarının günün farklı saatlerindeki davranışlarını analiz etmek amacıyla 00:00 - 06:00, 06:00 - 12:00, 12:00 - 18:00 ve 18:00 - 00:00 zaman dilimleri için mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Şekil 10, Datça Yarımadası'ndaki dağ bisikleti kullanımının zamansal-mekânsal dinamiklerini göstermektedir.



**Şekil 10.** Günün farklı saatleri için dağ bisikleti kullanımının yoğunluğu (A: 00:00 - 06:00; B: 06:00 - 12:00; C: 12:00 - 18:00; D: 18:00 - 00:00)

Analiz sonuçları mekân ve zaman dilimi bağlamında Datça Yarımadası'ndaki dağ bisikleti kullanımının dinamiğini ortaya çıkarmıştır. Dağ bisikleti kullanımına ilişkin yoğunluğun 00:00 - 06:00 zaman dilimi aralığında Eski Datça - Datça ve Eski Datça - Hızırşah - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü - Ovabükü - Yaka güzergahlarında çok yüksek; Marmaris - Kurucabük - Emecik ve Hızırşah - Karaköy - Yelimli güzergahlarında yüksek; Mesudiye - Sındı - Cumalı - Yazı - Bağlarözü - Knidos güzergahlarında orta; Eski Datça - Körmen ve Hızırşah - Domuzçukuru güzergahlarında düşük; Datça Limanı - Reşadiye - Kızıl - Göreme ve Yaka - Palamutbükü - Cumalı güzergahlarında çok düşük olduğu görülmüştür. Bu zaman diliminde kullanıcılar ortalama 23,21 km/s hareket hızı ile

toplamda 1.320,15 km yol almışlardır. Sabahın erken saatlerinde düşük trafik yoğunluğu dolayısıyla bisikletçilerin ortalama hızının zirveye ulaştığı düşünülmektedir. Bununla birlikte kullanıcıların hızlı, kolay, keyifli ve sessiz rotaları (OSM, 2022; GH, 2022) tercih ettikleri söylenebilir.

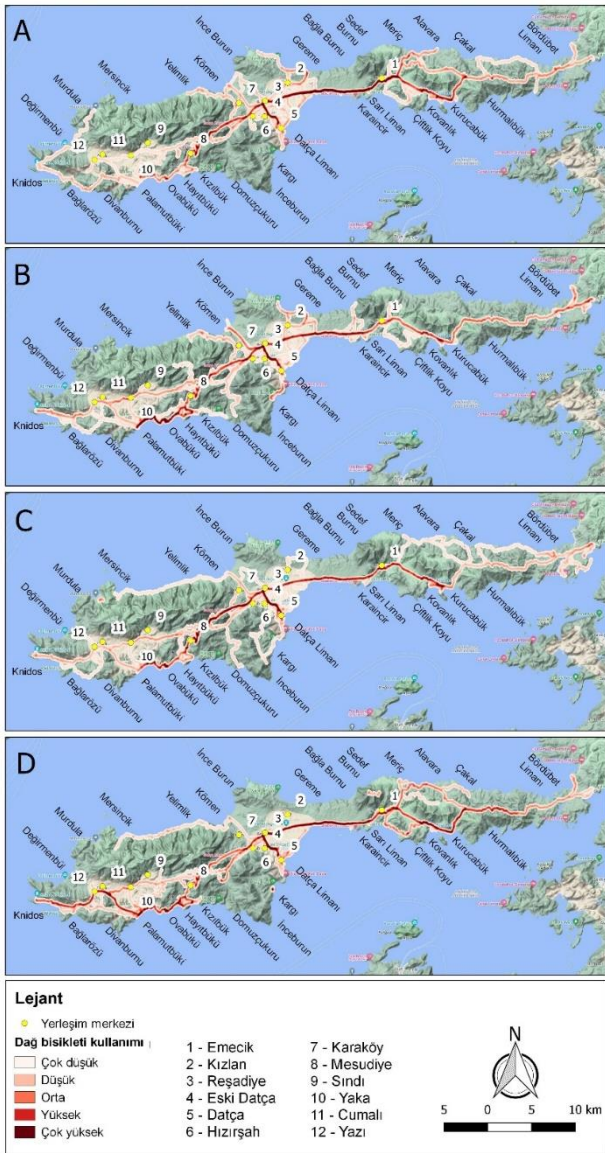
06:00 - 12:00 zaman dilimi aralığında yoğunluğun, Datça - Eski Datça - Emecik, Eski Datça - Hızırşah - Mesudiye güzergahlarında çok yüksek; Emecik - Kurucabük güzergahında yüksek; Kurucabük - Marmaris ve Mesudiye - Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü güzergahlarında orta; Datça - Datça Limanı ve Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı - Knidos güzergahlarında düşük; diğer güzergahlar arasında ise çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Kullanıcılar bu zaman diliminde ortalama 16,11 km/s hareket hızı ile toplamda 1,962.93 km yol almışlardır. Kullanıcıların daha yavaş hareket hızı ile turistik ve manzaralı rotaları (OSM, 2022; GH, 2022) seçtikleri söylenebilir.

12:00 - 18:00 zaman dilimi aralığında yoğunluğun, Datça - Eski Datça - Emecik - Kurucabük ve Eski Datça - Mesudiye - Ovabükü - Palamutbükü güzergahlarında çok yüksek; Palamutbükü - Cumalı - Yazı - Knidos ve Mesudiye - Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı - Knidos güzergahlarında yüksek; Emecik - Meriç - Alavara - Bürdebet Limanı - Marmaris ve Eski Datça - Karaköy - Körmen güzergahlarında orta; Palamutbükü - Bağlarözü - Knidos ve Karaköy - Körmen - Yelimli - Mersincik güzergahlarında düşük; diğer güzergahlar arasında ise çok düşük olduğu görülmüştür. Bu zaman diliminde kullanıcılar ortalama 19,56 km/s hareket hızı ile toplamda 3.343,57 km yol almışlardır. Kullanıcıların bu zaman diliminde diğer zaman dilimlerine kıyasla daha fazla yol aldıkları; doğal, turistik ve kültürel miras alanlarını birbirine bağlayan rotalarda (OSM, 2022; GH, 2022) seyahatlerini gerçekleştirdikleri söylenebilir.

18:00 - 00:00 zaman dilimi aralığında yoğunluğun, Eski Datça - Datça - Kargı ve Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü güzergahlarında çok yüksek; Mesudiye - Hayıtbükü güzergahında yüksek; Eski Datça - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü güzergahında orta; Eski Datça - Reşadiye - Karaincir - Sarı Liman güzergahında düşük; Mesudiye - Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı - Knidos - Palamutbükü güzergahında ise çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu zaman diliminde kullanıcılar ortalama 12,25 km/s hareket hızı ile toplamda 610.79 km yol kat etmişlerdir. Kullanıcıların akşam saatlerinde güvenlik endişeleri dolayısıyla daha az km yol aldıkları ve hareket hızlarının düşük seviyede kaldığı söylenebilir.

Özetle, dağ bisikleti kullanımı 06:00 - 12:00 ve 12:00 - 18:00 saatleri arasında yoğunlaşmaktadır. Arnberger (2006), araştırmasında Viyana çevresinde yer alan ormanlarda doğayı ve manzarayı deneyimlemek isteyen dağ bisikleti kullanıcılarının 10:00 - 16:00 saatleri arasında bu alanlarda yoğunlaştığını belirtmiştir. Campelo (2015), araştırmasında Lizbon yakınlarındaki doğal parklarda dağ bisikleti kullanımının sabah erken saatlerde ve öğleden sonraki saatlerde gerçekleştiğini belirtmiştir. Araştırmaların bulguları bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Dağ bisikleti kullanımının mevsimsel modelini belirlemek amacıyla ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemleri için mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Şekil 11, Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımının mevsim bazlı dinamiğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 11.** Mevsimlere göre dağ bisikleti kullanımının yoğunluğu (A: İlkbahar; B: Yaz; C: Sonbahar; D:Kış)

İlkbahar mevsiminde yoğunluğun, Datça - Eski Datça - Emecik rotasında çok yüksek; Emecik - Kurucabük ve Eski Datça - Mesudiye rotalarında yüksek; Emecik - Meriç - Alavara - Marmaris, Mesudiye - Kızılbük, Ovabükü - Palamutbükü ve Kurucabük - Marmaris rotalarında orta; Reşadiye - Kızılan - Gereme - İnceburun ve Palamutbükü - Bağlarözü - Knidos - Değirmenbükü - Murdula, Mesudiye - Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı rotalarında düşük; diğer rotalarda ise çok düşük olduğu görülmüştür. Kullanıcıların bu mevsimde ilgi alanlarına kolay ulaşımı sağlayan manzaralı rotaları (OSM, 2022; GH, 2022) ön planda tuttıkları söylenebilir.

Yaz mevsiminde yoğunluğun, Datça - Eski Datça - Emecik ve Eski Datça - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü rotalarında çok yüksek; Emecik - Kurucabük rotasında yüksek; Kurucabük - Marmaris, Eski Datça - Körmen ve Datça Limanı - Kargı rotasında orta; Mesudiye - Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı - Knidos, Hızırşah - Karaköy - Yelimlik, Yazı - Palamutbükü ve Eski Datça - Reşadiye - Kızılan - Gereme rotalarında düşük; diğer rotalar arasında ise çok düşük olduğu

tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde kullanıcıların gezileri boyunca çeşitli turistik ve doğal alanları deneyimleyebilecekleri rotaları (OSM, 2022; GH, 2022) önemsedikleri söylenebilir.

Sonbahar mevsiminde yoğunluk, Datça - Eski Datça - Emecik - Kurucabük, Eski Datça - Mesudiye ve Ovabükü - Palamutbükü rotalarında çok yüksek; Mesudiye - Ovabükü rotasında yüksek; Kızılbük - Hayıtbükü rotasında orta; Mesudiye - Sındı - Yaka - Cumalı - Yazı - Knidos, Palamutbükü - Cumalı - Yazı ve Kurucabük - Marmaris rotalarında düşük; diğer rotalar arasında ise çok düşük düzeydedir. Bu mevsimde de kullanıcıların seyahatleri boyunca turistik ve doğal alanları bağlayan rotaları (OSM, 2022; GH, 2022) tercih ettikleri söylenebilir.

Kış mevsiminde yoğunluğun, Datça - Eski Datça - Emecik - Kurucabük rotasında çok yüksek; Eski Datça - Hızırşah - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü - Cumalı - Yazı - Bağlarözü - Knidos rotasında yüksek; Emecik - Çiftlik Koyu, Emecik - Meriç - Alavara rotalarında ve Kurucabük - Marmaris rotasının bir bölümünde orta; Yaka - Cumalı ve Palamutbükü - Bağlarözü rotalarında düşük; diğer rotalar arasında ise çok düşük olduğu görülmüştür. Kış mevsiminde kullanıcıların manzara, doğal çekicilikler, kırsal alanlar ve kültürel miras alanlarını (OSM, 2022; GH, 2022) önemsedikleri söylenebilir.

Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti kullanımı yaz ve sonbahar mevsimlerinde yoğunlaşmıştır. Bu durum Datça Yarımadası'nın coğrafi konumu ve iklim koşulları ile ilişkilendirilebilir. Ploner and Brandenburg (2003), araştırmalarında bisiklet kullanıcılarının, mevsimsel iklim ve hava koşullarından büyük ölçüde etkilendiklerini ve çoğunlukla daha sıcak mevsimlerde veya iyi hava koşullarında ortaya çıktıklarını belirtmişlerdir. Mou et al. (2022), Tibet'te bisiklet kullanımına ilişkin mekânsal yoğunluğun yaz ve sonbahar mevsimlerinde yüksek seviyede; kış ve ilkbahar mevsimlerinde ise düşük seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte araştırmada, kullanıcıların yaz mevsiminde gezi boyunca çeşitli ekolojik ve doğal alanları deneyimleyebilecekleri dağ yolunu tercih ettikleri; ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yol boyunca güzel sahil manzarası eşliğinde daha düz bir arazide daha rahat bir yolculuğun tadını çıkarabilecekleri sahil yolunu tercih ettikleri; kış mevsiminde ise cazibe merkezlerine kolay ulaşım sağlayan manzaralı rotaları tercih ettikleri açıklanmıştır. Araştırmaların bulguları, bu çalışmanın bulguları ile büyük ölçüde örtüşmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, rekreasyonel ve korunan alanların etkin yönetimi için gönüllü coğrafi veriler aracılığıyla dağ bisikleti kullanımının zamansal ve mekânsal modellerinin haritalanmasına yönelik bir yaklaşım sunulmuştur. Datça Yarımadası sınırları içerisinde dağ bisikleti kullanıcıları tarafından 01.01.2015 - 31.12.2021 tarihleri arasında Wikiloc platformunda paylaşılan 203 adet seyahat rotasının GNSS izleri kullanılarak zamansal eğilimler ve yoğunluk haritaları ile dağ bisikleti kullanımının ayrıntılı analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma dağ bisikleti rotaları planlamayı amaçlayan turizm planlamacıları, yerel yönetimler ve politika yapımcılar için önemli pratik çıkarımlar sunmaktadır. Bu çıkarımlar aşağıda özetlenmiştir:

• Datça Yarımadası'nda dağ bisikleti turizminin popülaritesi son yıllarda artmış ve rotalar günün saatine, iklim ve hava koşullarına bağlı olarak farklı mekânsal dağılım göstermiştir.

• Günün saatine ve günün aralığına (00:00 - 06:00, 06:00 - 12:00, 12:00 - 18:00, 18:00 - 00:00) göre dağ bisikleti kullanımı 06:00 - 12:00 ve 12:00 - 18:00 saatleri arasında yoğunlaşmaktadır.

• Mevsimsel etkilerin kullanıcı davranışları üzerindeki analizi, yaz ve sonbahar mevsimlerinde dağ bisikleti kullanımının kış ve ilkbahara göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

• Dağ bisikleti kullanıcıları için en popüler "sıcak noktalar" Kurucabük - Emecik - Reşadiye - Eski Datça - Datça ile Datça - Eski Datça - Hızırşah - Mesudiye - Kızılbük - Hayıtbükü - Ovabükü - Palamutbükü güzergahlarında yoğunlaşmaktadır. Bu sıcak noktalar tarihi, kültürel, doğal ve turistik bölümlerinden (OSM, 2022; GH, 2022) oluşmaktadır.

• Dağ bisikleti kullanıcıları genel olarak kırsal alanlardaki uzun, eğimli ve zorlu yollardan ziyade asfalt yolları, yol güvenliğini, yeme-içme, dinlenme ve konaklama tesislerine erişebilirliği kapsayan parkurları (OSM, 2022; GH, 2022) daha çok tercih etmişlerdir.

Bu çalışma gönüllü coğrafi verilerin avantajlarından yararlanarak rekreasyonel ve korunan alanların sürdürülebilir yönetimi ve karar verme süreçlerini desteklemek için gelecekteki araştırmaların önünü açmaktadır. Çalışmanın bulguları ve sonuçları göz önünde bulundurularak geleceğe yönelik bazı öneriler aşağıda belirtilmiştir:

• Bu çalışma, dağ bisikleti kullanıcılarının seyahat motivasyonlarını ve destinasyon tercihlerindeki itme çekme faktörlerini göstermesi bakımından sınırlıdır. Gelecekte, ziyaretçilerin dijital ayak izlerini, seyahat motivasyonlarını ve destinasyon seçimlerindeki itme çekme faktörlerini birlikte ele alan araştırmalar, sürdürülebilir bir dağ bisikleti turizminin geliştirilmesine ve pazarlanmasına önemli katkılar sağlayabilir.

• Dağ bisikleti turizmi planlamacıları ve politika yapıcılar, ziyaretçileri daha düşük yoğunluklu rotaları kullanmaya teşvik eden politikalar benimseyerek kalabalıklaşmayla ilgili mekânsal çatışmaları azaltabilirler.

• Çalışmada açıklanan yaklaşım, korunan alanlardaki rekreasyonel etkinliklerin sürdürülebilir kullanımı için ilgili yetkililerin kararlarına ve eylemlerine destek sağlayabilir. Gelecekteki çalışmalar, bu yaklaşımın diğer açık hava rekreasyon etkinlikleri için de geçerliliğini test edebilir ve kitle kaynaklı web paylaşımı hizmetlerinden veri kaynakları olarak alınabilecek sonuçları keşfedebilir.

• Çalışmada kullanılan veriler sosyodemografik bilgilerden (yaş, cinsiyet, ekonomik gelir vb.) yoksundur. Bu nedenle kullanıcıların özellikleri değerlendirilememiştir. Gelecekteki araştırmalar, GNSS yörünge verileri ile anket verilerini birleştirerek, analizin kesinliğini önemli ölçüde artırabilir.

## Kaynaklar

Arnberger, A., 2006. Recreation use of urban forests: an inter-area comparison. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3-4), 135-144.

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.

Campelo, M. B., 2015. Caracterização do BTT no Parque Natural de Sintra-Cascais: um contributo para a revisão da Carta de Desporto de Natureza do PNSC. Master's Thesis, Lisbon University, Lisbon, Portugal.

Campelo, M. B., Mendes, R. M. N., 2016. Comparing webshare services to assess mountain bike use in protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 82-88.

Cessford, G., Muhar, A., 2003. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 240-250.

Chang, H. L., Chang, H. W., 2005. Comparison between the differences of recreational cyclists in national scenic bikeway and local bike lane. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 2178-2193.

Cole, D. N., Daniel, T. C., 2003. The science of visitor management in parks and protected areas: from verbal reports to simulation models. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 269-277.

Conrow, L., Wentz, E., Nelson, T., Pettit, C., 2018. Comparing spatial patterns of crowdsourced and conventional bicycling datasets. *Applied Geography*, 92, 21-30.

ÇŞVİDB, 2022. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://ockb.csb.gov.tr/datca-bozburun-ozel-cevre-koruma-bolge-i-2747>, Erişim: 03.08.2022.

DK, 2022. Datça Kaymakamlığı. <http://www.datca.gov.tr/cografikonum>, Erişim: 03.08.2022.

Elwood, S., 2008. Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. *GeoJournal*, 72(3), 173-183.

Gutzwiller, K. J., D'Antonio, A. L., Monz, C. A., 2017. Wildland recreation disturbance: broad-scale spatial analysis and management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(9), 517-524.

GH, 2022. Google Haritalar. <https://www.google.com/maps/place/Datça>, Erişim: 24.07.2022.

Heer, C., Rusterholz, H. P., Baur, B., 2003. Forest perception and knowledge of hikers and mountain bikers in two different areas in northwestern Switzerland. *Environmental Management*, 31(6), 709-723.

Jestico, B., Nelson, T., Winters, M., 2016. Mapping ridership using crowdsourced cycling data. *Journal of Transport geography*, 52, 90-97.

Lee, J. Y., Tsou, M. H., 2018. Mapping spatiotemporal tourist behaviors and hotspots through location-based photo-sharing service (Flickr) data. In *LBS 2018: 14th International Conference on Location Based Services* (pp. 315-334). Springer, Cham.

Mendes, R. M. N., Dias, P., Silva, C. P., 2014. Profiling MTB users' preferences within protected areas through Webshare services. In *Proceedings of the 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas*, August 20-23, s. 166-168.

- Metsalu, T., Vilo, J., 2015. ClustVis: a web tool for visualizing clustering of multivariate data using principal component analysis and heatmap. *Nucleic Acids Research*, 43(W1), W566-W570.
- 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.
- Norman, P., Pickering, C. M., 2017. Using volunteered geographic information to assess park visitation: comparing three on-line platforms. *Applied Geography*, 89, 163-172.
- Norman, P., Pickering, C. M., 2019. Factors influencing park popularity for mountain bikers, walkers and runners as indicated by social media route data. *Journal of Environmental Management*, 249, 109413.
- Norman, P., Pickering, C. M., Castley, G., 2019. What can volunteered geographic information tell us about the different ways mountain bikers, runners and walkers use urban reserves?. *Landscape and Urban Planning*, 185, 180-190.
- OSM, 2022. OpenStreetMap. <https://www.openstreetmap.org/#map=11/36.8112/27.6203>, Erişim: 24.07.2022.
- Özcan, A., 2019. Karia Yolu: Datça Yarımadası Yürüyüş ve Gezi Rehberi. *Amerikan Baskı*, 1, 1-240.
- Ploner, A., Brandenburg, C., 2003. Modelling visitor attendance levels subject to day of the week and weather: a comparison between linear regression models and regression trees. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 297-308.
- Romanillos, G., Moya-Gómez, B., Zaltz-Austwick, M., Lamiquiz-Dauden, P. J., 2018. The pulse of the cycling city: visualising Madrid bike share system GPS routes and cycling flow. *Journal of Maps*, 14(1), 34-43.
- Santos, T., Nogueira Mendes, R., Farías-Torbidoni, E. I., Julião, R. P., Pereira da Silva, C., 2022. Volunteered geographical information and recreational uses within metropolitan and rural contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(2), 144.
- Song, X. P., Richards, D. R., He, P., Tan, P. Y., 2020. Does geo-located social media reflect the visit frequency of urban parks? A city-wide analysis using the count and content of photographs. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103908.
- Tenerelli, P., Demşar, U., Luque, S., 2016. Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological Indicators*, 64, 237-248.
- Taylor, S., 2010. 'Extending the dream machine': understanding people's participation in mountain biking. *Annals of Leisure Research*, 13(1-2), 259-281.
- Türker, A., Özeltin Türker, G., Çelik, A., 2015. Dış mekân turizm ve rekreasyon faaliyetleri açısından Muğla ili iklim konforu analizi. *Dokuz Eylul University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 17(4), 555-577.
- Uslu, A., 2021. Sosyal medya verileri kullanılarak milli park ziyaretlerinin mekânsal ve zamansal değişiminin modellenmesi: Beydağları sahil milli parkı örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 386-398.
- Xie, Z., Yan, J., 2008. Kernel density estimation of traffic accidents in a network space. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(5), 396-406.
- Zheng, W., Huang, X., Li, Y., 2017. Understanding the tourist mobility using GPS: Where is the next place?. *Tourism Management*, 59, 267-280.
- WIKILOK, 2022. Dünyanın rotaları. <https://tr.wikiloc.com/>, Erişim: 23.07.2022.
- 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), 1-7.





## Kamilet Vadisi (Arhavi, Artvin) memeli türleri ve koruma statüleri

Perinçek Seçkinozan Şeker<sup>1\*</sup>, Gökçe Ali Keleş<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Avcılık ve Yaban Hayatı Programı, 08000, Artvin

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 04/10/2022

Kabul Tarihi: 02/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1184108>

\* Sorumlu yazar:

[seckinperincek@artvin.edu.tr](mailto:seckinperincek@artvin.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Kamilet Vadisi (Arhavi, Artvin), zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip Kafkas sıcak noktası sınırları içerisinde yer alan, memeli türlerini de içeren yüksek düzeyde biyolojik çeşitliliğe sahip olması bakımından önemli bir alandır. Bu çalışma kapsamında Kamilet Vadisi'nde yaşayan memeli türlerinin ve güncel koruma statülerinin belirlenmesi amaçlandı. Araştırma alanında, memeli hayvanların belirlenmesi amacıyla doğrudan (noktada gözlem ve fotokapan) ve dolaylı gözlem (ayak izi ve dışkı tespiti gibi) yöntemleri kullanıldı. Bunlara ilaveten, türlerin tespiti için literatürde yer alan yayılış kayıtları ve yerel halk ile yapılan anket yöntemi kullanıldı. Çalışma sonucunda, alanda beş memeli takımından 12 familyaya ait toplam 22 küçük ve büyük memeli hayvan türün yayılış gösterdiği tespit edildi. Tespit edilen türlerin ulusal ve uluslararası düzeyde güncel koruma durumları (IUCN, BERN, CITES ve MAKK) listelendi. Alanda tespit edilen türlerin tamamının IUCN kırmızı listesinde LC (Az endişe verici) kategorisinde olduğu belirlendi. BERN sözleşmesine göre, yedi türün Ek Liste 3'te bir türün de Ek Liste 2'de yer aldığı tespit edildi. CITES sözleşmesine göre, üç türün Ek Liste 3'te bir türün Ek Liste 2'de ve iki türün de hem ek Liste 1 hem de Ek Liste 2'de yer aldığı saptandı. Kamilet Vadisi'nde yaşayan memeli türlerinin ve koruma statülerinin belirlenmesini amaçlayan bu çalışma, ülkemiz biyolojik çeşitliliğinin belgelenmesine, sürdürülebilirliğine ve korunmasına katkı sağlaması bakımından önemli bir çalışmadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Kamilet Vadisi, koruma, memeliler, Türkiye

## Mammal species of Kamilet Valley (Arhavi, Artvin) and their conservation status

### ABSTRACT

Kamilet Valley (Arhavi, Artvin) is an important area in terms of having a high level of biodiversity, including mammal species, located within the borders of the Caucasian hotspot with rich biodiversity. Within the scope of this study, it was aimed to determine the mammal species living in Kamilet Valley and their current conservation status. In the research area, direct (spot observation and camera trap) and indirect observation (such as footprint and scat detection) methods were used for the determination of mammals. In addition to these, the distribution records in the literature and the survey method with the local people were used to determine the species. As a result of the study, it was determined that a total of 22 small and large mammal species belonging to 12 families of five mammalian order were distributed in the area. The current national and international conservation status (IUCN, BERN, CITES, and MAKK) of the identified species were listed. All of the species detected in the area were determined to be in the LC (Least Concern) category in the IUCN Red List of Threatened Species. According to the BERN Convention, it was determined that seven species were included in Appendix 3, and one species was in Appendix 2. Three species were found in Appendix 3, one species in Appendix 2, and two species in both Appendix 1 and Appendix 2 with respect to the CITES Convention. This study, which aims to determine the mammal species and their conservation status living in the Kamilet Valley, is a remarkable study in terms of contributing to the documentation, sustainability and protection of our country's biological diversity.

**Key Words:** Biodiversity, Kamilet Valley, conservation, mammals, Turkey

*Bu makaleye atf:*

Şeker, P.S., Keleş, G.A., 2022. Kamilet Vadisi (Arhavi, Artvin) memeli türleri ve koruma statüleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 33-39.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

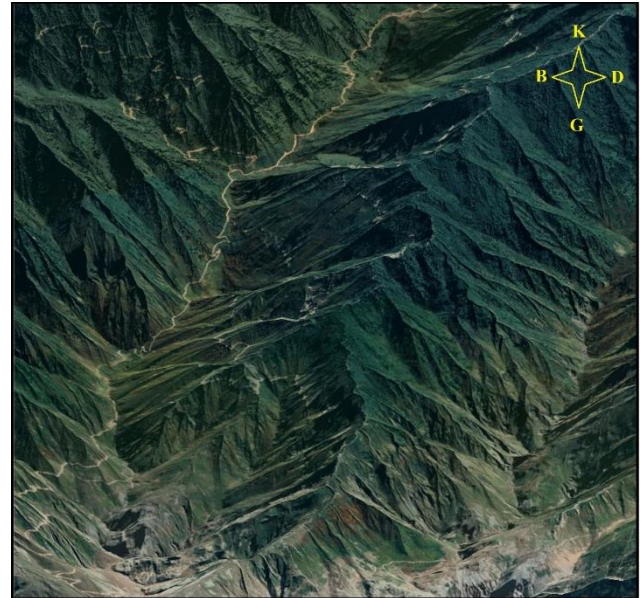
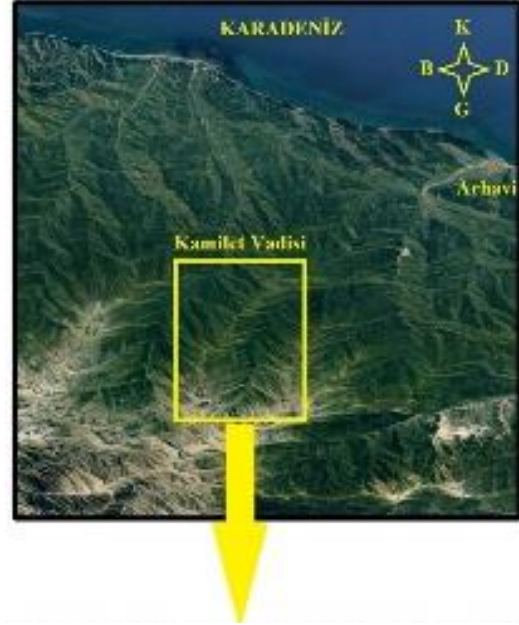
## 1. Giriş

Memeli hayvanlar yüksek düzeyde adaptasyon yeteneğine sahip olmaları nedeniyle neredeyse dünya üzerindeki tüm karasal ve sucul biyomlarda yaşamaya uyum sağlamışlardır. Günümüzde, çok çeşitlilik gösteren habitatlarda 5000'den fazla tür ile temsil edilirler (Wilson and Reeder, 2005). Türkiye'de ise yaklaşık olarak 170 memeli türünün varlığı bilinmektedir (Demirsoy, 1996; Kryštufek and Vohralík, 2001; Yiğit ve ark., 2006; Kryštufek and Vohralík, 2005; 2009, Seyfi ve ark., 2021). Bu derecede yüksek tür sayısı, hemen hemen tüm Avrupa kıtasında yaşayan (yaklaşık 200 tür) memeli tür sayısına eşittir. Bu bakımdan, genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği olarak tanımlanan biyolojik çeşitlilik kavramının, tür çeşitliliği seviyesinde ülkemiz, memeli hayvanlar bakımından iyi şekilde temsil edilmektedir. Son yıllarda ülkemiz genelinde illerin biyolojik çeşitliliği belirlemeye yönelik çalışmaların sayısı artmaya başlamış olmasına rağmen (Gözütok, 2017; Selçuk ve Kefelioğlu, 2020; Kefelioğlu et al., 2020), yine de Türkiye, biyoçeşitliliğin belgelenmesine yönelik araştırmaların sayısının sınırlı olması nedeniyle biyoçeşitlilik ve buna bağlı koruma sorunları açısından önemli zorluklarla karşı karşıyadır (Şekercioğlu et al., 2011). Bununla beraber herhangi bir ekosistemdeki memeli varlığı ve çeşitliliği, söz konusu ekosistemin sağlıklı şekilde işlediğini ve devamlılığını gösteren önemli bir parametredir. Dolayısıyla, ekosistemlerdeki sağlıklı işleyişin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi ve korunmasının temelinde öncelikli olarak bu türlerin tespit edilmesi, ekolojik açıdan izlenmesi, habitatlarının korunması ve yönetilmesi önemlidir (Süel ve ark., 2018).

Artvin ili memeli faunasının belirlenmesine yönelik yapılan geçmiş bir çalışmada altı memeli takımından 20 familyaya ait toplam 55 memeli hayvanın türünün Artvin'de yaşadığı tespit edilmiştir (Göktürk et al., 2011). Kamilet Vadisi'nde yapılan biyolojik çalışmaların bir kısmı alandaki vejetasyon tipleri ve floranın tespit edilmesine yönelik çalışmalardır (Batan and Özdemir, 2013; Yüksel and Eminağaoğlu, 2017). Bunun yanı sıra, Kamilet Vadisi'nde yaşayan bazı sürüngen türlerinin biyolojisine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Bülbül et al., 2016; Kurnaz et al., 2017). Bu çalışmaların dışında, Kurdoğlu ve Akbulut (2015) tarafından yapılan yörenin flora, fauna, peyzaj bütünlüğü ile tehditler yönünden değerlendirilmesini ve koruma gerekçelerinin ortaya konmasını amaçlayan bir çalışma mevcuttur. Söz konusu çalışma kapsamında Kamilet Vadisi'nde varlığı bilinen veya tahmin edilen memeli türleri ile koruma statülerini listelemişlerdir. Söz konusu çalışmada, Kamilet Vadisinde altı farklı memeli takımından 19 türün varlığının bilindiği veya tahmin edildiği ifade edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, Kafkas sıcak noktası içinde yer alan Artvin ili Arhavi ilçesi sınırları içinde yer alan Kamilet Vadisi'nde yaşayan memeli hayvan türleri, doğrudan ve dolaylı gözlem yöntemleri kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte, IUCN, BERN, CITES ve MAKK (2022) (Merkez Av Komisyon Kararları)'a göre bu türlerin güncel koruma durumları listelenmiştir. Böylece, tür çeşitliliği seviyesinde ülkemizin sahip olduğu biyolojik çeşitliliğin belgelenmesine, sürdürülebilirliğine ve korunmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

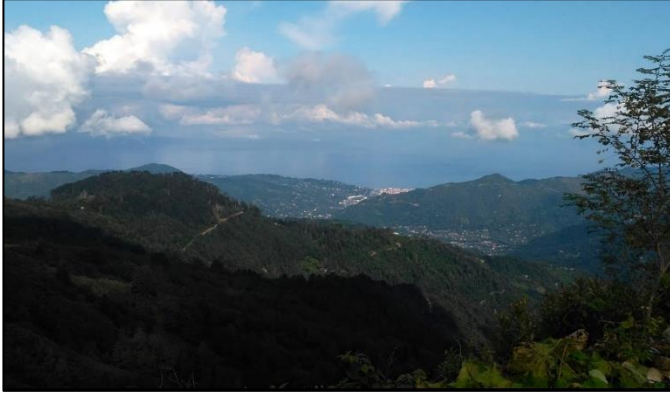
Çalışma alanı olan Kamilet Vadisi, Artvin İli Arhavi İlçesi sınırları içerisinde  $41^{\circ}15'53'' - 41^{\circ}08'13''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ}21'51'' - 42^{\circ}25'07''$  doğu boylamları arasında (Kurdoğlu ve Akbulut, 2015) yer alır (Şekil 1).



Şekil 1. Kamilet Vadisi genel görünümü

Kuzeyinde Arhavi ilçe merkezi (Şekil 2), güneyinde Murgul ve Yusufeli, batısında Fındıklı, doğusunda ise Murgul ile çevrilidir. Çalışma kapsamında, Kamilet Vadisi'nde yaşayan memeli türlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan arazi çalışmalarında doğrudan ve dolaylı gözlem yöntemlerinin yanı sıra yörede yaşayan yerel halk ile anket yapıldı. Bunlara ilave olarak literatürde yer alan memeli türlerinin yayılış kayıtları incelendi. Doğrudan gözlemlerde fotoğraf makinesi, fotokapan, dürbün, teleskop ve tür teşhis kitapları gibi malzemeler kullanıldı. Fotokapanlar, yaban hayvanlarının iz ve dışkılarının daha yoğun olduğu noktalarda kuruldu. Dolaylı gözlemlerde ise

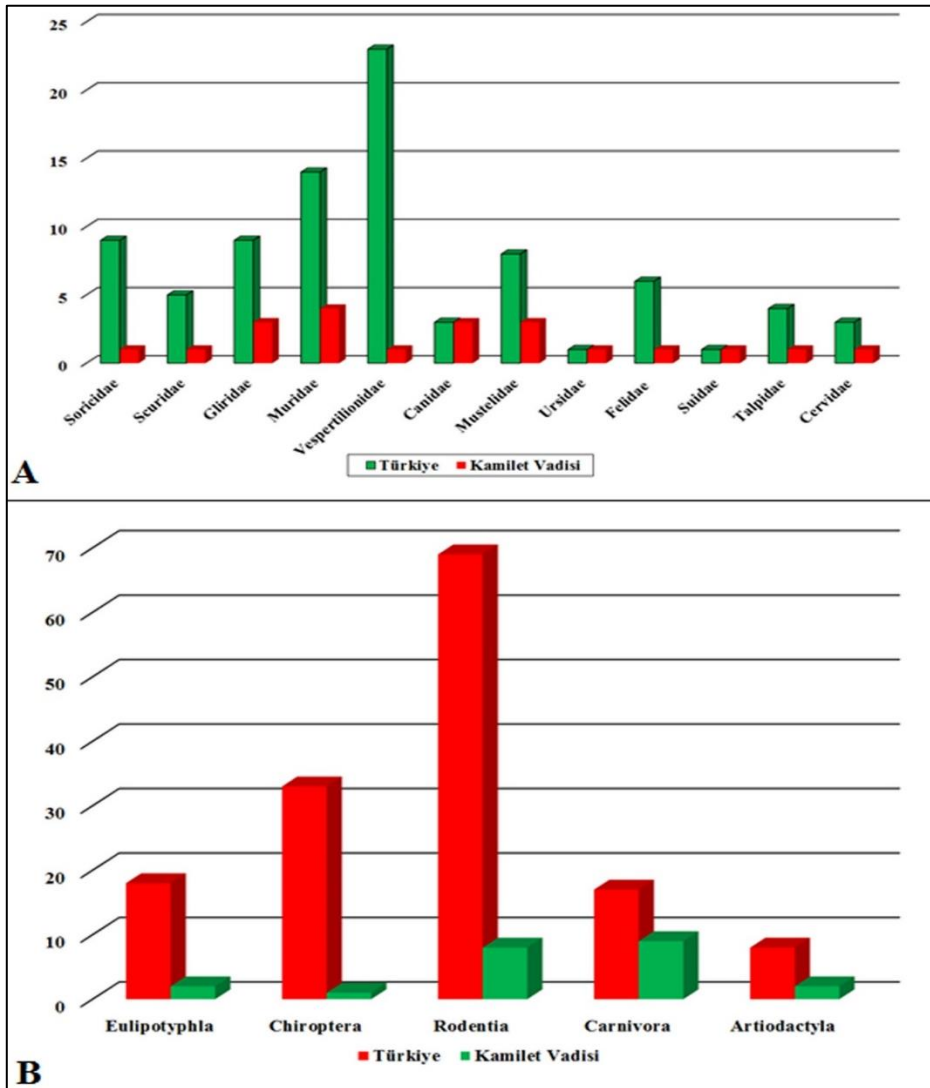
alandaki yaşayan memeli hayvanların ayak izleri, besin kalıntıları ya da hayvan türlerine özgü yuva girişi, dışkı gibi izlerden tür tespiti yapıldı. Tespit edilen türlerin IUCN (The International Union for Conservation of Nature), BERN (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats), CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), MAKK (2022) (Merkez Av Komisyonu Kararları)’a göre koruma durumları listelendi.



Şekil 2. Çatak Tepe’den Arhavi genel görünümü

### 3. Bulgular

Yapılan arazi çalışmalarından elde edilen gözlemler, literatür ve anket çalışmalarının sonuçlarına göre, çalışma alanı olan Kamilet Vadisi’nde (Arhavi, Artvin) Türkiye’de yaşadığı bildirilen yaklaşık 170 memeli hayvan türünden; 5 takımdan 12 familyaya ait toplam 22 küçük ve büyük memeli hayvan türün yayılış gösterdiği tespit edildi. Bu sayı, Türkiye’de yaşayan memeli hayvanların yaklaşık olarak % 12,94’ünü oluşturmaktadır. Tespit edilen türlerin sayıları, familyalara ve takımlara göre dağılımı Şekil 3’te gösterildi. Ayrıca türlerin bilimsel ve Türkçe isimleri, IUCN, BERN, CITES ve MAKK (2022) kapsamındaki koruma ve av statüleri ile endemizm niteliklerine dair bilgiler Çizelge 1’de verildi. IUCN verilerine göre bu türlerin tamamı; az endişe verici (LC- Least Concern) kategorisinde yer almaktadır. BERN sözleşmesine göre yedi tür Ek Liste 3’te bir tür de Ek Liste 2’de yer alırken, CITES sözleşmesine göre, üç tür Ek Liste 3’te bir tür Ek Liste 2’de ve iki tür hem ek Liste 1’de hem de Ek Liste 2’de yer almaktadır. MAKK’a göre, tespit edilen türlerin üç tanesi Ek liste 1’de üç tanesi de Ek Liste 2’de yer almaktadır. Ayrıca, Kamilet Vadisi’nde yaşadığı tespit edilen türlerden hiç birinin endemik tür olmadığı belirlendi.



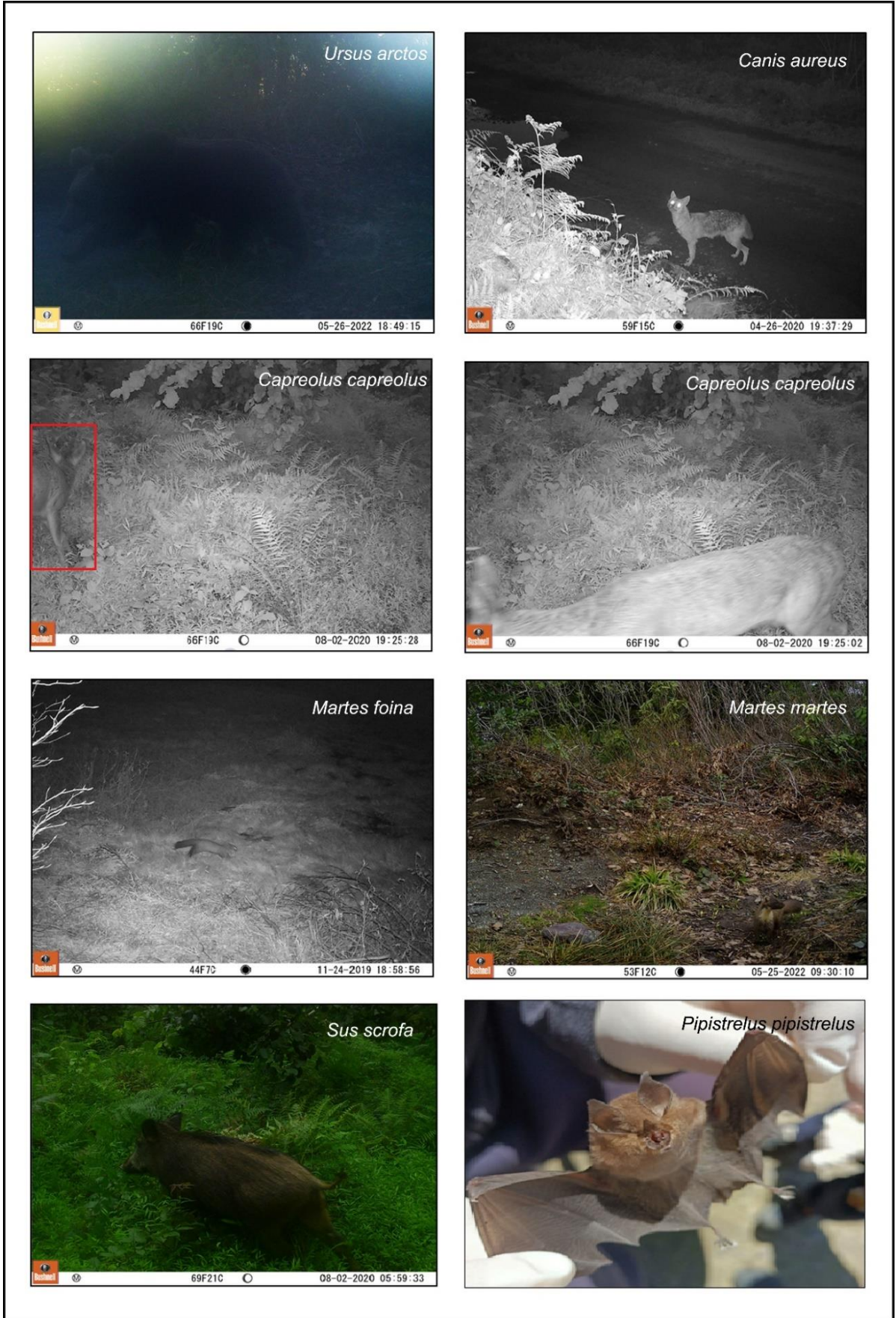
Şekil 3. Kamilet Vadisi’nden kayıt edilen memeli hayvanların sayısı, familyalara (A) ve takımlara (B) göre dağılımı

**Çizelge 1.** Kamilet Vadisi'nden kayıt edilen memeli türleri ve koruma durumları (A+L: Anket ve Literatür, L.D.: Liste dışı, LC; Least Concern: Az endişe verici)

Familya	Tür	Türkçe Adı	Tespit Şekli	BERN	CITES	IUCN	MAKK	Endemik
Eulipotyphla / Soricidae	<i>Crocidura suaveolens</i>	Sivri burunlu bahçe faresi	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Eulipotyphla/Talpidae	<i>Talpa transcaucasica</i>	Kafkas Köstebeği	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Chiroptera / Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Cüce Yarasa	Arazi	EK-3	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Sciuridae	<i>Sciurus vulgaris</i>	Kızıl sincap	A+ L	EK-3	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Siyah sıçan	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia/ Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Kahverengi Sıçan	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Muridae	<i>Apodemus flavicollis</i>	Sarı boyunlu orman faresi	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Muridae	<i>Mus domesticus</i>	Ev faresi	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Gliridae	<i>Dryomys nitedula</i>	Ağaç yediuyuru	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Gliridae	<i>Glis glis</i>	Büyük yediuyur	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Rodentia / Gliridae	<i>Muscardinus avellanarius</i>	Fındık faresi	A+ L	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil
Carnivora / Mustelidae	<i>Mustela nivalis</i>	Gelincik	A+ L	EK-3	L.D.	LC	EK-1	Değil
Carnivora / Mustelidae	<i>Martes martes</i>	Ağaç sansarı	Arazi	EK-3	L.D.	LC	L.D.	Değil
Carnivora / Mustelidae	<i>Martes foina</i>	Kaya sansarı	Arazi	EK-3	EK-3	LC	EK-1	Değil
Carnivora / Mustelidae	<i>Meles canescens</i>	Kafkas Porsuğu	A+ L	EK-3	L.D.	LC	EK-1	Değil
Carnivora / Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	Tilki	A+ L	L.D.	EK-3	LC	EK-2	Değil
Carnivora / Canidae	<i>Canis aureus</i>	Çakal	Arazi	L.D.	EK-3	LC	EK-2	Değil
Carnivora / Canidae	<i>Canis lupus</i>	Kurt	A+ L	EK-2	EK-1, 2	LC	L.D.	Değil
Carnivora / Ursidae	<i>Ursus arctos</i>	Boz ayı	Arazi	L.D.	EK-1, 2	LC	L.D.	Değil
Carnivora / Felidae	<i>Lynx lynx</i>	Vaşak	Arazi	EK-3	EK-2	LC	L.D.	Değil
Artiodactyla / Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Domuz	Arazi	L.D.	L.D.	LC	EK-2	Değil
Artiodactyla / Cervidae	<i>Capreolus capreolus</i>	Karaca	Arazi	L.D.	L.D.	LC	L.D.	Değil

Arazi gözlemlerinde *Ursus arctos*, *Canis aureus*, *Martes foina*, *Martes martes*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa* gibi bazı karnivor ve çift toynaklı büyük memeli türleri fotokapan çalışmaları ile tespit edildi. Ayrıca, Vespertilionidae familyasından cüce yarasa olarak bilinen *Pipistrellus pipistrellus*'a ait bir bireyin civardaki bir köy evinin sinekliğine

takılarak ölmüş olduğu belirlendi (Şekil 4). Çalışma alanında *Lynx lynx* ile beraber *U. arctos*, *C. aureus* ve *S. scrofa* gibi türlerin varlığı ise ayak izi ile tespit edildi (Şekil 5). Listede bulunan diğer türler ise literatür incelemesi ve anket çalışmalarıyla tespit edildi (Çizelge 1).



Şekil 4. Fotokapanla ve ölü olarak tespit edilen türler



Şekil 5. Ayak izi ile tespit edilen türler

#### 4. Tartışma

Kamilet Vadisi Kafkasya Ekolojik Bölgesi içinde yer alır. Kafkasya Ekolojik bölgesi dünyadaki 34 biyoçeşitlilik sıcak noktasından biridir. Biyoçeşitlilik sıcak noktası; insan tehdidi altında olan, biyoçeşitliliğin azalmaya başladığı ve gelecekte muhtemelen kaybolacağı alanlar olarak tanımlanır. Bu çalışma kapsamında Kafkasya Ekolojik Bölgesi içinde kalan Artvin İli, Arhavi İlçesi sınırları içinde yer alan Kamilet Vadisi'nde yaşayan memeli türleri, doğrudan ve dolaylı gözlem yöntemleri başta olmak üzere, anket ve literatür verileri de dikkate alınarak belirlenmeye çalışıldı. Böylece hem ülkemizin biyolojik

zenginliğinin belgelenmesine katkıda bulunmak hem de alanda varlığını sürdüren memeli türlerinin küresel ölçekte korumasına yönelik gelecekte yapılacak çalışmalar için bir altlık oluşturmak amaçlandı. Buna göre alanda 5 farklı memeli takımına dahil 12 familyadan toplam 22 türün yaşadığı tespit edildi. Bu rakam Türkiye'de yaşayan memeli türlerinin yaklaşık % 12,94'lük kısmına denk gelmektedir. Bu oran, Kamilet Vadisi'nin, güncel biyoçeşitlilik kavramının tür çeşitliliği seviyesinde ne kadar zengin bir alan olduğunu göstermektedir.

Araştırma alanı olarak Kamilet Vadisi'ni kapsayan biyolojik çalışmaların bir kısmı alandaki vejetasyon tipleri ve floranın tespit edilmesine yöneliktir (Batan and Özdemir, 2013; Yüksel and Eminağaoğlu, 2017). Bunun yanı sıra, Kamilet Vadisi'nde yaşayan *Darevskia* cinsine dahil kertenkele türlerinin biyolojisine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Bülbül et al., 2016; Kurnaz et al., 2017). Bu çalışmaların dışında memeli tür tespitine yönelik az sayıda çalışmada bulunmaktadır. Kurdoğlu ve Akbulut (2015) yörenin flora, fauna, peyzaj bütünlüğü ile tehditler yönünden değerlendirilmesini ve koruma gereçlerinin ortaya konmasını amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Söz konusu çalışma kapsamında Kamilet Vadisi'nde varlığı bilinen veya tahmin edilen memeli türleri ile koruma statülerini listelemişlerdir. Bizim çalışmamız bu çalışma ile benzer sonuçlar içermektedir, ancak, saha çalışmalarını kapsamı bakımından söz konusu çalışmadan yöntem olarak farklıdır. Artvin İli memeli faunasının belirlenmesine yönelik geçmişte yapılan ve bizim mevcut çalışmamız ile benzer yöntem kullanan bir diğer çalışmada Artvin İli genelinde 20 familyaya ait toplam 55 memeli türünün (toplam 6 takım; Eulipotyphla (7), Chiroptera (14), Lagomorpha (1), Rodentia (18), Carnivora (10), Artiodactyla (5)) yaşadığı belirlenmiştir (Göktürk et al., 2011). Elde ettiğimiz sonuçlar geçmişte yapılmış bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra, Artvin İli genelinde yaşadığı belirlenen 20 familyaya ait 55 memeli türünden, 12 familyaya ait 22 memeli türünün Kamilet Vadisi'nde yaşadığı alanın biyolojik açıdan oldukça zengin olduğunu ve alanın korunmuş habitatlar içerdiğini gösteren bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

#### 5. Sonuç

Kamilet Vadisi'nde yapılan arazi gözlemlerinden elde edilen bulgular ışığında alanda zengin bir memeli hayvan faunasının yaşadığı anlaşılmıştır. Bu türlerin birçoğu ulusal ve uluslararası düzeyde korunan türlerdir. Alanın memeli tür zenginliği aynı zamanda korunmuş habitatlara da sahip olduğunun bir göstergesidir. Çalışma alanının turizm, yaylacılık, geleneksel atmacılık gibi faaliyetler bakımından insanlar tarafından belirli mevsimlerde yoğun olarak kullanılması ve alanda hidroelektrik santral yapımı, taş ocağı ve madencilik faaliyetlerinin sürüyor olması yaban hayatını olumsuz olarak etkileyen faaliyetler olarak göze çarpmaktadır. Yüksek bir biyolojik zenginliğe sahip olduğu düşünülen Kamilet Vadisi'nin söz konusu bu zenginliğinin sürdürülebilirliği ve korunması için insan kaynaklı etkilerin ve faaliyetlerin asgari seviyeye indirilmesi ve bu faaliyetlerin habitat bozunmasına yol açmayacak şekilde kontrollü olarak devam ettirilmesi önerilmektedir.

**Teşekkür**

Bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2019.F90.02.01). Projenin hayata geçirilmesi için vermiş oldukları destekten dolayı teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Batan, N., Özdemir, T., 2013. Contributions to the moss flora of the Caucasian part (Artvin Province) of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37, 375-388.
- Bülbül, U., Kurnaz, M., Eroğlu, A.İ., Koç, H., Kutrup, B., 2016. Body size and age structure of the endangered Clark's lizard (*Darevskia clarkorum*) populations from two different altitudes in Turkey. *Amphibia-Reptilia*, 37(4), 450-456.
- Demirsoy, A., 1996. Türkiye Omurgalıları, Türkiye Omurgalı Faunasının Sistematik ve Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Koruma Önlemlerinin Saptanması; Memeliler. Meteksan, Ankara.
- Göktürk, T., Bucak, F., Artvinli, T., 2011. Mammalian fauna of Artvin. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1418-1425.
- Gözütok, S., 2017. Bursa ili memeli (Classis: Mammalia) faunası ve türlerin koruma statüleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(2), 120-130.
- Kefelioğlu, H., Kryštufek, B., Selçuk, A.Y., Hutterer, R., Astrin, J.J., 2020. Taxonomic revision of the Levant moles of Turkey (Mammalia: Talpidae). *Bonn Zoological Bulletin*, 69 (2), 275-291.
- Kryštufek, B., Vohralík, V., 2001. Mammals of Turkey and Cyprus, Introduction, checklist, Insectivora. Znanstveno-raziskovalno središče Republike Slovenije, Koper, Slovenia.
- Kryštufek, B., Vohralík, V., 2005. Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae. Ljubljana: Založba Annales, Koper, Slovenia.
- Kryštufek, B., Vohralík, V., 2009. Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia II: Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae. Založba Annales, Koper, Slovenia.
- Kurdoğlu, O., Akbulut, S., 2015. Türkiye'de acil ve öncelikle korunması gereken bir alan: Kamilet ve Durguna Vadileri (Arhavi) ve koruma gerekçeleri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2), 279-296.
- Kurnaz, M., Bülbül, U., Eroğlu, A.İ., Koç, H., Kutrup, B., 2017. Morphological reevaluation on the subspecific position of *Darevskia derjugini* in Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 24(3), 209-216.
- MAKK., 2022. 2022-2023 Av dönemi merkez av komisyon kararları. Resmi Gazete Sayı: 31848 (Mükerrer) <https://bolge11.tarimorman.gov.tr/Lists/Duyuru/Attachment/s/158/20220527MAK.pdf> (Erişim 04.09.2022).
- Selçuk, A.Y., Kefelioğlu, H., 2020. Samsun, Amasya, Tokat ve Eskişehir illeri memeli faunası ve türlerin koruma statüleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (2), 378-386.
- Seyfi, E., Bulut, Ş., Karataş, A., 2021. Türkiye'nin tehlike altındaki memeli türleri. *Doğanın Sesi*, 7, 54-72.
- Süel, H., Yalçınkaya, B., Mert, A., 2018. Bazı Memeli yaban hayvanlarının gösterge tür analizi; Ağlasun örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(2), 170-175.
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, O.E., Semiz, G., Tavşanoğlu, Ç., Yokeş, M.B., Soyumert, A., İpekdal, K., Sağlam, İ.K., Yücel, M., Dalfes, H.N., 2011. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation*, 144, 2752-2769.
- Wilson, D.E., Reeder, D.A.M., 2005. Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference. 3rd ed. John Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., Karataş, A., 2006. Rodents of Türkiye. Meteksan, Ankara.
- Yüksel, E., Eminağaoğlu, Ö., 2017. Flora of The Kamilet Valley (Arhavi, Artvin, Turkey). *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 7(4), 905-914.



## Odon üretim çalışmalarından sonra meşcerede kalan ağaçlardaki zararların incelenmesi (Belgrad Ormanı örneği)

Tolga Öztürk <sup>1</sup>, Muhittin İnan <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> İÜC Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473, Bahçeköy/İstanbul, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 20/09/2022

Kabul Tarihi: 27/09/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1177652>

\* Sorumlu yazar:

[inan@iuc.edu.tr](mailto:inan@iuc.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Üretim sistemlerindeki gelişmeler, yaşanır çevre içerisinde çevresel zararları en aza indirgeyerek en uygun çözüm önerilerine ulaşmayı hedeflemektedir. Çalışma konusunun temelini odun üretim çalışmaları sonrasında sürütme şeridi etrafında kalan ağaçlar üzerinde meydana gelen zararlar oluşturmaktadır. Bu çalışma için toplanan veriler, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Bentler

Orman İşletme Şefliği ormanlık alanlarındaki 90 nolu bölmedeki üretim faaliyetleri esnasında elde edilmiştir. Meşcerede üretim çalışmaları sonrasında kalan ağaçlar üzerinde oluşan zararlar kabuk ve kambiyum yaralanması şeklindedir. Araştırma sonucunda, meşcerede sürütme zonundaki toplam 296 ağaçtan 52 tanesinde farklı boyutlarda zararlar tespit edilmiştir ve zarar oranı %17,6 olarak bulunmuştur. Bu zararların genellikle sürütme şeridi merkez kenarına paralel 3 m'lik zonda oluştuğu görülmektedir. Sürütme şeridi üzerinde gerçekleştirilen sürütme, taşıma ve yükleme gibi farklı üretim aşamalarından dolayı kabuk zararlarının yerden yüksekliği değişiklik göstermiştir. Ağaç üzerindeki kabuk zararlarının yerden 310 cm yüksekliğe kadar çıktığı görülmüştür. Sonuçlara göre; odun üretim çalışmalarında ağaçlar ve çevre üzerinde meydana gelen zararlardan kaçınılması mümkün olmamakla birlikte odun üretim çalışmalarında görev alan işçi ve operatörlerin konu hakkında bilgilendirilmesi ve gerekli eğitimlerin verilmesi durumunda üretim zararlarını minimize etmek mümkündür. Odun üretim çalışmalarında sürütme şeritlerinin planlaması yapılmalı ve uygun makine seçimine dikkat edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Belgrad ormanı, odun üretimi, meşcere zararı, sürütme şeridi

### Assessment of residual tree damage after harvesting operation: case study of Belgrad Forest

#### ABSTRACT

Developments in harvesting systems aim to reach the most appropriate solution proposals by minimizing environmental damage in a livable environment. The basis of the study is the damages that occur on the trees remaining around the skidding trail after the logging. The data collected for this study were obtained during the harvesting activities in the section no. 90 in the forest areas of the Bahçeköy Forest District, Bentler Forest Subdistrict, under the Istanbul Regional Directorate of Forestry. The damages on the residual trees after harvesting activities in the stand are in the form of bark and cambium injuries. As a result of the research, different damages were detected in 52 of 296 trees in the skid trail in the stand and the damage rate was found to be 17.6%. These damages are generally seen to occur in the 3 m zone parallel to the skid trail edge line. The height of the bark injuries from the ground has varied due to the different production stages such as skidding, transporting, and loading performed on the skid trail, and it has been observed that the bark injuries on the tree can be found up to 310 cm above the ground. According to the results, although it is not possible to completely avoid the damages on trees and the environment in harvesting process, it is possible to minimize harvesting damages if workers and operators involved in wood harvesting activities are informed about the subject and necessary training is provided. In harvesting activities, the planning of the skid trails should be done and attention should be paid to the selection of the appropriate machine.

**Key Words:** Belgrad Forest, harvesting, stand damage, skid trail

*Bu makaleye atf:*

Öztürk, T., İnan, M., 2022. Odun üretim çalışmalarından sonra meşcerede kalan ağaçlardaki zararların incelenmesi (Belgrad Ormanı örneği). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 40-45.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0



## 1. Giriş

Ekolojik prensipleri temel alarak yönetilen ormanlarda üretimin devamlılığı sağlanmalıdır. Ormanlardan ekonomik olarak sürekli gelir elde etmek ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bunun yanında, ormanlar doğal kaynak alanlarıdır ve her türlü ormancılık çalışmalarında doğaya saygı kaçınılmaz olmaktadır (Jourgholami, 2012; Cudzik et al., 2017). Günümüzde orman ürünlerine olan talebin artması ormanlık alanlarının yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmakta ve sonuçta ormanlık alanlarda çeşitli zararların meydana gelme riski de artmaktadır (Mousavi, 2017). Özellikle odun üretim çalışmalarının yapılacağı hassas bölgelerde bununla ilgili planlamalar yapmak ve çevresel zararları en aza indirmek gerekmektedir. Meşcere içerisinde yapılan üretim çalışmaları esnasında kullanılan hayvan gücü, traktör ve vinçli hava hatları olmak üzere tüm teknikler için meşcereye belirli ölçülerde zararlar meydana gelebilmektedir (Lihai, 2000). Odun üretim çalışmalarında yaralanmalar, odunun kesim aşamasından sürütme ve taşınma aşamasına kadar tüm safhalarda gerçekleşebilmektedir. Bu zarar miktarı özellikle tomruğun sürütülerek bölmeden çıkarılmasında daha da artmaktadır. Odunun sürütülmesi esnasında kalan meşcereye ve orman toprağına çeşitli zararlar verilmektedir (Lilienau, 2003). Orman toprağına meydana gelen sıkışma ve toprak yapısının bozulması orman gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkarmaktadır (Öztürk et al., 2017). Üretim çalışmalarından sonrasında geriye kalan meşcereye oluşan kabuk zararları ve yaralanmalar meşcerenin sağlığını tehdit etmektedir. Bu tip meşcerelerde, özellikle böcek ve mantar zararlarının arttığı bilinmektedir (Tavankar et al., 2013).

Bölmeden çıkarma çalışmalarında sürütme yol ve şeritleri kullanılmaktadır ve bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında bu yol ve şeritlerinin çevresinde çeşitli zararlar görülebilmektedir. Bu zararlar şerit üzerinde çalışan makineler veya sürütülen tomruk nedeniyle meydana gelmektedir. Yaralanmalar genellikle yol veya şeridin çevresinde oluşmaktadır. Yaralanma yükseklikleri kullanılan makine tipine göre değişmekle birlikte çoğunlukla ağaçların alt kısmında veya biraz daha yüksekte meydana gelir. Odun üretim çalışmalarından sonra kalan meşcereye meydana gelen zararlar; üretim makinelerine, meşcereyedeki ağaç türlerine, müdahale yoğunluğuna, sürütme yol ve şeritlerinin planlama şekli ve düzenine, ağaç yoğunluğuna, ağaç boyutlarına ve sürütme yol ve şeritlerinin genişliği gibi farklı değişkenlere bağlıdır. Meşcereye oluşan bu zararlar, sürütme şeridi kenarında ve yakınında olmak üzere ikiye ayrılabilir (Stehman and Davis, 1997).

Odun üretim çalışmalarının daha etkin, verimli ve çevresel zararların minimum olabilmesi için sürütme yol ve şeritlerinin planlaması çok önemlidir. İyi bir planlama sonucunda orman toprağına, ağaçlara ve alandaki fidanlara verilen zararlar azaltılabilir (Adekunle and Olagoke, 2010). Bu planlama çalışmaları yanında zararların azaltılabilmesi için üretim çalışmalarında modern üretim makinalarının kullanılması önemlidir (Karaszewski et al., 2013). Odun üretim

çalışmalarında ağaçların kesim aşamalarında devirme yönlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi sürütme çalışmalarına kolaylık sağlayacağı için bu zararlar üzerine etkilidir (Jackson et al., 2000).

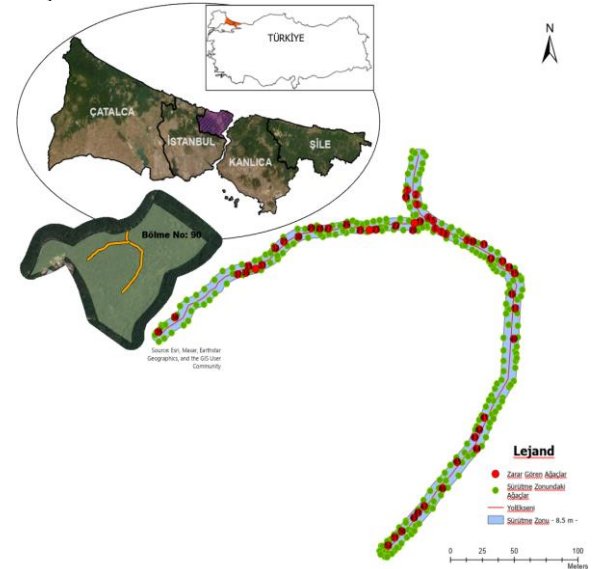
Bu çalışmada odun üretim çalışmasında farklı amaçlarla kullanılan traktörler tarafından kullanılan bir sürütme şeridi merkezine belirli uzaklıkta bulunan ağaçlarda meydana gelen zararlar incelenmiştir. Sürütme şeridi çevresinde meydana gelen zarar tiplerinin belirlenmesi yanında ağaçlardaki yara boyutları, ağaç gövdelerindeki zarar yükseklikleri ve bu zarar gören ağaçların sürütme merkezine olan uzaklıkları tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Araştırma alanı

Bu çalışma İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Bentler Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı 140-160 m rakımları arasında bulunmaktadır. Alanın yamaç eğimleri %5-15 arasında değişiklik göstermektedir. Ortalama yağış miktarı 1040 mm/yıl arasında değişiklik göstermekte olup, kışlar yağışlı, yazlar sıcak ve nemli geçmektedir.

Çalışma alanı 90 numaralı bölme içerisinde yer almakta olup, meşcere Karaçam (*Pinus nigra*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Kestane (*Castanea sativa*) ve Meşe (*Quercus sp.*) gibi türleri içermektedir. Üretim alanı içerisindeki ağaçlar motorlu testere ile kesildikten sonra bulunduğu yerde dallar ve tepesi alınarak boylanmış. Üretimi yapılan ürünler 3 m boyunda tomruk ve 1,25 m boyunda sanayi odunu şeklindedir. Bölmeden çıkarma çalışmaları 500 m uzunluğundaki sürütme yolu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda sürütme, yükleme ve taşıma işlemleri tarım traktörleri yardımıyla yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı

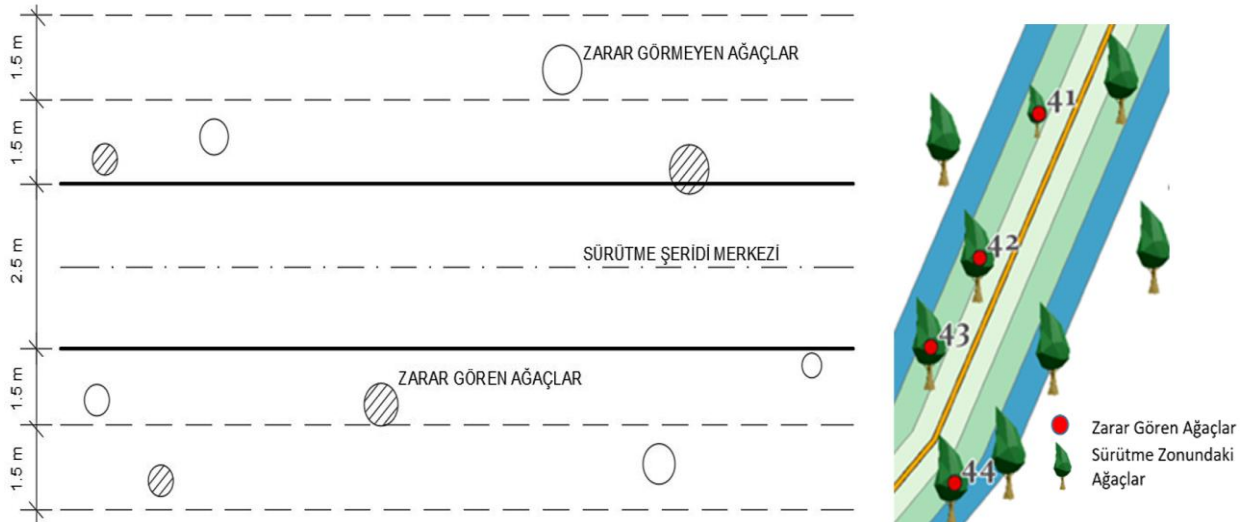
itibaren 3 m genişliğe kadar bir alan değerlendirilmiştir (Şekil 2). Bu alan boyunca bulunan ağaçların göğüs çapı yükseklikleri ve boyları belirlenerek alandaki ağaçların ortalama boy ve göğüs çapları bulunmuştur. Öncelikle, odun üretim çalışmaları

### 2.2 Yöntem

Çalışmada odun üretiminin yapıldığı alandaki sürütme şeridi incelenmiştir. Bu sürütme şeridi boyunca şeridin kenarlarından

tamamlandıktan sonra sürütme şeridi kenarlarında oluşturulan bu örnek alanda zarar gören ağaçlar işaretlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Aynı zamanda alan içerisindeki zarar görmeyen ağaçlarda sayılarak kayıt altına alınmıştır. Sürütme şeridi çevresinde zarar gören ağaçların şeride mesafeleri ölçülmüş ve şeride yakınlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra zarar gören ağaçlarda meydana gelen kabuk zararlarının boyutları (genişlik, yükseklik ve derinlik) cm olarak ölçülmüştür. Ayrıca, kabuk zararlarının ağaç gövdesinin hangi bölgesinde ve yerden yükseklikleri de cm olarak ölçülerek

kaydedilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında yaralanan ağaçların fotoğraflarının alımları sırasında her fotoğrafta cm taksimatlı çelik metrenin görüntülenmesine özellikle dikkat edilmiştir. Fotoğraflar üzerinden ölçüm yapabilmek amacıyla her fotoğraf AutoCAD programına aktarılmıştır. Fotoğraflardaki çelik metre görüntülerden yararlanılarak CAD programında “scale ve allign” komutları yardımıyla fotoğraflar ölçeklendirilmiş ve hesaplamaları yapılan ölçekli fotoğraflardan yara alanlarının yüzeyi  $\text{cm}^2$  olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Sürütme şeridi çevresindeki zarar gören ve görmeyen ağaçların tespit edilmesi

Zarar gören ağaçlarda yaranın konumu (Ağaçların yerden yüksekliği cm olarak sınıflandırılarak yüksekliğe göre yara sayısı ve oranı), yaranın boyutu ( $250 \text{ cm}^2$  küçük,  $251-500 \text{ cm}^2$  arası,  $501 - 750 \text{ cm}^2$  arası ve  $751 \text{ cm}^2$ 'den büyük) ve yaranın derecesi (derin, sıyrık) şeklinde sınıflandırmalar yapılmıştır.

Üretim alanı içerisinde yer alan sürütme şeridinin toplam uzunluğu 500 m'dir. Şeridinin genişliği ortalama 2,5 m olup, şerit eğimi %2-4 arasında değişiklik göstermektedir. Şerit üzerinde tarım traktörleri ile sürütme, taşıma ve yükleme çalışmaları yapılmıştır. Alanda kullanılan tarım traktörü Massey Ferguson 285S modeldir (Şekil 3).



Şekil 3. Sürütme şeridinde farklı amaçlarla kullanılan traktörler

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada sürütme şeridinin merkezi esas alınarak sağa ve sola doğru 4.25 m'lik bölge çalışmaya dâhil edilmiş ve bu alanda zarar gören ve görmeyen tüm ağaçlar belirlenmiştir. Sürütme şeridinin çevresinde belirlenen bu bölge içerisinde 244

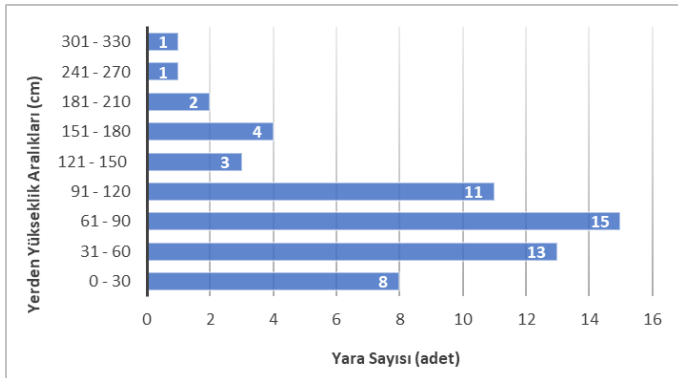
adet zarar görmeyen ve 52 adet çeşitli şekillerde zarar gören ağaç tespit edilmiştir. Tavankar et al. (2013)'nin İran Caspian Ormanında yapmış oldukları bir çalışmada kesme ve sürütme çalışmaları incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarında incelenen alandaki 838 ağaçtan 125 adedinin zarar gördüğü tespit edilmiştir. Athanassiadis (1997)'nin İsveç'in Güneydoğusunda bulunan karışık meşcerelerde yaptığı çalışmada zarar oranı %6,5

olarak bulunmuş ve zarara neden olan araç ve yol genişliklerinin etkisi araştırılmıştır. Diğer bir çalışmada Ficklin et al. (1997) lastik tekerlekli traktörler ile yapılan sürütme çalışmalarında meşceredeki zararı %47, hayvanlarla yaptıkları sürütme çalışmalarında zararı %43 olarak bulmuşlardır. Karazsweski et al. (2013) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, yaş sınıfları zarar boyutlarına göre incelenmiş ve üretimden sonra meşcerede kalan yaşlı ağaçlarda zararın daha az olduğu tespit edilmiştir. Trabzon Maçka bölgesindeki ladin ormanlarında yapılan diğer bir çalışmada, 600 metre uzunluğundaki bir sürütme yolu çevresindeki zarar oranının %47 olduğu tespit edilmiştir (Ünver and Acar, 2009). Bu çalışmada sürütme şeridi etrafında zarar gören ağaçlar Akasya (1 adet, %1,80), Gürgen (2 adet, %3,9), Karaçam (26 adet, %50), Kayın (4 adet, %7,7), Kestane (2 adet, %3,9), Meşe (13 adet, %25) ve Sarıçam (4 adet, %7,7)'dir. Bu şerit çevresinde zarar gören ağaçların çap ve boy dağılımları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Çalışma alanındaki zarar gören ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu dağılımları

Göğüs Çapı Dağılımı			Ağaç Boyu Dağılımı		
(cm)	(adet)	%	(m)	(adet)	%
0 - 10	3	5.8	5 - 10	8	15.4
11-20	12	23.1	11 - 15	25	48.1
21 - 30	30	57.6	16 - 20	15	28.8
31-40	7	13.5	21 - 25	4	7.7
<b>Toplam</b>	<b>52</b>	<b>100</b>	<b>Toplam</b>	<b>52</b>	<b>100</b>

Meşcerede üretim çalışmaları sonrasında kalan ağaçlar üzerinde oluşan zararlar kabuk ve kambiyum yaralanması şeklindedir. Kabuklarda kopma, yırtılma ve sıyrık şeklinde zararlar görülmüştür. Ağaç gövdelerinde meydana gelen zararın yükseklik basamaklarına dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Ağaç gövdelerinde meydana gelen zararın yerden yükseklik dağılımı

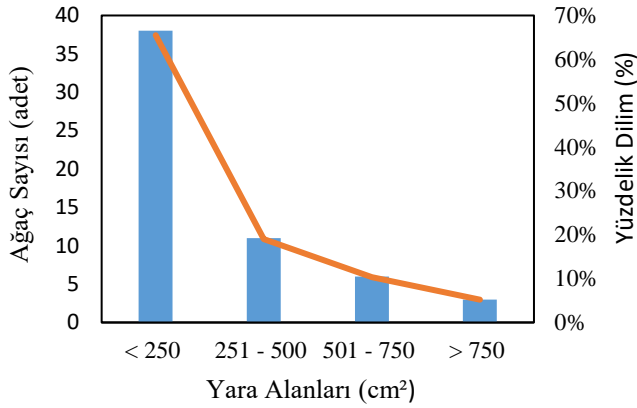
Lilienau (2003) tarafından Avusturya'da dört farklı makine ile yapılan çalışmalarda ağaçlar gövdelerinin kök bölgesinde meydana gelen zararlar, 0,3 m'ye kadar olan zararlar ve 1,0 m'ye kadar olan zararlar şeklinde sınıflandırma yapılmıştır. Bu çalışmada ağaç gövdelerinde yükseklik bakımından zararın en

fazla görüldüğü yükseklikler 61 – 90 cm aralığındadır (15 adet - %25,8). Jourgholami (2012)'nin İran Hyrcanian Ormanında yaptığı bir çalışmada ağaçlarda meydana gelen zararların 1 metreye kadar olan bölümde daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Her iki çalışmada da ağaç gövdelerindeki zarar yükseklikleri yaklaşık çıkmıştır. Ağaçlarda meydana gelen zararların %11,5'i (6 adet) sıyrık, geriye kalan %88,5 (46 adet)'i ise kabuğun tamamen kalkması ve kopması şeklinde kambiyuma kadar olan zararlardır. Yara boyutunun cm2 olarak belirlenmesinde yapılan ölçümler ve yara alanlarının belirlenmesi Şekil 5'te gösterilmiştir.



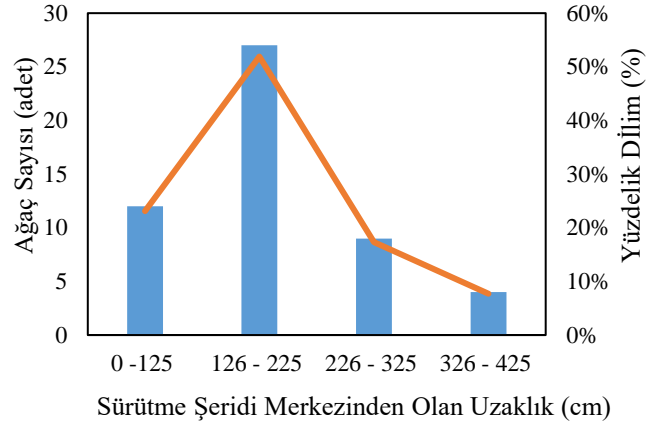
**Şekil 5.** Ağaçların gövdelerinde meydana gelen zarar boyutlarının belirlenmesi

Çalışma alanında sürütme şeridi etrafında zarar gören ağaçların yara boyutları sınıflandırılmıştır (250 cm<sup>2</sup>'den küçük, 251-500 cm<sup>2</sup> arası, 501 – 750 cm<sup>2</sup> arası ve 751 cm<sup>2</sup>'den büyük). Bu sınıflandırmaya göre yara boyutunun %65,5'i 250 cm<sup>2</sup>'den düşük bulunmuştur (38 adet) (Şekil 6). Yara derinliklerinin özellikle iğne yapraklı ağaç türlerinde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sürütme çalışmalarında yaralar ağaç gövdesinde alt bölgelerde olmakla birlikte, taşıma çalışmalarında ortalama 120 cm'ye kadar yükselmekte ve son olarak yükleme çalışmalarının yapıldığı bölgelerde 310 cm'ye kadar olduğu gözlemlenmiştir. Sürütme şeridinin merkezi ölçümlerde esas alındığından bu merkeze göre zarar gören ağaçların merkezden uzaklıkları tespit edilmiştir. Buna göre; toplam zarar gören 52 adedin 27 adedi sürütme şeridi merkezinden 126 – 225 cm aralığında bulunmaktadır (Şekil 7). Bu konuda Froese and Han (2006)'ın yaptığı bir çalışmada yaralanmaların %68'inin sürütme şeridinin merkez hattına 4 m mesafede meydana geldiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada meşcerede kalan ağaçların %37,4'ünün zarar gördüğü ve zararın ağacın 2 m yüksekliğine kadar çıktığını görülmektedir. Ağaçlarda meydana gelen zararlar yaralanmanın boyutuna göre ağacın yıllar içinde gücünü azaltmaktadır. Bu durum ağacın dış etkenlere karşı açık olmasına neden olmakta ve iler ki dönemlerde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Yılmaz and Akay, 2008; Tavankar et.al., 2015).



Şekil 6. Yara boyutunun (cm<sup>2</sup>) ağaç sayısı ve yüzdeler dağılımı

Yapılan çalışma sonucunda araziden toplanan veriler ışığında ilgili istatistiksel parametreler Çizelge 2’de sunulmuştur. Bu çalışma alanında meşçere orta boyu 14 m olup, ortalama göğüs çapı (1,30 m) 24 cm’dir.



Şekil 7. Zarar gören ağaçların sürütme şeridi merkezinden olan uzaklık dağılımı

Ağaçlarda meydana gelen yaraların yerden ortalama yüksekliği 89 cm olup, oluşan yara alanlarının ortalama boyutu 249 cm<sup>2</sup>’dir. Zarar gören ağaçların sürütme şeridi merkezine olan ortalama uzaklığı ise 202 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanı ile ilgili istatistiksel parametreler

Faktör	Ağaç Boyu (m)	Göğüs Çapı (cm)	Yara Sayısı (adet)	Yara Ebatları (cm)			Yarannın yüksekliği (cm)	Yara Alanı (cm <sup>2</sup> )	Ağacın Sürütme Şeridine Uzaklığı (cm)
				Derinlik	Genişlik	Uzunluk			
Ort.	14	24	1	1	13	39	89	249	202
Mak.	21	37	2	3	33	160	310	1550	425
Min.	5	7	1	0,3	2,5	4	3	19	125
Std.Sap.	3,57	7,11	0,31	0,70	6,22	32,06	60,73	281,34	81,00

#### 4. Öneriler

Odun üretim çalışmalarında sürütme şeritlerinin çevresindeki ağaçlarda oluşabilecek zararın azaltılması çok önemlidir. Yapılan birçok çalışmanın neticelerine göre odun üretim çalışmalarında ağaçların yaralanması şeklindeki zararlardan tamamen kaçınmamız mümkün değildir. Bu nedenle meşçerelerde meydana gelen zararları minimize etmek için bu çalışmanın sonucunda çeşitli öneriler getirilmiştir. Öncelikle, tüm ormancılık çalışmalarında olduğu gibi odun üretim çalışmalarında da meşçerelerde meydana gelebilecek zarar şekilleri çalışan işçilere eğitim şeklinde verilmelidir. Meşçere içerisinde yapılan çalışmalarda özellikle yükleme çalışmalarının sık meşçere içerisinde yapılmasına izin verilmemelidir. Ürün öncelikle sürütülüp belirli açık bir alanda toplanmalı ve daha sonra yükleme yapılmalıdır. Meşçere içerisinde açılacak olan sürütme şeritlerinin genişliklerinin kullanılacak makine tipine göre belirlenmesi gerekmektedir. Sürütme şeritlerinin dar ve kullanılan traktör boyutlarının büyük olduğu alanlarda zarar artmaktadır. Böcek zararlarının yoğun olduğu ormanlık alanlarda kabuk zararlarının fazla olması sekonder zararlı böceklerin ağaçlara arız olmasına neden olacaktır. Bundan dolayı üretim çalışmaları esnasında ortaya çıkan büyük kabuk zararlarının gözden kaçırılmaması gerektiği hallerde bu ağaçlarında meşçereden uzaklaştırılması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Adekunle, V.A.J., Olagoke, A.O., 2010. The impacts of timber harvesting on residual trees and seedlings in a tropical rain forest ecosystem, southwestern Nigeria. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 6(3-4), 131-138.
- Athanassiadis, D., 1997. Residual stand damage following cut-to-length harvesting operational with a farm tractor in two conifer stands. *Silva Fennica*, 3(14), 461-467.
- Cudzik, A., Brennenstul, M., Bialczyk, W., Czarnecki, J., 2017. Damage to soil and residual trees caused by different logging systems applied to late thinning. *Croat. J. For. En.*, 38(1), 83-95.
- Ficklin, R.L., Dwyer, J.P., Cutter, B.E., Draper, T., 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding systems in the Missouri Ozarks. 11th Central Hardwood Conference, Columbia.
- Froese, K., Han, H.S., 2006. Residual stand damage from cut-to-length thinning of a mixed conifer stand in Northern Idaho. *West J. Appl. For.*, 21(3), 142-148.
- Jackson, S.M., Fredericksen, T.S., Malcolm, J.R., 2000. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 166, 271-283.

- Jourgholami, M., 2012. Environmental impacts to residual stand damage due to logging operations in Hyrcanian Forest. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(3), 65-69.
- Karaszewski, Z., Giefing, D.F., Mederski, P.S., Bembenek, M., Dobek, A., Stergiadou, A., 2013. Stand damage when harvesting timber using a tractor for extraction. *Forest Research Papers*, 74(1), 27-34.
- Lihai, W., 2000. Environmentally Sound Timber Extracting Techniques for Small Tree Harvesting. *Journal of Forestry Research*, 11(4), 269-272.
- Lilienau, B.L., 2003. Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. *Proceedings of Austro2003 Meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain*. Schlaegl, Austria, pp.1-11.
- Mousavi, R.M., 2017. Comparison of damage to residual stand due to applying two different harvesting methods in the Hyrcanian Forest of Iran: cut-to-length vs. tree length. *Caspian J. Environ. Sci.*, 15(1), 13-27.
- Öztürk, T., Sevgi, O., Akay, A.E., 2017. Impact assessment of log skidding on soil condition of skid roads during ground-based logging in a plantation forest in Istanbul, Turkey. *Bosque*, 38(1), 41-46.
- Stehman, S.V., Davis, C.J., 1997. A Practical Sampling Strategy for Estimating Residual Stand Damage. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(10), 1635-1644.
- Tavankar, F., Majnounian, B., Bonyad, A.E., 2013. Felling and skidding damage to residual trees following selection cutting in Caspian Forests of Iran. *Journal of Forest Science*, 59(5), 196-203.
- Tavankar, F., Bonyad, A., Marchi, E., Venanzi, R., Picchio, R., 2015. Effect of logging wounds on diameter growth of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) trees following selection cutting in Caspian Forests of Iran. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 45(19),1-7.
- Ünver, S., Acar, H.H., 2009. Evaluation of Residual Tree Damage in Sloping Areas Due to Harvesting Operations by Manually. *Austrian Journal of Forest Science*, 126(3), 119-132.
- Yılmaz, M., Akay, A.E., 2008. Stand damage of a selection cutting system in an uneven aged of Çimendagi in Kahramanmaraş-Turkey. *International Journal of Natural and Engineering*, 2(1), 77-82.



## Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi

Dursun Kemal Bayraktar <sup>1</sup>, Hacı İsmail Kesik <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/11/2022

Kabul Tarihi : 05/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1198142>

\*Sorumlu Yazar:

[ofdukebay@hotmail.com](mailto:ofdukebay@hotmail.com)

### ÖZ

Ahşap yapıların ve yapı malzemelerinin dayanıklılığı ve hizmet süresi, yapı kalitesi ve ekonomisinde en önemli konulardan biridir ve yapılarda ahşap yapı elemanlarının rutubet almasını engelleyen iyi bir tasarım, yapıya uzun bir hizmet ömrü sağlayacaktır. Fakat bazı yapılarda ve kullanım yerlerinde alınacak tasarım önlemleri dahi ahşabın hizmet ömrünü etkilememekte ve bu malzeme, rutubet kaynaklı mantar çürümelerine ve

böcek ataklarına, yanmaya maruz kalabilmektedir. Çalışmada sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ile aşındırma işlemi (1, 2 ve 3 Atü) gerçekteştirilerek (püskürtme işlemiyle) yüzey ondüleli hale getirilmiş ve akabinde ASTM D 1413-007 (2007) standardına göre çeşitli çözelti konsantrasyonlarında (% 5, 7 ve 9) emprenye işlemine tabi tutulmuştur. En yüksek retensiyon değeri ladin odununda % 7 konsantrasyon ve 3 ATÜ'de (% 32,46), en düşük retensiyon meşe odununda % 9 konsantrasyon ve 1 ATÜ'de (% 5,22) belirlenmiştir. Ahşap malzemenin ikincil bir işlemlle korunmasına yönelik su bazlı boya/vernik sistemleriyle üst yüzey işlemleri yapılmıştır. 12 aylık periyotla doğal yaşlandırma yapılarak, ahşabın dış hava etkilerine maruz kaldığı şartlar altında renk değişim değerlerinden (L\*) ışıklılık değer değişimi belirlenmiştir. L\* ışıklılık değer odun türüne göre en yüksek kestane odununda (44,34), aşındırma etkisine göre en yüksek L\* kontrol örneğinde, emprenye faktörüne göre L\* değer % 9 sodyum bikarbonatta (43,59), vernik/boya faktörüne göre L\* en yüksek su bazlı vernikte (54,25) olarak gerçekteşirken 0,05 önem düzeyinde tüm faktörler anlamlı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap koruma, insan/çevre sağlığı, su bazlı sistemler, sodyum bikarbonat, renk değişimi

## Color change against the natural aging effect of water-based protective layers on some etched wood materials

### ABSTRACT

The durability and service life of wooden structures and building materials is one of the most important issues in building quality and economy, and a good design that prevents the wooden building elements from getting damp will provide a long service life to the structure. However, even the design measures to be taken in some buildings and places of use do not affect the service life of wood, and this material can be exposed to moisture-induced fungal decay and insect attacks. In the study, the surface was corrugated by etching (1,2,3 ATÜ) with sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) (spraying), and then impregnated at various solution concentrations (% 5, 7, and 9) according to ASTM D 1413-007 (2007) standard. The highest retention value was determined in spruce wood at % 7 concentration and 3 ATU (% 32.46), the lowest retention in oak wood at % 9 concentration and 1 ATU (% 5.22). Top surface treatments were carried out with water-based paint/varnish systems to protect the wood material with a secondary treatment. The luminance value change was determined from the color change values (L\*) under the conditions where the wood was exposed to the external weather effects by making natural aging in a 12-month period. L\* mean change value is highest in chestnut wood (44.34), according to wood type, L\* is highest in control sample according to abrasion effect, L\* value according to impregnation factor is % 9 sodium bicarbonate (43.59), L\* is highest according to varnish/paint factor water-based varnish (54.25), while all factors were found to be significant at the 0.05 significance level.

**Key Words:** Wood protection, human/environmental health, water-based systems, sodium bicarbonate, color change

*Citing this article:*

Bayraktar ve Kesik, 2022. Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 46-52.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Yapılarda kullanılan her tür ahşabın uzun ömürlü olabilmesi için empenye maddeleri ve teknikleri önemli rol oynamaktadır. Standartlara uygun bir şekilde empenye edilen ahşap yapı malzemesi, ahşap yapıların hizmet ömrünü de uzatacaktır. Ahşap yapılarda zamanla ortaya çıkan biyotik ve abiyotik kaynaklı bozunmalar ise, yine yerinde bakım işlemleri ve uygun koruyucu maddeler kullanmak suretiyle giderilebilir. Ahşap yapılarda ahşap yapı elemanlarının rutubet almasını engelleyen iyi bir tasarım, yapıya uzun bir hizmet ömrü sağlayacaktır. Fakat bazı yapılarda ve kullanım yerlerinde alınacak tasarım önlemleri dahi ahşabın hizmet ömrünü etkilememekte ve bu malzeme, rutubet kaynaklı mantar çürümelerine ve böcek ataklarına maruz kalabilmektedir. Bunların yanında yanmaya karşı da ahşap elemanların ve konstrüksiyonların dayanımının artırılmasına gereksinim duyulabilir (Kartal, 2016). Ahşap bir yapının önemi ve korunmasının gerekliliği genellikle o yapının “özgünlüğü” ile ilişkilendirilir. Bir anıtın özgünlüğü o anıtın birçok bilgi kaynağını içermesine bağlıdır. Bu bilgi kaynakları, “tasarım, biçim, malzeme, nesne, kullanım ve işlev, gelenek, teknikler, konum, yerleşim, ruh, anlatım ve tarihsel evrimdir. Bu kaynakların oluşturduğu bütünlük kültür mirasının çok boyutlu bir şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır (URL-1).

Tarihi yapı malzemeleri, yapısal işlevlerinin yanı sıra aynı zamanda üretildikleri dönemin yapı teknolojilerini yansıtmaktadırlar. Bu nedenle, tarihi malzemelere müdahale edilirken öncelikli olarak özgün malzemenin yerinde korunması esas olmalı ve gereksiz müdahalelerden kaçınılmalıdır. Yeni malzeme uygulamasının zorunlu olduğu durumlarda, kullanılacak malzemeler, özgün malzemeler ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olmalıdır. Yeni malzemeler, öncelikle laboratuvar koşullarında test edilmeli ve bunların özgün olanlar ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olup olmadığı belirlenmeli ve daha sonra yapı genelinde uygulamaya geçilmelidir (Uğurlu ve ark.,2009). Ahşap üstün yapısal özellikleri ile uzun zamanda kullanılan çok yönlü, doğal ve estetik bir mühendislik malzemesidir. Diğer yandan açık hava koşulları ve çevresel bozunmaya karşı hassasiyeti olan bir materyaldir. Literatür de “Weathering” olarak tanımlanan çevresel; degradasyon nem, güneş ışığı, sıcak/soğuk, kimyasallar, rüzgâr etkisiyle aşınma ve biyolojik etkenlerin birleşimini kapsamaktadır (Williams, 2005; Feist, 1989). Tarihi ahşap yapılarda genel olarak koruma ve bakım amaçlı dört strateji geliştirilmiştir. Bunlar; Emprenye ve koruma, Rehabilitasyon, Restorasyon, Rekonstrüksiyon, olarak tanımlanabilir (Lebow and Anthony, 2012).

Tarihi yapıların yenilenmesinde kullanılan ağaç malzemelerin estetik olarak eskileri ile uyumlu görünebilmesi için yüzeylerinin uygun yöntemlerle aşındırılması gerekmektedir. Bu bakımdan, restorasyonda en uygun malzeme olarak dekoratif ve ondüleli yapıdaki ahşabın tercih edilebilirliği önemli görülmektedir. Özellikle bu amaçla yapılan mekanik yüzey işlemlerinin (kumlama, yakma ve telleme) ağaç malzemelerin dış etkilere karşı dayanımını arttırdığı belirtilmektedir (Kurtoğlu, 2000). Yenilemede mekanik yüzey işlemlerinin zaman alıcı olması ve sağlık sorunlarına neden olması, ağaç malzeme yüzeylerinin aşındırılmasında inorganik bir tuz olan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) gibi daha çevre dostu kimyasalların önemini arttırmıştır. Ayrıca suda çözünebilir olan

sodyum bikarbonatın empenyede kullanımı da hızla artmakta olup, işlenmiş ahşap malzemelerin açık hava şartları ile, böcek ve mantar zararlarına karşı etkin koruma sağladığı belirtilmektedir (Hayden John, 2014). Koruyucu özellikteki empenyenin yanı sıra, çeşitli modifikasyon işlemleriyle ahşabın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi, dayanıklılığını artırılabilir. Bu tür işlemlere örnek olarak termal (ısı ile yapının değiştirilmesi) ve kimyasal modifikasyonlar gösterilebilir. Termal işlem gören modifiye ahşap ürünler, günümüzde ahşap yapılarda; dış cephe kaplaması, doğrama ve döşeme malzemesi, bahçe mobilyası, sauna yapımı, panjur, ses bariyerleri vb. amaçlarla kullanılmaktadır (Kantay ve ark., 2007). Ahşap yapıların yenilenmesi ve taş malzemelerin temizlenmesi sırasında suyun taş yüzeylere olan etkilerine karşı sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile püskürtme kullanılmaya başlanmıştır (Ersen, 2000). Temiz ve ark. (2007) çalışmalarında, odun yüzeylerinin keten tohumu ve tall yağı ile modifikasyonunun fotodegradasyon sonucu oluşan renk değişimini ve yağmur suyu ile ligninin yıkanmasını azalttığını tespit etmişlerdir.

Çalışma kapsamında insan/çevre sağlığı öncelikli olmak üzere tarihi ve ahşap mimari eserlerin bakımı, korunması, güzelleştirilmesi ve uzun yıllar ayakta kalması sağlanarak gelecek insanlığa bırakılması çalışmanın ana konusunu oluşturmuştur. Bu amaçla klasik ahşap koruyucular ve yöntemlerin yanında farklı koruyucu ve çeşitli konsantrasyonlar denenmek suretiyle ahşabın özellikle iç/dış mekânlarda daha kalıcı olması ve kullanılan koruyucu malzemelerin insan/çevre sağlığına da olumlu yansımaları göz önüne alındığında elde edilen verilerin tarihi ahşap eserlerin onarımı ve bakımında nasıl, ne şekilde, hangi kısımlarda, hangi metotla kullanılacağı belirlenmesi hedeflenmiştir. Doğal yaşlandırma (12 aylık periyot) işleminden önce sodyum bikarbonat gerek çözelti olarak ve gerekse çeşitli Atmosfer (ATÜ) basınçlarında uygulanarak ve ikincil koruyuculuk sağlaması yönüyle su bazlı sistemler (boya/vernik) denenerek ahşapta % tutunma düzeyi ve ortalama ( $L^*$ ) ışıklılık değeri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışma kapsamında özellikle tarih sürecinde çok çeşitli ahşap eserlerde dayanımı bildirilen Sapsız Meşe (*Quercus Petraea* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) odunları tercih edilmiştir. İnsan ve çevreye karşı zararsız özellikte olan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) bileşiği hem empenye maddesi olarak hem de aşındırma maddesi olarak kullanılmıştır. Deneylerde aşındırma işleminde kullanılacak olan sodyum bikarbonat Armex Firması'ndan, empenye maddesi olarak kullanılacak olan sodyum bikarbonat AS-Kimya firması'dan temin edilmiştir.

### 2.2 Yöntem

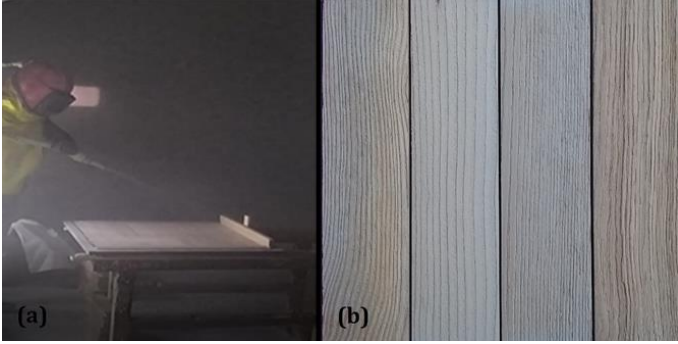
#### 2.2.1 Deney örneklerinin hazırlanması

TS ISO 3129 (2021) ve TS ISO 13061-1 (2021) esaslarına göre hazırlanan hava kurusu rutubetteki masif örnekler

toleranslı olarak kesilerek ve sıcaklığı  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $\%60\pm 5$  olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar ( $\%12$  rutubette) bekletilmiştir. Daha sonra masif örnekler üst yüzey işlem testleri için ( $300\times 75\times 10$  mm) ölçülerinde, yıllık halkaları yüzeylere dik ve teğet gelecek şekilde diri odun kısımlarından hazırlanmıştır.

### 2.2.2 Yüzey aşındırma işlemi

Çevre dostu sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile yüzeyleri aşındırılan ağaç malzemenin, dış hava koşullarına, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı direncindeki değişimleri saptamak ve ahşap binalarda doğal yaşlandırmaya maruz kalan ondüleli ağaç malzemenin restorasyonunda aynı görünüme yakın bir yüzey oluşturulması amacıyla farklı atmosfer basınçlarında (1 atü, 2 atü ve 3 atü)  $\text{NaHCO}_3$  esaslı kuru medyanın püskürtülmesi ile yüzey ondüleli bir hale (Şekil 1) getirilmiştir (Kesik ve ark., 2016).



Şekil 1. Aşındırma işlemi (a) ve aşındırılmış deney örnekleri(b)

### 2.2.3 Deney örneklerinde yüzey kaplama işlemleri

#### Deney örneklerinin verniklenmesi

Uygulamada üretici firmaların önerileri esas alınmıştır. Su çözücülü ahşap vernik doğal ve yapay dış ortam koşullarının testi için hazırlanan  $300\times 75\times 10$  mm ölçülerindeki örneklerin alın yüzeylerine iki kat olacak şekilde fırça ile sürme yöntemi kullanılarak ( $5,1$  gr/ $45,102$  cm<sup>2</sup>) uygulanmıştır (Şekil 2). Daha sonra örnekler el ile 240 numara zımpara kâğıdı kullanarak hafifçe zımparalandıktan sonra son kat üst yüzey maddesi uygulanmıştır. Her bir kat arasında 24 saatlik kuruma süresi dikkate alınmıştır.



Şekil 2. Su çözücülü vernik uygulanmış örnekler

#### Deney örneklerinin boyanması

Uygulamada üretici firmaların önerileri esas alınmıştır. Su çözücülü ahşap boya, doğal ve yapay dış ortam koşullarının testi için hazırlanan  $300\times 75\times 10$  mm ölçülerindeki örneklerin alın yüzeylerine iki kat olacak şekilde fırça ile sürme yöntemi kullanılarak ( $5,1$  gr/ $45,104$  mm<sup>2</sup>) uygulanmıştır. Daha sonra örnekler el ile 240 numara zımpara kâğıdı kullanarak hafifçe zımparalandıktan sonra son kat üst yüzey maddesi uygulanmıştır. Her bir kat arasında 24 saatlik kuruma süresi dikkate alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Su çözücülü boya uygulanmış örnekler

### 2.2.4 Doğal yaşlandırma deneyleri

Doğal yaşlandırma 6 aylık periyotla, ASTM D1641-04 standardında belirtilen esaslara göre, kontrol (işlemsiz), emprenyeli ve vernikli örnekleri yer zeminine  $45^{\circ}$  eğik konumda bir panel üzerine, yüzleri güneye bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Test numunelerinin en alt seviyedeki yüksekliği 50 cm olup, stand çevresinde çim vb. organik kalıntılar ile toprağın su içeriğini gereksiz yere arttıran ve suyu tutan ve artıkların olmamasına özen gösterilmiştir.

### 2.2.5 Emprenye işlemi

Doğal yaşlandırma testi için hava kurusu hale getirilmiş örnekler  $\%5$ ,  $\%7$ ,  $\%9$  konsantrasyonlarda hazırlanan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) çözeltisi ile vakum basınç yöntemi kullanılarak muamele edilmiştir. Vakum-basınç yöntemi sırasında, odun örneklerine 15 dakika süreyle 750 mm Hg değerinde ön vakum uygulandıktan sonra, emprenye maddesi silindire alınarak 30 dakika süreyle 5 bar değerinde basınç uygulanmıştır. Son olarak odun örnekleri yüzeyindeki fazla emprenye maddesini uzaklaştırmak amacıyla 15 dakika süreyle 600 mm Hg değerinde son vakum uygulanmıştır (Berkel, 1972; Bozkurt ve ark., 1993).

### 2.2.6 Tutunma düzeyi (Retensiyon)

Emprenye işleminden sonra tam kuru oduna oranla kalan madde miktarı (tkoao-% retensiyon) belirtilen formülden hesaplanmıştır (Baysal,1994).

$$R(\%) = \frac{\text{Moes} - \text{Moeö}}{\text{Moeö}} \times 100$$

Moes= Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)  
Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)



### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Çözelti özellikleri

Emprenye işleminde kullanılan Sodyum bikarbonatın çözelti özellikleri (%5-%7-%9) Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Çözelti Özellikleri

Emprenye Maddesi ve Konsantrasyon	Çözücü Madde	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
			EÖ	ES	EÖ	ES
%5 Sodyum	Destile Su	22°C	8,25	8,27	1,05	1,05
%7 Bikarbonat			8,26	8,29	1,08	1,08
%9			8,27	8,33	1,10	1,10

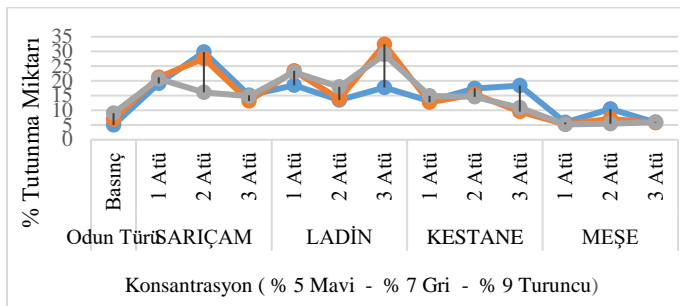
Çözelti özellikleri gerek emprenye öncesi ve gerekse emprenye sonrasında pH ve yoğunluk değerlerinde önemli değişim göstermemiştir. Bu durum odun türü, anatomik yapı, emprenye metodu, emprenye maddesinden kaynaklanmış olabilir.

#### 3.2 Tutunma (% Retensiyon)

Çeşitli konsantrasyonlarda tutunan madde miktarı (% retensiyon) Çizelge 2’de, bunlara ilişkin değişim grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Tutunan madde miktarı (%)

Odun Türü	Atmosfer Basıncı	Çözelti Konsantrasyonu		
		%5	%7	%9
Sarıçam	1 Atü	19,19	21,26	20,71
	2 Atü	29,79	27,67	16,10
	3 Atü	15,13	13,12	14,79
Ladin	1 Atü	18,45	23,37	22,92
	2 Atü	13,48	13,86	17,91
	3 Atü	17,69	32,46	28,93
Kestane	1 Atü	13,21	12,74	14,87
	2 Atü	17,46	15,48	14,53
	3 Atü	18,35	9,55	10,92
Meşe	1 Atü	5,85	5,24	5,22
	2 Atü	10,47	7,02	5,49
	3 Atü	5,88	5,80	5,99



**Şekil 4.** % Retensiyon (Tutunma)

Çizelge 2 ve Şekil 4 incelendiğinde; en yüksek tutunma miktarı ladin odununda %7 konsantrasyon ve 3 ATÜ’de (% 32,46), en düşük retensiyon meşe odununda % 9 konsantrasyon ve 1 ATÜ’de (% 5,22) belirlenmiştir. Bu durum odunun anatomik

yapısı, odun türü, konsantrasyon ve emprenye metodundan kaynaklanabilir.

#### 3.3 (L\*) Işıklılık değeri ölçümlerine ait bulgular

Farklı basınçlarda yüzeyleri aşındırıldıktan sonra su bazı koruyucu katmanlar ile kaplanan deney numuneleri 12 aylık süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılmıştır. Kontrol numuneleri ile birlikte doğal yaşlandırma etkisine bırakılan numunelerde (L\*) ışıklılık değerlerine ait ölçümler yapılmış ve sonuçlara ait bulgular ayrı ayrı verilmiştir.

**Çizelge 3.** 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan numunelerin L\* ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri

Yaşlandırma Periyodu	Ağaç Türü	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
12 Ay	Sarıçam	43,06	11,30	28,49	64,33
	Ladin	43,06	12,60	0,00	67,95
	Kestane	44,34	12,56	28,46	68,07
	Meşe	42,17	10,50	29,03	62,11
	Toplam	43,16	11,79	0,00	68,07

Çizelge 3’e göre, L\* ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri, 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan deney numuneleri arasında farklı bulunmuştur. 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan deney numunelerinde ağaç türü, aşınma basıncı, emprenye maddesi % miktarı, koruyucu katman çeşidi değişkenlerine göre L\* değerleri arasında farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, 12 ay doğal yaşlandırmaya tabi tutulan gruptaki deney numunelerinde ana değişkenler ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı, koruyucu katman çeşidi, ikili (AB, AC, AD, BC, BD, CD) ve üçlü etkileşimler (ABC, ABD, ACD, BCD) ile dördü etkileşim (ABCD) L\* değeri üzerinde etkilidir ( $\alpha \leq 0,05$ ). Koruyucu katmanların L\* değeri üzerinde etkili olan ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % retensiyon miktarı değişkenlerinde farklılık oluşturan grubu veya grupları tespit etmek amacıyla koruyucu katman çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5’te ortalama değer değişim grafiği ise Şekil 5’te verilmiştir. Ayrıca, ağaç türü-aşındırma basıncı- emprenye maddesi % miktarı -koruyucu katman dördü etkileşiminde elde edilen L\* değerlerinde farklılık oluşturan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testleri Çizelge 6’da her ağaç türüne göre ayrı ayrı verilmiştir.

**Çizelge 4.** 12 ay süreyle doğal yaşlandırmaya tabi tutulan gruptaki deney numunelerinin ( $L^*$ ) değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

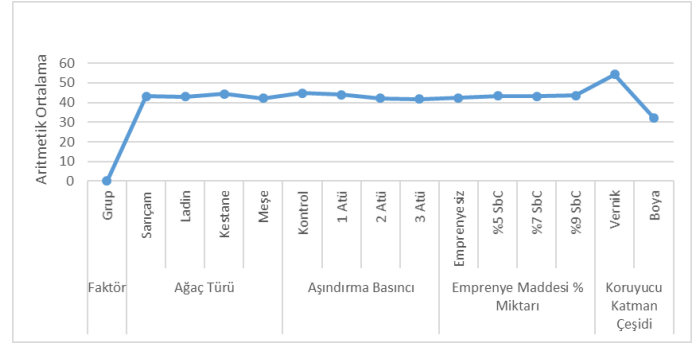
Faktör	Kareler Toplamı	S.D	Kareler Ort.	F Değeri	P değeri
Ağaç Türü (A)	921,54	3	307,183	31,944	0,000***
Aşınma (B)	2724,34	3	908,115	94,436	0,000***
Emprenye (C)	341,76	3	113,923	11,847	0,000***
Kaplama (D)	188811,4	1	188811,4	19634	0,000***
Etkileşim (AB)	682,24	9	75,805	7,883	0,000***
Etkileşim (AC)	879,57	9	97,730	10,163	0,000***
Etkileşim (AD)	1066,18	3	355,395	36,958	0,000***
Etkileşim (BC)	220,28	9	24,476	2,545	0,007*
Etkileşim (BD)	825,78	3	275,261	28,625	0,000***
Etkileşim (CD)	466,80	3	155,600	16,181	0,000***
Etkileşim (ABC)	652,41	27	24,163	2,513	0,000***
Etkileşim (ABD)	664,38	9	73,820	7,677	0,000***
Etkileşim (ACD)	910,92	9	101,214	10,525	0,000***
Etkileşim (BCD)	203,81	9	22,646	2,355	0,012*
Etkileşim (ABCD)	523,03	27	19,372	2,014	0,002***
Hata	13539,57	1408	9,616		
Toplam	3074795	1536			

\*\*\*: anlamlı ( $\alpha \leq 0,05$ 'e göre) \*: anlamsız, S.D: serbestlik derecesi

**Çizelge 5.** Kontrol grubundaki deney numunelerinin  $L^*$  değerlerine ait ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı ve koruyucu katman çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Faktör	Grup	$\bar{x}$	HG
Ağaç Türü	Sarıçam	43,07	B
	Ladin	43,06	B
	Kestane	44,34	A*
	Meşe	42,17	C
	Kontrol	44,86	A*
Aşındırma Basıncı	1 Atü	44,05	B
	2 Atü	42,07	C
	3 Atü	41,67	C
	Emprenyesiz	42,38	B
Emprenye Maddesi % Miktarı	%5 SbC	43,46	A*
	%7 SbC	43,21	A*
	%9 SbC	43,59	A*
Koruyucu Katman Çeşidi	Vernik	54,25	A*
	Boya	32,07	B

Çizelge ve grafik değerlendirildiğinde, en yüksek  $L^*$  değeri; ağaç türüne göre kestane (44,34); aşındırma basıncına göre kontrol (44,86); emprenye maddesi % miktarına göre aynı düzeyde olup %5 Sbc (43,46), %7 Sbc (43,21) ve %9 sodyum bikarbonat (43,59); koruyucu katman çeşidine göre vernik (54,25); numunelerinde belirlenmiştir.



**Şekil 5.** Ortalama Değer Değişim Grafiği

En düşük  $L^*$  değeri ise; ağaç türüne göre meşe (42,17); aşındırma basıncına göre aynı düzeyde olup 2 atü (42,07) ve 3 atü (41,67); emprenye maddesi % miktarına göre emprenyesiz (42,38); koruyucu katman çeşidine göre boya (32,07); numunelerinde tespit edilmiştir. Deney numunelerinin aşındırma basıncı-emprenye maddesi % miktarı-koruyucu katman etkileşiminde elde edilen  $L^*$  değerlerinde farklılık oluşturan grupları tespit etmek amacıyla her ağaç türüne göre ayrı ayrı yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, en yüksek  $L^*$  değeri; numunelerinin yüzeyleri aşındırılmayan %7 (62,14) emprenyeli ve vernikli ladin; 1 atü basınç ile aşındırılan %5 (57,37) meşe; aynı düzeyde olup yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz vernikli sarıçam (57,64), emprenyeli vernikli %5 (58,77), %7 (58,27) ve %9 (57,15) sarıçam, yüzeyleri 1 atü basınç ile aşındırılan emprenyesiz vernikli sarıçam (56,87); aynı düzeyde olup yüzeyleri 1 atü basınç ile aşındırılan emprenyeli %5 (61,51), %9 (61,36) vernikli kestane; numunelerinde belirlenmiştir. En düşük  $L^*$  değeri ise; aynı düzeyde olup yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (33,01), %7 (32,88), %9 (31,71), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,63), emprenyeli %5 (31,78), %7 (31,32), %9 (31,26), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,31), emprenyeli %5 (32,16), %7 (32,02), %9 (33,1), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,4), %5 (31,4), emprenyeli %5 (31,4), %7 (31,89) ve %9 (31,31) boyalı sarıçam; 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %7 (30,23), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %5 (27,93), %7 (30,7), %9 (30,28), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (30,25), %7 (30,07), %9 (30,34) boyalı ladin; yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (32,68), emprenyeli %9 (29,84), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %9 (32,02), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,76), %7 (32,99), %9 (32,14), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,39), emprenyeli %5 (32,41), %7 (31,68), %9 (31,55) boyalı kestane; yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (32,52) %5 emprenyeli (33,2), %7 emprenyeli (33,42), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,52), %5 emprenyeli (32,62), %7 (32,64), %9 (33,54), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,47), emprenyeli %5 emprenyeli (30,74), %9 emprenyeli (31,58), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,05), %5 emprenyeli (31,67), %7 emprenyeli (31,07), %9 emprenyeli (30,44) boyalı meşe; numunelerinde tespit edilmiştir.

**Çizelge 6.** Deney numunelerinin aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı ve koruyucu katman düzeyinde L\* değerlerine ait Duncan testi

Ağaç Türü	Sarıçam		Ladin		Kestane		Meşe				
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG			
Aşındırma basıncı	Emprenye siz	Boya	33,1	H	32,3	H	32,6	H	32,5	J	
		Vernik	57,6	A*	57,8	B	56,0	D	51,1	G	
	%5	Boya	35,1	G	33,	G	33,6	G	33,2	J	
		Vernik	58,7	A*	56,7	C	59,6	B	50,5	G	
	%7	Boya	32,8	H	32,2	H	34,2	G	33,4	J	
		Vernik	58,2	A*	62,1	A*	57,4	D	53,0	E	
	%9	Boya	31,7	H	32,4	H	29,8	H	34,4	H	
		Vernik	57,1	A*	58,9	B	59,2	C	53,7	D	
	1 Atü	Emprenye siz	Boya	32,6	H	32,4	H	33,3	G	32,5	J
			Vernik	56,8	A*	52,1	E	55,7	D	51,2	F
		%5	Boya	31,7	H	31,2	H	34,2	G	32,6	J
			Vernik	53,5	D	56,5	C	61,5	A*	57,3	A*
%7		Boya	31,3	H	30,2	I	34,0	G	32,6	J	
		Vernik	53,3	D	57,9	B	57,1	D	50,7	G	
%9		Boya	31,2	H	31,6	H	32,0	H	33,5	J	
		Vernik	53,7	C	59,2	B	61,3	A*	53,5	D	
2 Atü		Emprenye siz	Boya	32,3	H	30,9	H	31,7	H	31,4	J
			Vernik	51,5	F	52,1	E	47,4	F	48,7	G
		%5	Boya	32,1	H	27,	I	33,6	G	30,7	J
			Vernik	50,0	F	50,5	F	56,7	D	54,4	B
	%7	Boya	32,	H	30,7	I	32,9	H	33,6	I	
		Vernik	49,7	F	56,9	C	55,9	D	48,3	G	
	%9	Boya	33,1	H	30,2	I	32,1	H	31,5	J	
		Vernik	50,2	F	54,3	D	55,7	D	55,7	B	
	3 Atü	Emprenye siz	Boya	31,4	H	30,2	I	31,3	H	32,0	J
			Vernik	53,3	D	49,1	F	50,7	E	51,2	G
		%5	Boya	31,4	H	31,9	H	32,4	H	31,6	J
			Vernik	51,	E	50,0	F	55	D	50,0	G
%7		Boya	31,8	H	30,0	I	31,6	H	31,0	J	
		Vernik	52,1	E	54,	D	51,8	E	48,2	G	
%9		Boya	31,	H	30,3	I	31,5	H	30,4	J	
		Vernik	54,2	B	50,3	F	55,8	D	53,8	C	

#### 4. Sonuç

Tutunma düzeyi odun türü, emprenye maddesi, odunun anatomik yapısı, emprenye metodu, odun rutubeti ve çeşitli faktörlere göre tam kuru odun ağırlığına oranla kalan katı madde miktarı (tutunan/tkoao) değişmektedir. Çeşitli literatürlere göre; Alkan, (2016) sarıçam odununu borlu bileşikler ve kebrakodanla emprenye etmiş, en yüksek retensiyonun % 1 konsantrasyonda gerçekleştiğini bildirmiştir. Bal (2006) odunda ACQ ile yapılan işlemin mekaniksel özellikler üzerinde etkin olduğu ve tutunma (retense)'nin olumlu etkilendiğini, hızlı penetrasyon sağladığını bildirmiştir. Dişli (2015) sarıçam odununda en yüksek % retensiyonu  $(Al_2SO_4)_3$ 'te (%9,90), en düşük % retensiyon Ba'te (% 1,07) olarak gerçekleştiğini ve çözelti konsantrasyonunda

artışın retensiyon miktarını artırdığını bildirmiştir. Peker (2014) çay atıklarından elde edilen özüt (%1)'ün en yüksek toplam retensiyonu kayın odununda ( $100,65 \text{ kg/m}^3$ ), en düşük sarıçam odununda ( $68,18 \text{ kg/m}^3$ ) gerçekleştiğini bildirmiştir. Kaçamer (2010) uludağ göknarı ve doğu kayını odunlarını Imersol Aqua, Tanalith-E ile emprenye etmişler, en yüksek retensiyon oranını (%1,53) Imersol Aqua ile emprenye etmiş olduğu göknar odununda elde edildiğini bildirmiştir. Kara (2015) Larix ağaçlarından elde etmiş deney örneklerini borik asit, boraks ve prit ile emprenye işlemlerine tabi tutmuş en yüksek retensiyon oranını boraks ile emprenye etmiş olduğu larex odununda ( $124,6 \text{ kg/m}^3$ ) belirlemiştir. Verilerle karşılaştırıldığında tuzların penetrasyonunda anatomik yapı ve odun türünün etkili olduğu söylenebilir.

Isıl muamele ile modifiye edilen odun yüzeyi fotodegradasyona karşı direnç kazandırdığını, ısıl işlemin açık hava koşulları maruz kalan odun yüzeyinde ligninin fotodegradasyonunu önleyerek renk stabilizasyonu sağladığını bildirmişlerdir (Ayadi ve ark. 2003; Yıldız ve ark. 2011). Arıcan (2019) çalışmasında, doğal dayanıklılığı fazla olmayan sarıçam odun örneklerinin, dış ortam koşullarının bozunduruca etkilerine karşı, tanen katkılı su esaslı akrilik şeffaf üst yüzey işlem maddesi ve opak boya ile iyileştirmek amacıyla bir çalışma yapmış ve deneyler sonunda, bütün örneklerin yüzeylerindeki renkler koyulaşarak parlaklıkları kaybolduğunu, fakat üst yüzey işlem maddesinde tanen derişimi arttıkça parlaklık değişimi ve pürüzlülük de arttığını ve bu özellikler olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir. Şeffaf üst yüzey işlem maddeleri için parlaklık açısından en umut verici sonuçların valeks ve kızılçam taneninde olduğunu tespit etmiştir. Budakçı, M. (1997). çalışmasında, sarıçam, kayın ve meşe odunlarından hazırladığı deney panellerine akrilik vernik, sentetik vernik ve poliüretan vernikleri farklı film kalınlıklarında uygulamış ve film kalınlığının; yüzey parlaklığı, yüzey sertliği ve yüzeye tutunma mukavemeti ve etkilerini incelemiş, yaptığı araştırma sonuçlarına göre vernik film kalınlığının artırılmasının 3. kat uygulamalarında yüzey sertliği üzerine fazla bir etkisinin olmadığını, fakat film kalınlığı artışının yüzey parlaklığının artmasında etkili olduğunu tespit etmiştir. Soylamış (2007) çalışmasında, su itici özellikli bazı emprenye maddelerini, bazı verniklerle beraber yüzeylerine uyguladığı ağaç malzemelerin parlaklık, pandüllü sertlik ve renk özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında Uludağ Göknarı ve kestane odunları kullanmış, çalışma sonucunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemenin, yüzey sertliğini ve parlaklığını olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Yazıcı (2019) çalışmasında, sarıçam yüzeylerine uygulanmak üzere 3 farklı derişimde mimoza, valeks ve kızılçam kabuklarından elde edilmiş tanen ile nano çinko ve seryum oksit katkılı su esaslı akrilik bir üst yüzey işlem maddesinin tatbiki ile ultraviyole ışınlarının bozunduruca etkilerine karşı yüzeyin daha dayanıklı hale getirilmesini amaçlayan çalışmalarında yaptığı birtakım deneylerin yanı sıra yüzey parlaklıklarını incelemiş ve deneyler neticesinde, bütün örneklerin yüzeylerinin koyulaşarak, yüzey parlaklıklarını kaybettiklerini tespit etmiştir.

#### Kaynaklar

Alkan, E., 2016. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun

- fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Arcan, F., 2019. Tanen katkılı üst yüzey işlem maddesinin ahşabın dış ortam koşullarına karşı dayanıklılığına etkisi / Effect of tannin reinforced coatings on weathering resistance of wood. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa.
- ASTM D 3023-98, 2017. Standard practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents. American Society for Testing and Materials, USA Standard.
- ASTM G7-05, 2005. Standard practice for atmospheric environmental exposure testing of nonmetallic materials. USA Standard.
- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., Merlin, A., 2003. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. Holz als Roh- und Werkstoff, (61), 221-226.
- Bal, B.C., 2006. Amonyaklı bakır quat (ACQ) emprenye tuzu ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Baysal, E., 1994. Çeşitli Borlu ve WR bileşiklerin Kızılcım odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Trabzon.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:1745, Fak Yayın No:183, İstanbul, 592 s.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No:3779, O.F. Yayın No:425, ISBN 975-404-327-2, İstanbul, 429 s.
- Budakçı, M., 1997. Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dişli, B., 2018. Bazı mordan ve verniklerin Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odununun teknolojik özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.
- Ersen, A., 2013. Taş korumada son 20 yıldaki gelişmeler ve yenilikler. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 10, 3-19.
- Feist, W.C., 1989. Archaeological Wood: Properties, Chemistry, and Preservation. Chapter 11: Outdoor Wood Weathering and Protection. American Chemical Society, pp. 263-297.
- Hayden, J., 2014. Wood preservation method using sodium silicate and sodium bicarbonate. Patent no.: WO-2014101979-A2.
- Kaçamer, S., 2010. İmersol aqua ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş ısıtılmış ağaç malzemelerin yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Kartal, N., 2016. Tarihi ahşap yapılarda biyotik/abiyotik bozunmalar ve koruma/bakım önlemleri. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 16, 51-58.
- Kantay, R., Kartal, S. N., 2007. Termal modifikasyon işlemleri ahşabın korunması için iyi bir alternatif midir? Ahşap Yapı Malzemeleri Sektör Dergisi, 7(35), 19-23.
- Kara, F., 2015. Prit (FeS<sub>2</sub>) maddesinin odunda emprenye edilebilme özelliği ve bazı teknolojik özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.
- Kesik, H., Akyıldız, M.H., Çağatay, K., Karamanoğlu, M., Bıçak, S., Olgun, Ç., Tiftik, A., 2016. Ahşap malzeme restorasyonunda yüzey temizleme yöntemleri. Selçuk University Journal of Engineering Sciences, 1100-1113.
- Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri. 1. Cilt: Genel Bilgiler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No:4262, Fakülte Yayın No: 463, ISBN 975-404-590-9, İstanbul.
- Lebow, S.T., Anthony, R.W., 2012. Guide for use of wood preservatives in historic structures. USDA Forest Service Forest Products Laboratory. General Technical Report, FPL-GTR-217.
- Peker, H., 2014. Çay bitki ekstraktının odun koruma (emprenye) ve üst yüzey işlem maddesi olarak odunda kullanılabilirlik olanakları. Artvin Çoruh Üniversitesi, BAP Projesi, 2012.F11.02.16.
- Soylamiş, D., 2007. Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., Hafren, J., 2007. Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood. Applied Surf Sci., 253, 5355-5362.
- TS 7847, 2006. Paints and plasters. Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete, Turkish Standard.
- TS ISO 3129, 2021. Wood Sampling methods and general requirements for physical and mechanical tests, TSE, Ankara.
- TS ISO 13061, 2021. Wood. Determination of density for physical and mechanical tests, TSE, Ankara.
- ASTM D1641-04, 2013. Standard practice for conducting outdoor exposure tests of varnishes (Withdrawn).
- TS 4318, 1985. Boya ve vernikleri metalik olmayan boya filmlerinin 20°, 60° ve 85° açılarda parlaklık ölçümü, T.S.E., Ankara.
- Uğurlu, E., Böke, H., 2009. Tarihi yapıların özgün değerleri ile korunması, konservasyon raporu. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 1(2), 17-19.
- URL-1. The Nara Document on authenticity. Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention, Nara, Japan, from 1-6 November 1994.
- Yazıcı, Ö.A., 2019. Ahşap malzemenin fotodegradasyona karşı dayanıklılığının tanen ve nano metal oksitler ile artırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa.
- Yıldız, S., Yıldız, Ü.C., Tomak, E.D., 2011. The effects of natural weathering on the properties of heat-treated alder wood. BioResources, 6(3), 2504- 2521.
- Williams, R.S., 2005. Hand of Wood Chemistry and Wood Composites, Chapter 7: Weathering of wood. USDA, Forest Products Laboratory, Madison.



## In vitro propagation of *Gypsophila germanicopolitana* Hub.-Mor. an endangered and edaphic endemic in Çankırı

Migane Nimaan Abdillahi<sup>1</sup>, Mehmet Sezgin<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin University, Graduate School of Natural and Applied Science, Biology, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin University, Science Faculty, Biology Department, Çankırı, Türkiye

### ARTICLE INFO

Received:04/11/2022

Accepted:02/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1199073>

\* Sorumlu yazar:

sezgin@karatekin.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, in vitro propagation of *Gypsophila germanicopolitana* HUB.- MOR. (Çankırı çöveni), which grows on gypsum hills within the limits of Çankırı province was taken as an aim. The species is included in the list of plants under “critical extinction (CR)” according to the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources red list category. Shoot tips and internodes of the plant were used as explant sources for in vitro propagation, as basal medium 1) Murashige and Skoog (MS) 2) Nitsch & Nitsch (NN) were chosen, as plant growth regulators 1) 6-benzylaminopurine (BAP) and 2) Kinetin (KIN) (0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L) were used as cytokinin source as well as 3) Indole-3-butyric acid (IBA) and 4)  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA) (0 mg/L, 0.25 mg/L, 0.5 mg/L) were as auxin sources. After that 36 combinations with different doses were established. As a result, the best shoot regeneration was observed in NN basal medium with a combination of 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA. Root regeneration was more successfully present within the explants cultured in MS than in NN. It is important that no in vitro propagation studies of this endemic species have been encountered before, and that the findings obtained can be propagated and disseminated in the laboratory.

### Research Article

**Key Words:** Çankırı, *Gypsophila germanicopolitana*, in vitro techniques, internode, shoot tip

## Çankırı ilinde yok olma tehlikesi altındaki ve edafik endemik *Gypsophila germanicopolitana* HUB.-MOR.’un in vitro koşullarda çoğaltımı

### ÖZ

Bu çalışmada, Çankırı ilindeki jipsli tepeler üzerinde yayılış gösteren ve Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği kırmızı liste kategorisine göre “kritik yok olma tehlikesi (CR)” altındaki bitkiler listesinde yer alan *Gypsophila germanicopolitana* HUB.-MOR. (Çankırı çöveni) bitkisinin in vitro koşullarda çoğaltımı amaçlanmıştır. Eksplant kaynağı olarak bitkinin sürgün uçları ve sürgünler üzerindeki boğum araları kullanılmıştır. In vitro çoğaltım için temel besin ortamları olarak 1) Murashige ve Skoog (MS) 2) Nitsch & Nitsch (NN), sitokinin kaynağı olarak 1) 6-benzylaminopurin (BAP) ve 2) Kinetin (KIN) (0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L) yanı sıra oksin kaynağı olarak da 3) Indol-3-bütirik asit (IBA) ve 4)  $\alpha$ -naftalen asetik asit (NAA) (0 mg/L, 0.25 mg/L, 0.5 mg/L) dozları ilave edilmiştir. Sonuç olarak en yüksek sayıda sürgün rejenerasyonu, 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA kombinasyonu ilave edilmiş Nitsch & Nitsch (NN) besin ortamında gözlenmiştir. MS besin ortamında kültüre alınmış eksplantlarda ise köklenme NN besin ortamına göre daha başarılı olmuştur. Daha önce bu endemik türe ait herhangi bir in vitro çoğaltım çalışmasına rastlanmamış olması ve elde edilen bulguların türün laboratuvar ortamında çoğaltılabilmesi ve yaygınlaştırılması bakımından önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Çankırı, *Gypsophila germanicopolitana*, in vitro teknikler, boğum arası, sürgün ucu

### Citing this article:

Abdillahi, M.N., Sezgin, M., 2022. In vitro propagation of *Gypsophila germanicopolitana* Hub.-Mor. an endangered and edaphic endemic in Çankırı. Anatolian Journal of Forest Research, 8(2), 53-60.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Introduction

Turkey is one of the leading countries in the world with its richness in terms of biodiversity. It draws attention with its richness, plant diversity and high endemism rate (35%) (Ataşlar, 1999). Anatolia is the homeland of many plants, and it is recognized as the gene center of some economic plant species (such as *Astragalus*, *Verbascum* and *Bolanthus*). However, this situation has been threatened by factors such as agriculture, animal husbandry, erosion, fires, logging, settlement, industrialization, and excessive pesticide use over the last 50 years (Avcı, 2005). For this reason, it is stated that twelve rare and endemic plant species are extinct. Caryophyllaceae (Carnations) is one of the largest angiosperm families. The family has about 100 genera and 2200 species (Korkmaz, 2012). Individuals of the Caryophyllaceae family are generally found in temperate regions of the northern and southern hemispheres and in tropical mountains. Although it is reported that the gene center of this family is the Mediterranean Basin; Eastern Anatolia, Sinai peninsula, Syria, Palestine, Armenia, Iran, Jordan, upper Mesopotamia, arid and semi-arid parts of eastern and southern Transcaucasia, south of Hindu Kush, southern part of Northern Himalaya, south of Volga river, Gobi Desert, it has also spread in the areas surrounding Turkey and called Iran-Turanian regions (Korkmaz, 2007). The plant species found in these regions are heliophytes that emerged in habitats with dry and intense sunlight. On the other hand, some species are limited to mountainous regions only. The Caryophyllaceae family is important for its medicinal and ornamental plant properties.

*Gypsophila* sp., the third largest genus of the Caryophyllaceae family, which is distributed in different regions of the world, grows in thirty-five genera and around four hundred and seventy species concentrated in Iran-Turanian and Eastern Anatolia regions in Turkey, and more than half of them are endemic and Anatolia is the gene source for this species (Yıldız, 2012). "*Gypsophila*" is the name of plants that show optimal growth in gypsum media. The name *Gypsophila* is derived from the Greek words "gypsums" meaning gypsum and "Philos" meaning loving (İnan, 2006). The species of the genus adapt to grow in many different habitats (Korkmaz and Özçelik, 2011). These plants are available in annual, biennial, or perennial forms. Turkey, the gene source feature of *Gypsophila*, which is an indicator of gypsum fields, is a very necessary species to be introduced due to the biological characteristics of the taxon (Korkmaz, 2012).

The province of Çankırı, which has semi-arid and arid areas, possesses herbaceous and medicinal aromatic plants that grow locally endemic. *Gypsophila germanicopolitana* HUB.-MOR., (Figure 1a-1b-1c) is on the list of critically endangered plants International Union for Conservation of Nature (IUCN), Threatened Plant Committee (TPC), World Wildlife Foundation (WWF), as well as organizations such as the Ministry of Agriculture and Forestry in Turkey (Ekim ve ark., 2000) (Figure 1d).

Known by local names in different regions of Turkey, *Gypsophila* attracts attention in many production sectors due to its different characteristics. Some *Gypsophila* species (*G. arrostii* Guss., *G. bicolor* Freyn & Sint.), (*G. rossh.*, *G. eriocalyx* Boiss), (*G. arrostii* var. *nebulosa*) were used in the medical field, food products, cleaning, and cosmetic products. It can also

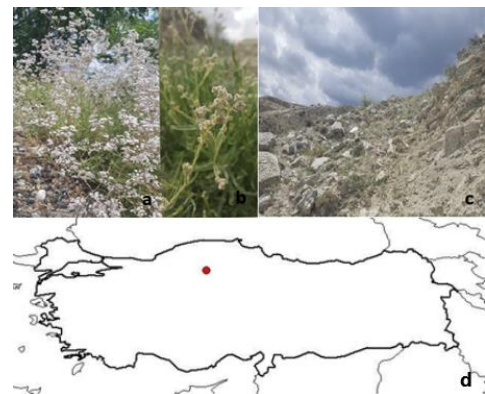
be used as an ornamental plant in parks and gardens, and it is widely used in the fields of agricultural sector, landscape, textile, jewelry, chemistry, and pharmacists (İnan, 2006).

This study is unique in that it is the first study on the in vitro propagation of *G. germanicopolitana*. In addition, it is aimed to reproduce in vitro conditions by using explants such as shoot tip and node of *G. germanicopolitana* plant with tissue culture method, which is an important biotechnological method and provides intensive, rapid and clonal propagation. The aim of this study is to ensure the propagation and acclimatization of the plant with the help of in vitro techniques.

## 2. Materials and Methods

**Study area:** The research area is within the "Gypsum Hills of Çankırı" area, which is ranked 89th in Turkey's Important Plant Area (IPA). The IPA is located in the North of Kızılırmak, on large gypsum deposits close to Çankırı province. The IPA flora does not show rich vegetation diversity and forms a mosaic of steppe and mesotrophic pasture habitats. There are 41 taxa endemic to Turkey in the IPA flora. The IPA is not officially protected, conversion to agriculture and grazing threaten the area (Çerçi ve Göl, 2021; Öz ve Göl, 2021).

**Plant material:** This experiment was carried out in the Laboratory of Biotechnology in 2021-2022. For the in vitro propagation of the endemic plant *G. germanicopolitana* was collected from the field and brought to the Graduate School of Natural and Applied Science, Biology Dept. laboratory of Çankırı Karatekin University. *G. germanicopolitana* is located on the gypsum hills on the Çankırı-Ankara highway, at an altitude of 700-750 m, at the coordinates of 40°33'24" N and 33°33'41" E. Spreading on the gypsum hills of Çankırı province, *G. germanicopolitana* is present in the field in the last week of May 2021 and has been found in full flowering and fruiting from the second week of June. The most physiologically and morphologically mature state of a plant is when it is fully flowering (Xiong et al., 2000). *G. germanicopolitana* was collected in limited quantities from its gypsum habitats (Figure 1c) and brought to the laboratory aseptic environment on 20 June in a way that does not interfere with the natural habitats and propagation of the plant.

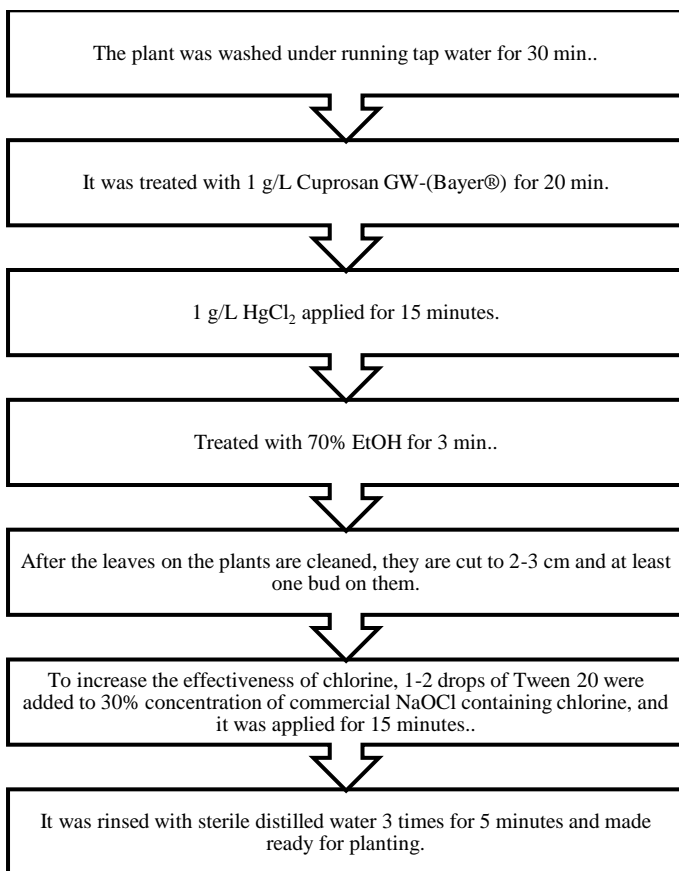


**Fig. 1.** *G. germanicopolitana* a-b) Flowers c) Habitat d) Distribution area of *G. germanicopolitana*-Çankırı/Türkiye

**Sterilization and explant preparation:** *G. germanicopolitana* plant shoot tip and internodes were used as explant sources. Sterilization of *G. germanicopolitana* plant was performed

(Figure 2). For this, a superficial sterilization protocol was applied. Defoliated shoots were cut, and apical meristems tissues and internodes were used as explant sources. Then, the explants were kept in 70% ethanol for 3 minutes and rinsed with sterile distilled water 2 times for 5 minutes. These explants were treated for 10 minutes in a 20% NaOCl solution (min 15% active chlorine) in which 3 or 4 drops of Tween 20 were added. In order to remove the sodium hypochlorite with increased activity from the tissues, it was rinsed with sterile distilled water 3 times for 5 minutes under aseptic conditions (Kapdan and Sezgin, 2021).

**Culture preparation and conditioning:** In the preparation of the culture medium, 2 basal media, gelrite as a solidifier, and plant growth regulators (PGR) prepared in different doses and combinations were used.



**Fig. 2.** Sterilization stages of *G. germanicopolitana*

#### Basal media

- Murashige and Skoog (MS) (Murashige and Skoog, 1962)
- Nitsch & Nitsch (NN) (Nitsch and Nitsch, 1969)

#### Growth regulators and their combinations

- 6-benzylaminopurine (BAP)-(0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L)
- Kinetin (KIN)-(0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L)
- Indole-3-butyric acid (IBA)-(0 mg/L, 0.25 mg/L, 0.5 mg/L)
- $\alpha$ -naphthaleneacetic acid (NAA)-(0 mg/L, 0.25 mg/L, 0.5 mg/L)

MS and NN basal media were used as the solidifier with gelrite as the basal medium for the in vitro micropropagation of *G. germanicopolitana*. Plant growth regulators were prepared in 36 different combinations including 6 cytokines and 6 auxin

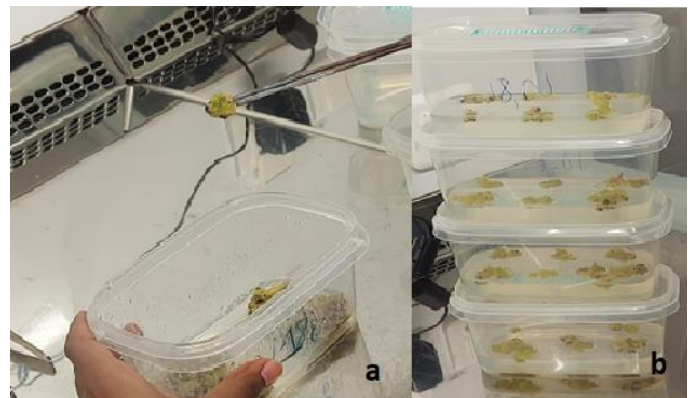
doses and 30 g/L sucrose as a carbon source was added to these media. Plant Preservative Mixture (PPM-Duchefa®) was added as 1 mL/L to prevent possible contamination that may occur after planting the explants in basal media. The pH of the basal media was adjusted to 5.7.

Each combination was prepared as 10 replications. A total of 720 De Wit tubes (Duchefa®) were prepared for the two primary basal media. Under aseptic conditions, the apical nodes on the explants were planted in the tubes in a vertical position, taking care to settle into the medium. Only one explant was planted in each De Wit tube to avoid and reduce the possibility of contamination.

A controlled autoclave was used for sterilization of the basal media, for this it was carried out at 121°C, 1.2 atm pressure for 20 minutes. The sterilized basal media were taken into a direct laminar air flow cabinet and immediately distributed into sterile De Wit tubes (130x10 mm) as 12 mL.

**Incubation:** Cultures were incubated in a growth chamber where optimal living parameters were set to ensure plant regeneration. All cultures were cultured at 25±2 °C, 16 hours of light (35  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), and 8 hours of darkness.

**Subculture:** *G. germanicopolitana* explants, which were planted, were incubated in the climate chamber and their growth was checked daily. After optimal growth conditions were adjusted, the explants were subcultured 2 times in De Wit tubes and 3 more times in ECO2BOX/Green Filter® (Duchefa) 125x65x80 mm dishes at 4 weeks intervals (Figure 3a). Subculture is done to maintain the freshness of the media and to continue the development of the plant (Figure 3b). In subculture studies, the same basal media and PGR combinations used in the initial stage were used to continue the development of the plant. Root length, root number, shoots length and shoot number of explants showing shoot and root development were measured.



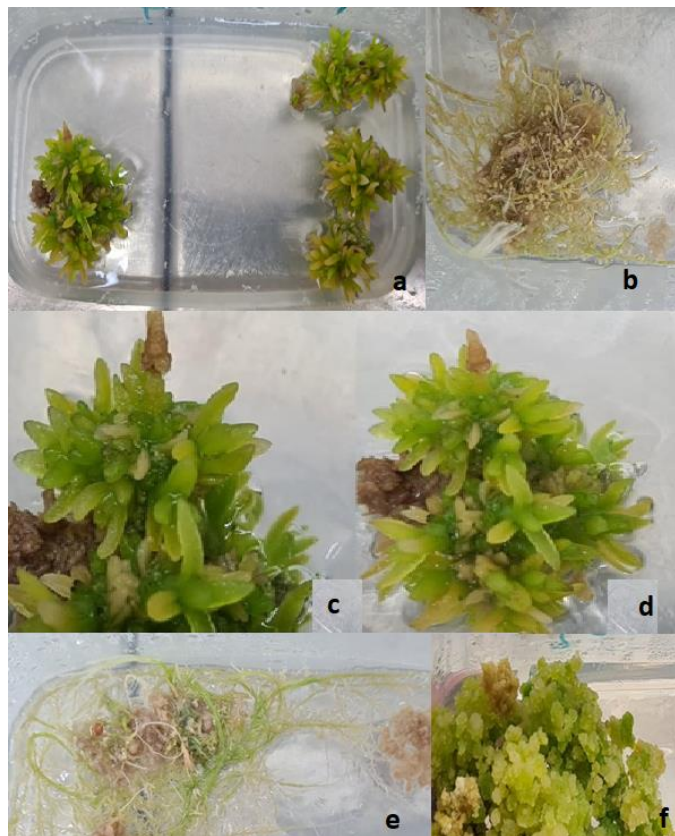
**Fig. 3.** Subculture of callus a) Planting calluses in ECO2BOX/Green Filter®(Duchefa) b) Subcultured explants

**Statistical analysis:** In this study, the mean of the data obtained from the results was checked with the analysis of variance method (ANOVA) and SPSS Package Program according to the F-test ( $P < 0.05, 0.01$ ). Significant differences were made with the Game-Howell Nonparametric Post-Hoc multiple comparison tests on a 5% margin of error basis.

### 3. Results

In this study, in vitro propagation and transformation of *G. germanicopolitana* into plants were aimed by tissue culture,

which is one of the important methods of biotechnology. The shoot tip and internodes of the plant were used as an explant source. Plant regeneration via direct organogenesis was not achieved in *G. germanicopolitana*. However, plant regeneration was targeted from the callus obtained by the indirect organogenesis method. Since the *G. germanicopolitana* plant is on the list of plants under critical extinction (CR) according to the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources red list category, a limited amount was taken from the field. Combined with the in vitro propagation stage without embryo culture and the problems in the plant's ability to regenerate, a complete transformation into a plant could not be achieved. However, it was observed that the concentration, combination, and types of plant PGRs used in the study had a positive effect on callus formation. Based on the organ-forming potential of callus from explants, abundant organogenic callus was obtained that were not capable of regeneration. From the callus obtained by the indirect organogenesis method, shoot and root formation were targeted (Figure 4). The sterilization protocol used in our study was very effective and the incidence of infection was very low.



**Fig. 4.** Shoot, root and callus formation in *G. germanicopolitana* a) KIN (0 mg/L) + NAA (0.5 mg/L) shoot formation in MS b) BAP (1 mg/L) + IBA (0.5 mg/L) root formation in MS c) KIN (0.5 mg/L) + NAA (0.5 mg/L) shoot formation in NN d) BAP (1 mg/L) + NAA (0.5 mg/L) shoot formation in NN e) KIN (0 mg/L) + IBA (0.5 mg/L) root formation in MS f) KIN (0.5 mg/L) + IBA (0.5 mg/L) callus formation in NN

**Organogenic Callus Formation:** The data on callus formation obtained in the study were evaluated statistically. It was aimed to monitor the differences in shoot and/or root formation from

In the in vitro propagation of *G. germanicopolitana*, shoot formation showed a better development in NN compared to the

callus between MS and NN basal media and different PGR combinations. Due to the scarcity of data obtained on root formation, statistical evaluations could not be made. However, since the amount of shoot formation is higher, the statistical significance of the differences between the basal medium and PGR combinations according to the shoot formation status of the explants was investigated (Table 1). The independent variable "PGR combination" was found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ). The other independent variable, "basal media", was found to be statistically insignificant on its own. Based on the statistical difference in the data obtained in the study, it was observed that 36 different PGR combinations had different effects on shoot formation. In order to indicate the meaning of the statistical difference, a pairwise comparison was presented. The interactions of the 36 PGR combinations are investigated. Only the significant PGR combinations on shoot formation were included in Table 1. The mean number of shoot formation for each PGR combination and basal media were included in the below table.

**Table 1.** Interaction between basal media and some combinations of PGR in terms of shoot formation from organic callus

PGR Combinations	NN		MS	
	Sample number	Mean± standard error	Sample number	Mean± standard error
BAP 0.5 mg/L + IBA 0 mg/L	10	0.60±0.5*	10	0
BAP 0.5 mg/L + IBA 0.5 mg/L	10	0	10	0.30±0.4*
BAP 1 mg/L + IBA 0.5 mg/L	10	0	10	0.50±0.5*
BAP 0 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	0.60±0.5*	10	0.10±0.3
BAP 0.5 mg/L + NAA 0.25 mg/L	10	0.40±0.5*	10	0
BAP 0.5 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	0.60±0.5*	10	0
BAP 1 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	1.0*	10	0.20±0.4
KIN 0 mg/L + IBA 0.5 mg/L	10	0.10±0.3	10	0.20±0.4*
KIN 0.5 mg/L + IBA 0 mg/L	10	0	10	0.10±0.3*
KIN 1 mg/L + IBA 0.25 mg/L	10	0	10	0.30±0.4*
KIN 0 mg/L + NAA 0.25 mg/L	10	0.20±0.4*	10	0.20±0.4
KIN 0 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	0.80±0.4*	10	0.50±0.5
KIN 0.5 mg/L + NAA 0 mg/L	10	0	10	0.30±0.4*
KIN 0.5 mg/L + NAA 0.25 mg/L	10	0.50±0.5*	10	0.30±0.4
KIN 0.5 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	1.0*	10	0.30±0.4
KIN 1 mg/L + NAA 0 mg/L	10	0.60±0.5*	10	0
KIN 1 mg/L + NAA 0.25 mg/L	10	0.40±0.5*	10	0
KIN 1 mg/L + NAA 0.5 mg/L	10	0.40±0.5*	10	0.10±0.3

(\*)Represents the statistically significant interactions between PGR combination and basal media

MS. In addition to the basal medium, it was statistically revealed that PGRs were highly effective on shoot growth. In terms of



highest shoot number obtained, 1 mg/L BAP + 0.5 mg/L NAA (35 units), 0.5 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA (40 units) and 0 mg/L NN containing KIN + 0.5 mg/L NAA (50 units) PGR combinations were found in the NN basal media. Shoot formation also took place in MS in which 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA, 1 mg/L BAP + 0.5 mg/L IBA was added (Figure 4a and 4b). The sizes of the shoots here vary between 0.1 cm and 2 cm. The lowest shoot number was obtained from NN containing combinations of 0 mg/L KIN + 0.25 mg/L NAA (20 units) and 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA (10 units), PGR and 1 mg/L NAA. It was obtained from MS containing combinations of L KIN + 0.5 mg/L NAA, 0.5 mg/L KIN + 0 mg/L IBA. The sizes of the shoots developed here vary between 0.1 cm and 0.5 cm. There was no shoot formation in the roots developed from the callus. Although callus was found in environments containing both auxin and cytokinin group PGR, they could not be fully planted. However, roots with different lengths emerged. The length of the roots varies between 0.5 cm and 8 cm. Root formation was obtained in MS (Figure 4b). The highest root formation rate was found in MS and the combination that gave the best results was the combination containing 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L IBA, 1 mg/L BAP + 0.25 mg/L IBA (Figure 4e).

**Non-Organogenic Callus Formation:** Simple callus or root formation was achieved in most of the explants cultured in MS and NN basal media. While targeting organogenesis from callus, initial PGR combinations used in the NN basal medium were added. The callus without organ-forming ability continued to proliferate. No organogenic formation was obtained at this stage. The most abundant callus development was obtained in combinations of 0 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA, 0.5 mg/L KIN + 0.5 mg/L IBA (Figure 4f). The lowest amount of callus was observed in the combination of 0.5 mg/L KIN + 0.25 mg/L IBA. NN medium in our study and it was noticed that root development was obtained from MS medium. It was observed that the selected PGR combinations had different effects when added to each medium.

**Shoot Number:** The highest shoot number obtained from organogenic callus was 35, 40 and 50 numbers, respectively, with 1 mg/L BAP + 0.5 mg/L NAA, 0.5 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA and 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA. NN to which the /L NAA combination was added was found in the basal (Figure 4c and 4d). Shoot formation was also found in MS medium where 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA, 1 mg/L BAP + 0.5 mg/L IBA was added. The dimensions of the shoots vary between 0.1 cm and 2 cm (Figure 4a). The lowest number of shoots is 20 and 10, and 0 mg/L KIN + 0.25 mg/L NAA, 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L, from NN medium containing their combinations and 1 mg/L KIN + 0.5 mg/L NAA, obtained from MS medium containing combinations of 0.5 mg/L KIN + 0 mg/L IBA. The sizes of the shoots vary from 0.1 cm to 0.5 cm. The highest root count was found in MS medium and it was noticed that the combination that gave the best results was the combination containing 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L IBA, 1 mg/L BAP + 0.25 mg/L IBA (Figure 4f). The length of the roots varies between 0.5 cm and 8 cm. The most abundant non-organogenic callus development was obtained in combinations of 0 mg/L KIN + 0.25 mg/L NAA, 0.5 mg/L KIN + 0.5 mg/L IBA (Figure 4a). The lowest amount of callus was observed in the combination of 0.5 mg/L KIN + 0.25 mg/L IBA (Figure 4e).

#### 4. Discussion

It is the first and only in terms of in vitro propagation of the plant. It is a very comprehensive optimization study in terms of testing two different basal media used in the initial phase, 36 different PGR combinations. This subject is suitable for looking at the medicinal and cosmetic properties of the shoots obtained from the plant *G. germanicopolitana*, which will be studied in the future.

For the in vitro micropropagation of plants of the Caryophyllaceae family, shoot tips and nodes have been successfully used as explant sources in many studies (Ahroni et al., 1997; Miranda et al., 1999; Morariu et al., 2008; Çördük and Akı, 2010; Aslam et al., 2012; Kiani et al., 2012; Toaima et al., 2013; Tejavathi and Indira, 2013; Thiem et al., 2013; Shaulo et al., 2014; Teteryuk and Mikhovich, 2020). The superficial sterilization protocol applied to prepare the plant for planting under in vitro conditions was effective for the plant, which was taken from the field and brought directly to the laboratory conditions, and infection formation was very rare during the study. However, because of the very slow regeneration rate of the plant, the first callus formation appeared only after 2 months, and the shoot and root developments obtained by indirect regeneration could be observed after 6 months. There have also been cases in the study where some explants did not show any vital signs even though they were not infected. After sterilization, the explants were planted in MS and NN basal media prepared with 36 different PGR combinations. All combinations were prepared as 10 replications in the experiments. Effective and strong surface sterilization, which was carried out in order to prevent possible infection in explants brought to laboratory conditions and prepared for in vitro micropropagation, caused a decrease in the regeneration ability of the plants.

In *G. germanicopolitana*, shoot growth of NN medium gave better results than MS medium, while MS medium provided callus development and root formation. The same PGR combinations were used in both media, but different growth results were obtained.

The data obtained from the in vitro propagation of *G. germanicopolitana* were evaluated statistically. The differences between the growth effects of the basal media and PGR combinations were compared statistically and the differences between the averages were found to be significant. The Games-Howell test was used to make multiple comparisons between PGR combinations. "PGR combination" was statistically significant among the independent variables ( $p < 0.05$ ). It turned out that 36 different PGR combinations have different effects on shoot formation. Pairwise comparison has been put forward in order to indicate the meaning of statistical difference. For this purpose, it was investigated whether there was a statistical difference between PGR combinations in terms of average shoot formation rate.

Unlike the number of shoots we obtained in our study, Aslam et al. (2012), obtained in MS medium supplemented with 1 mg/L BAP high shoot formation and maximum shoot length from the apical meristems of *G. paniculata*. The best medium for root growth 85% was observed in MS medium containing 0.5 mg/L NAA. Toaima et al. (2013), on the other hand, shoot tips of *Gypsophila perfecta*, *Gypsophila paniculata* L. plants were

cultured in MS medium containing different doses of BAP and NAA PGRs in micropropagation. The highest shoot formation was obtained from MS medium containing 0.5 mg/L each of BAP and NAA. Ahroni et al. (1997) tried to achieve shoot regeneration by using internodes of Arbel cultivar for in vitro propagation of *Gypsophila paniculata* L. TDZ, BAP, KIN, or Zeatin were used as the cytokinin source and NAA as the auxin source. 100% of the explants cultured in MS medium containing TDZ PGR provided shoot formation, and 19 shoots developed per explant. Teteryuk and Mikhovich (2020) used tissue culture method to obtain callus from *Gypsophila uralensis* less seedlings. A combination of 1 mg/L BAP + 0.1 mg/L IAA PGR was added to MS and Woody Plant Medium (WPM) media. Indirect shoot regeneration was obtained from 90% of the callus. MS medium with different doses of IAA was used for the rooting step. Aslam et al. (2012) apical meristems of *Gypsophila paniculata* L. were used as explants. Different concentrations of NAA (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 & 0.5 mg/L) were used for the rooting medium of the developing shoots. Root development was observed in MS medium containing 0.5 mg/L NAA with a rate of 85%. Kiani et al. (2012), shoot tips of seeds obtained from the plant of *Matthiola incana* were used in this study. The highest root number (1.85) and the longest root (5.2 cm) of the developing shoots were observed in the medium containing 2 mg/L NAA. In our study, however, the highest root count was found in MS medium, and it was noticed that the combination that gave the best results was the combination containing 0 mg/L KIN + 0.5 mg/L IBA, 1 mg/L BAP + 0.25 mg/L IBA (Figure 4f). The length of the roots varies between 0.5 cm and 8 cm. While the best shoot and root development was obtained from MS basal medium in other studies, the best shoot formation was found in NN medium in our study and it was noticed that root development was obtained from MS medium. It was observed that the selected PGR combinations had different effects when added to each medium.

As a result, in the National Science and Technology Policies 2003-2023 Strategy Document (TÜBİTAK, 2011) prepared by TÜBİTAK, in line with the goal of sustainable development, the goal of "Developing technologies for the characterization and conservation of gene resources and the protection of biological diversity" has been stated. In this study, in addition to its medicinal and aromatic properties, *Gypsophila germanicopolitana* (Ekim et al., 2000), which is locally endemic and included in the "critically endangered (CR)" plants list by IUCN. It is the first and only in terms of in vitro propagation of the plant. It is a very comprehensive optimization study in terms of testing two different media, 36 different PGR combinations and one type of main solidifier used in the initial phase. This subject is suitable for looking at the medicinal and cosmetic properties of the shoots obtained from the plant *G. germanicopolitana*, which will be studied in the future.

Saponins, a type of glycoside, belong to the class of organic chemical compounds, generally toxic and plant-derived. This saponin extract, which is obtained from the rhizomes of the calyx, is widely used in the treatment of cough, respiratory system, and some other diseases, in the production of soaps and liquors, in film emulsions and chemical cleaners, in the production of fire extinguishers as a foaming agent. It is used as an additive in the production of sweet varieties called "Tahin Helvası", "Koz Helva" and "Paşa Lokumu" (Özçelik ve

Yıldırım, 2011). Although saponins are grouped as amphiphilic glycosides, they are also structurally called lipophilic steroids or triterpenoid derivatives. In addition, they are also called glycosides with one or more carbohydrate side chains combined (Kocaoğlu, 2004).

Some *Gypsophila* species are resistant to some stress factors such as cold, drought, salinity, and accumulation of high boron elements. They determined that *Gypsophila perfoliata* L. and *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl ex Tchihat plants have the potential to be hyperaccumulatory in terms of boron, and that the plant develops healthily even though there is approximately 3500 mg/kg Boron in the leaves of *G. sphaerocephala* (Babaoğlu et al., 2004). Therefore, determining the hyperaccumulatory potential of *G. arrosti* which is the same species as *G. sphaerocephala* and *G. perfoliata* plants which are easier to produce in terms of agriculture is important for agricultural areas in terms of boron toxicity problem. In addition, it is thought that boron toxicity caused by the use of artificial fertilizers causes' loss in crop yield and this damage can be eliminated with *Gypsophila* species growing in the same area (Özçelik ve Yıldırım, 2011).

Warm water obtained by boiling the roots of many species of *Gypsophila* is used for cleaning silk and delicate fabrics. İnan (2006) reported that after the root stems are thoroughly boiled with water, silk and precious fabrics kept in this water have their color and brightness of the fabrics cleaned without deterioration. It states that it is also used in medicine production and gold bleaching (Özçelik ve Özgökçe, 1999). The juice obtained from the decoction of the rhizomes of *Gypsophila* has diuretic effects. In addition, it has been reported that the liquid has a spot and acne removal effect in the field of cosmetics (Ayeh et al., 2009).

British scientists Dr. David Flavell and his wife Bee who lost their son to leukemia made an important study on *Gypsophila*, according to the research, this plant, which is also called 'Spring Star', has been determined to be a door of hope for most leukemia patients. There is a substance in the flowers of the Çöven medicinal plant that will increase the effect of leukemia drugs. Thanks to this substance, many patients with leukemia can be cured. Studies are ongoing to ensure that the research is fully clarified.

In the study, direct plant regeneration target from shoot tip and internode explants of *G. germanicopolitana* plant could not be fully achieved. However, plant regeneration was targeted by the indirect organogenesis method from the obtained callus. Due to the fact that *G. germanicopolitana* is included in the list of plants in critical danger of extinction according to the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) red list category (Ekim et al., 2000), it can be taken from the field in limited quantities and the plant has been directly in vitro propagated accordingly. Regeneration could not be achieved due to problems in regeneration ability. However, it was observed that the concentration, combination, and types of PGRs used in the study had a positive effect on callus formation.

#### 4. Conclusion

In this study, it was aimed to micropropagation of the *Gypsophila germanicopolitana*, which is in the category of

locally endemic and endangered plants, by using shoot tips and nodes as explant sources, by culturing in vitro conditions in different basal media and plant growth regulators at different doses. This study aims to establish the optimum propagation and regeneration protocol of the selected endemic plant.

Although no in vitro propagation studies have been found on the edaphic endemic *Gypsophila germanicopolitana*, the findings obtained from the study are important in terms of in vitro propagation and dissemination of the species.

## References

- Ahroni, A., Zuker, A., Rozen, Y., Shejtman, H., Vainstein, A., 1997. An efficient method for adventitious shoot regeneration from stem-segment explants of gypsophila. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 49,101-106.
- Aslam F., Rashid S., Ilyas S., Naz S., Ali A., 2012. *In vitro* propagation of *Gypsophila paniculata* L. through plant tissue culture techniques. *Pakistan Journal of Science*, 64, 6-10.
- Ataşlar, E., 1999. Batı Anadolu *Gypsophila* L. türleri üzerinde biyosistemantik çalışmalar. Doktora Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Avcı, M., 2005. Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. İstanbul Üniv. Edebiyat Fak. Coğrafya Bölümü, *Coğrafya Dergisi*, 13, 27-55.
- Ayeh, K.O., Selliah, R., Hvoslef-Eide, A.K., 2009. Effect of media on some *in vitro* and ex-vitro parameters in micropropagation of *Gypsophila paniculata* L. *Academic J. Plant Sci.*, 2, 260-266.
- Babaoğlu, M., Gezgin, S., Topal, A., Sade, B., Dural, H., 2004. *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl ex Tchihat. a boron hyperaccumulator plant species that may phytoremediate soils with toxic B levels. *Turkish Journal of Botany*, 28, 273-278.
- Çerçi, E., Göl, C., 2021. Tuzlu ve jipsli sahalarda oyuntu içinde doğal yetişen ağaç ve çalı türleri: Balıca Deresi Havzası. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 624-635.
- Çördük, N., Akı, C., 2010. Direct shoot organogenesis of *Digitalis trojana* Ivan., an endemic medicinal herb of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9,1587-1591.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Ayaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Yüzüncü Yıl Üniv., 246p. Ankara.
- İnan, M., 2006. Çukurova koşullarında farklı kökenli çöven (*Gypsophila* sp.) türlerinde kök verimleri ve saponin içeriklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kapdan, E., Sezgin, M., 2021. *In vitro* propagation to conserve the local endemic and endangered medicinal plant *Helianthemum germanicopolitanum* Bornm. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 64, 1-14.
- Kiani, M., Zarghami, H., Memariani, F., Tehranifar, A., 2012. *In vitro* propagation and conservation of *Diaphanoptera khorasanica* (Caryophyllaceae), a threatened endemic and potential ornamental species in northeast of Iran. *Journal of Cell and Molecular Research*, 4, 89-96.
- Kocaoğlu, G.B., 2004. Saponinler ve biyolojik önemi. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 1, 125-131.
- Korkmaz, M., 2007. Türkiye'de yetişen tek yıllık *Gypsophila* L. (Caryophyllaceae) taksonları üzerinde biyosistemantik çalışmalar. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Korkmaz, M., 2012. Türkiye'nin bazı *Gypsophila* L. (Caryophyllaceae) taksonlarının habitat özellikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5, 111-125.
- Korkmaz, M., Özçelik, H., 2011. Contributes to the ecological characteristics of Turkey *Gypsophila* L. (Caryophyllaceae) taxa. *Biological Diversity and Conservation*, 15, 148-160.
- Miranda, J., Korschuh, M., Yeung, C., Chinnappa, C., 1999. *In vitro* plantlet regeneration from hypocotyl explants of *Stellaria longipes* (Caryophyllaceae). *Canadian Journal of Botany*, 77, 318-322.
- Morariu, A., Chelariu, E., Căuleț R., 2008. *In vitro* micropropagation of *Gypsophila muralis* from cotyledon explants. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 269-274.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plant*, 15,473-497.
- Nitsch J.P., Nitsch C., 1969. Haploid plants from pollen grains. *Science*, 163(3862), 85-87.
- Öz, Y., Göl, C., 2021. Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 8(2), 146-156.
- Özçelik, H., Özgökçe, F., 1999. *Gypsophila bitlisensis* Bark. ve *Gypsophila elegans* Bieb. üzerinde morfolojik, taksonomik ve ekolojik araştırmalar. First International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam, pp. 295-313.
- Özçelik, H., Yıldırım, B., 2011. Türkiye çövenlerinin (*Gypsophila* L. ve *Ankyropetalum* Fenzl spp.) ekonomik önemi, kullanım olanakları ve korunması üzerine düşünceler. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 57-61.
- Shaulo, D.N, Erst, A.A., Erst, A.S., 2014. *In vitro* Propagation of *Dianthus mainensis*, an endemic plant from the West Sayan (North Asia). *Taiwania*, 59, 106-110.
- Tejavathi, D.H., Indira, M.N., 2013. Regeneration of shoots from leaf callus cultures of *Drymaria cordata* (L) Willd ex Roem and Schult Indian. *Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 3, 111-115.
- Teteryuk, L.V., Mikhovich Z.E., 2020, *In vitro* culture of the Ural endemic *Gypsophila uralensis* Less. (Caryophyllaceae) *Turczaninowia*, 23, 29-35.
- Thiem, B., Maliński, M., Tomczyk, M. 2013. *In vitro* propagation of *Lychnis flos-cuculi* L., a plant with potential medicinal value. *National Conference on in Vitro Cultures in Plant Physiology*, pp. 55-66.
- Toaima, N., Bosila, H., Abd El-Fattah El-Ateeq, A. 2013. *In vitro* growth regulators, gelling agents and sucrose levels affect micropropagation of *Gypsophila paniculata* L. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5,313- 323.
- TÜBİTAK, 2011. National science and technology policies 2003-2023 strategy document, [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/Vizyon2023\\_Strateji\\_Belgesi.pdf/](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf/) (accessed 15.04.2016).
- Xiong, J., Fisher, W., Inoue, K., Nakahara, M., Bauer, C., 2000. Molecular evidence for the early evolution of photosynthesis. *Science*, 289, 1724-1730.

Yıldız, K. 2012. *Silene L.*, in: Guner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (eds) *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. İstanbul Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, pp. 354–365.



## Batı Karadeniz kıyı bölgesi'nde yetişen Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisi

Oktay Yıldız <sup>1</sup>, Şahin Bircan <sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Gölsan Entegre Orman Ürünleri İth.İhr.San.Tic.Ltd.Şti., Gölyaka, Düzce

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 04/11/2022

Kabul Tarihi : 16/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1199478>

\*Sorumlu Yazar:

oktayyildiz@duzce.edu.tr

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı; kayın ağaçlarının yetiştiği ortamlardaki bazı ekosistem değişkenleriyle odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl değiştiğini ortaya koymaktır. Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın meşcerelerinden belirlenmiştir. Çalışma için kayının yayıldığı alt rakımdan üst rakıma kadar farklı yükselti ve bakılardan 6 saha seçilmiştir. Bu altı sahanın her birinde sahayı temsil edecek ve 100 m aralıklarda

üçgen oluşturacak şekilde, göğüs yüksekliği çapı 30-45 cm'ler arasında reaksiyon odunu olmayan düzgün gövdeli üç ağaç kesilmiştir. Daha sonra her örnekleme alanından ölü örtü (OM) toplanarak makro-besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Aynı yerden ilk 20 cm toprak derinliklerinden toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinden pH, organik madde, toplam C ve N ile diğer makro besin elementleri analiz edilmiştir. Kayının yetişme ortamı özellikleri ile odununun mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için veriler arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Analizler sonucu, arazi eğimi arttıkça odunun radyal sertliğinin azaldığı, arazide yükselti arttıkça odununun hacim daralmasının arttığı, toprağın asitliği azaldıkça odunun enine yönde sertliğinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, ölü-örtü organik maddesinin azot içeriği arttıkça odununun teğet yöndeki sertliği, odunun teğet yönde genişlemesi, hacim genişlemesi, hacim daralması, şok direnci değerlerinin azaldığı, organik maddedeki fosfor içeriğinin artmasıyla radyal genişlemesinin arttığı, boyuna genişleme ise azaldığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayın, Batı Karadeniz Bölgesi, yetişme ortamı, odun özellikleri

## The relationship among ecosystem variables and physical and mechanical properties of eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood grown in the coastal region of the western Black Sea Region of Turkey

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the relationships among ecosystem variables and beech wood's physical and mechanical properties. Research area is located in an eastern beech forest located in western Black Sea Region of Turkey. For the study 6 sites along the elevation and on different aspect were selected. For the each site, 3 trees were fallen-down for wood sampling. In addition forest floor and soil for the first 20 depths were sampled on each site. From these samples, soil pH, organic matter content, soil and organic matter macro-nutrient concentrations were determined. The data were analyzed for the correlation among soil and organic matter and mechanical and physical properties of wood. Data revealed that slope and radial strength are negatively, elevation and volume shrinkage are positively, soil acidity and wood's lateral strength are negatively related. Besides, organic matter N concentration is negatively related to wood tangential strength, tangential expansion, volume expansion, volume shrinkage and shock resistance. Forest floor organic matter (OM) phosphor concentration is positively related to radial expansion, but negatively related to continual expansion.

**Key Words:** Beech, Western Black Sea Region, site conditions, wood properties

### Citing this article:

Yıldız, O., Bircan, Ş., 2022. Batı Karadeniz kıyı bölgesi'nde yetişen Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 61-72.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Türkiye orman kaynakları ve odun üretimi bakımından dünya ortalamasının altında olan ülkeler arasındadır (Yıldız et al., 2010a). Türkiye'nin yasal olarak 21,7 milyon hektar orman alanı bulunsa da bu alanların ancak yarısı odun üretimi açısından verimli orman olarak nitelendirilmektedir. Toplam odun üretimini orman alanına kıyasladığımızda Türkiye ormanlarından hektar başına yıllık odun üretimi 1 m<sup>3</sup> ün altındadır. Ayrıca ağaçların yaşlı olmaları ve orman bakımlarının yetersiz olması dolayısıyla da üretilen odunların kalitesinin düşük olması odun endüstrisindeki açığın sadece sayısal olarak değil kalite olarak da çok büyük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Türkiye'de ormancılığın en önemli sorunu gelecek nesillerin daha da artacak olan ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan ve orman ekosistemlerini koruyarak toplumun ihtiyaçlarının nasıl karşılanacağıdır. Orman Bakanlığı Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004–2023)'nda odun üretimi yapılan alanlardan iç ve dış piyasada rekabet edebilecek özelliklerde ve sürdürülebilir olarak odun üretilmesine vurgu yapılmıştır. Sürdürülebilirlik ilkesinin ulusal ormancılık politikasının temel bileşenlerinden olduğu, sürdürülebilir kalkınma için orman kaynaklarının da sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Anonim, 2004).

Orman ürünlerine olan ve hızla artan talepleri karşılamak için ormanların doğal olarak büyümesine güvenemeyiz. Doğal ormanların verim güçlerinin ve üretilen odun kalitesinin yoğun ormancılık faaliyetleri ile artırılması ve bunun sürdürülebilir bir şekilde yapılması gerekmektedir (Kozłowski, 2002). Bu nedenle odun üretimi bakımından önemli olan kayın, sarıçam, kızılçam, göknar, ladin vb. türlerle ilgili temel ve uygulamalı araştırmaların artırılması gerekmektedir.

Doğu Kayını 30-40 m ye kadar boylanan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir türdür (Anonim, 1985). Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve Kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış gösteren doğu kayını, Türkiye ormanlarının yaklaşık 1,7 milyon hektar alanında yayılış göstermekte olup Türkiye orman alanlarının %8 ini oluşturmaktadır ve ağaç türleri arasında da 4. yayılış genişliğine sahip bir türdür. Kayın gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). İyi yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanabilen (Atay, 1987) kayın genelde %60'a kadar eğime sahip yamaçlarda verimli, süzekliği (drenaj) ve havalanma şartları iyi, orta- ve derin topraklarda (30-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992). Kayının yetiştiği orman alanlarında topraklar genelde asidik olup bitki beslenmesi açısından verimlidir (Yıldız et al., 2010b). Türkiye'de her yıl yaklaşık 70 bin ha kayın ormanı gençleştirilmekte ve bu gençleştirme çalışmaları sırasında 2,2 milyon m<sup>3</sup> eta alınmaktadır. Bu bakımdan kayın ormanlarından üretilen odun miktarı tüm ağaçlardan alınan odun miktarının beşte biri gibi çok önemli kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

Kayın odunu kolay ve çabuk kuruyabilmekte ve çatlama, çarpılma, kabuklaşma ve hücre çökmeleri gibi kurutma kusurlarına karşı yatınlığı azdır. Odunun körleştirme etkisi orta derece olup soyula bilirliliği, kesile bilirliliği ve tornada izlenebilirliği iyidir. Ayrıca yapıştırma ve yüzey işlemlerinde fazla sorunlu değildir. İyi renk verilebilir ve iyi cila kabul eder

(Yaltırık ve Efe, 2000). Kayın odunu geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, alet sapları, tornacılıkta, kontra plak, kaplama levha, parke, yonga levha, lif levha ve kâğıt odunu, oluklu mukavva travers vb. yapımında kullanılabilir (Yaltırık ve Efe, 2000).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de odun üretimi açısından en önemli türlerden biri olan kayın ağaçlarının yetiştiği ortamlardaki bazı ekosistem değişkenleriyle (arazi eğimi, yükselti, toprak ve ölü-örtü besin içerikleri vb.) odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl değiştiğini ortaya koymaktır. Böylece orman ekosistemlerinde endüstriyel açıdan kaliteli odun üretilen sahalara belirlenmesi ve ayrıca orman anlarının diğer kullanım amaçlı (koruma, biyolojik çeşitlilik, rekreasyon, su üretimi vb.) olarak ayrılması açısından işletmecilere yardımcı olacak veri üretmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1 Çalışma alanı

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Deredibi İşletme Şefliği'ndeki kayın meşcerelerinden belirlenmiştir. Deredibi Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde coğrafi olarak, 40°07'05"-41°05'25" kuzey enlemleri ile 31°03'26"-31°12'46" doğu boylamları arasında yer almaktadır. İşletme Şefliği Ormanları Akçakoca- Düzce yolunun batısında Akçakoca İlçesi'nin güney kısmında yer almaktadır. İşletme ormanlarının kuzey sınırını Karadeniz kıyı çizgisi oluşturmaktadır. Ormanlar yaklaşık 150 metre yükseltiden başlayıp 1100 metreye kadar çıkmakta ve hâkim bakı kuzeydir. Şeflik sınırları içerisinde kalan 12 bin ha sahanın yaklaşık %40'ı saf kayın veya çoğunluğu karışık yapraklı ormanlardan oluşmaktadır.

#### 2.1.2 İklim

Araştırma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer almakta olup Karadeniz'in doğu bölgelerine göre daha az yağış almaktadır (Özyuvacı, 1999). Araştırma sahalarına en yakın olan Akçakoca Meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre Akçakoca'nın ortalama sıcaklığı 13 °C, ortalama yıllık yağış 1072 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Vejetasyon dönemi Nisan ayında başlamakta ve ekim sonlarına kadar sürmektedir. Fakat örnekleme alanları ile Akçakoca İlçesi arasında yaklaşık 750 m yükseklik farkı olduğundan toplam yağış meteoroloji tarafından kaydedilenden daha fazla, ortalama sıcaklık daha düşük ve kışlar daha sert geçmektedir. Dolayısıyla vejetasyon dönemi daha kısa sürmektedir.

#### 2.1.3 Anakaya, arazi yapısı ve toprak özellikleri

Bölgenin büyük bir bölümü volkanik kayalardan oluşmuştur. Kuzey kesimlerde denize yakın olan yerler ile güneyde bazı yerler gevşek alüvyal yataklardan oluşmuştur (Anonim, 2005). Yaltırık ve ark (1953) güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları

bulduğunu belirtmiştir. Bölgenin kuzeyinde bulunan ana kayalarda kretase oluşumu en geniş yayılışa sahiptir. Çalışma sahalarındaki toprak derinliği ortalama 80–90 cm’den fazladır. Tanecik bileşimi killi balçıktan kumlu balçığa kadar değişmekte olup yöredeki topraklar USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Typic Haplumbrepts olarak adlandırılmaktadır (Kantarci, 2000). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier and Smith, 1957). Karadeniz Bölgesi’ndeki kayın ve alt tabakada orman gülünün bulunduğu meşcerelerde toprak pH’sı genelde 4,5–6 arasında değişmektedir (Atalay, 1992). Bölgedeki topraklar genelde asidik olduklarından yangın toprak pH’ını arttırarak makro-besin elementlerinin yararlanılabilirliğini arttırabilir (Yıldız ve ark., 2004).

#### 2.1.4 Bitki örtüsü

Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983, Atalay, 1994). Araştırma sahalarında ormanın üst tabakasının büyük bir kısmı 100+ yaşında kayın ağaçlarıyla kaplı olup karışıma %10-20 arası kestane (*Castanea sativa*) ve az miktarda akçaağaç (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. trautvetteri*), katılmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) oluşturduğu çalı tabakasında az miktarda orman sarmaşığı (*Hedera helix*) ve çoban-püskülü (*Ilex aquifolium*) bulunmaktadır. Otsu tabakada orman gülünün olmadığı kısımlarda mürver (*Sambucus ebulus*), İngiliz çimi (*Lolium perene*), sarmaşık (*Tamus communis*), Noel gülü (*Helleborus orientalis*), sütleğen (*Euphorbia amygdaloides*) ve eğrelti (*Pteridium aquilinum*) gibi türler bulunmaktadır.

#### 2.2 Yöntem

##### 2.2.1 Örneklerin toplanması ve analizleri

##### Ölü örtü organik maddesi (OM)

Kayının yayıldığı alt rakımdan üst rakıma kadar farklı yükselti ve bakılardan 6 sahanın her biri için, rastgele yöntemle 5 adet 30×30 cm büyüklüğündeki örnek alanlardan mineral toprak üzerindeki ölü-örtü tamamen toplanmıştır. Ölü-örtünün besin yoğunluğunun tespiti için fırınlarda 65°C 48 saat kurutulan örnekler öğütücüde öğütülüp analizleri yapılmıştır. Organik maddedeki toplam N, CN (LECO Tru spac) analiz cihazı ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P, K, Ca ve Mg) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asitle çözündürülmüştür (Jones and Case, 1990). Daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spectrofotometre, Kalsiyum ve Mg yoğunluğunun belirlenmesi için Perkin-Elmer 3110 Atomic Absorption Spectrometer, Potasyum için Jenway Flame Photometer kullanılmıştır.

##### Toprak

Sahalardaki toprağın besin yoğunluklarını ve pH’ını belirlemek için, her bir örnekleme noktasından rastgele seçilen 5 noktadan OM mineral toprağa kadar toplandıktan sonra aynı yerden 0-10 ve 10-20 cm toprak derinliklerinden 100 cm<sup>3</sup> lük toprak örnekleme silindirleri (AMS Soil Core Sampler) ile

toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri hava kuru hale getirildikten sonra 2 mm’lik ve 0,5 mm’lik eleklerden geçirilerek fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kuru toprak örnekleri saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözelti asitliği olarak belirlenmiştir (Thomas, 1996). Toplam C ve N yine kuru yakma metodu ile (LECO Tru Spac) belirlenmiştir. P ve S analizleri örnekler nitrik ve perklorik asitte çözündürüldükten sonra spectrofotometrede, değişebilir kanyonlar amonyum asetatla ekstrakt edilerek Ca ve Mg atomik absorpsiyon ve K flame photometrede okunmuştur. Toprak örneklerinin tanecik bileşimleri analizi Bouyoucos Hidrometre Yöntemi’ne göre yapılmıştır. Toprağın tanecik bileşimi, örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni’nden yararlanılarak belirlenmiştir.

##### Ağaçların seçimi ve alt örnekleme yapılmaması

Kayının yayıldığı alt rakımdan üst rakıma kadar farklı yükselti ve bakılardan 6 saha seçilmiştir. Bu altı sahanın her birinde sahayı temsil edecek şekilde 100 m aralıklarda üçgen oluşturacak şekilde, göğüs yüzeyi çapı 30-45 cm’ler arasında reaksiyon odunu olmayan düzgün gövdeli üç ağaç belirlenerek numaralandırılmıştır (Çizelge 1). Deneme alanı içerisindeki ağaçlar göğüs çapından ölçülmüş ve kuzey yönleri belirlenerek motorlu testerelerle ağaçlar kesilmiştir. Ağaçlar kesildikten sonra ağacın boyu, orta boy çapı, ilk kuru dalın ağacın dibinden olan uzaklığı, ilk yaş dalın ağacın dibinden olan uzaklığı, çatallanmanın (varsa) yine ağacın dibinden olan uzaklığı kaydedilmiştir.

**Çizelge 1.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde örneklenen kayın ağaçları ve örnekleme noktalarına ait veriler

Değişken	Ortalama	St. Sapma	En düşük	En yüksek
Yükselti (m)	722	205	450	950
Eğim (%)	49	21	15	70
Ağaç çapı (cm)	37	1,47	35	39
Ağaç boyu (m)	25	2,8	21,5	28

##### Test örneklerinin hazırlanması

Kesilen ağaçlardan 2 ile 4 m yüksekliği arasında kusursuz silindirik yapıda 1,5 m’lik gövde kısımları alınarak, numaralandırılmış ve kesim atölyesine taşınmıştır. Her tomruktan 4 ana yönden kalınlığı en az 6 cm kalınlığında birer adet kalas alınmıştır (TSE 2470 ve TSE 53, Şekil 1).



**Şekil 1.** Seçilen tomruklardan alınan kalas örnekleri

## 2.2.2 Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

### Yoğunluk

Yoğunluk tayini için TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Önce yoğunluk örneklerinin elde edileceği tekerlek şeklindeki kısa gövdelerin kuzey-güney ve doğu-batı yönünde ve aralama işlemlerinden sonra oluşmuş odun kısmı işaretlenmiştir. İşaretlenen kısımlar bir tarafı kabuklu olacak şekilde, aralama işlemlerini gösteren işaretten yıllık halka kaybı olmamasına gayret edilerek kesilmiştir. Örnekleme kesimlerine kabuğa yakın kısımlardan başlanmıştır. Kabuk dikkatli bir şekilde testereye azar azar kestirilmiştir. Bu kısımda son yıllık halkalarda bir kayıp olmaması için bir miktar kabuk bırakılmış daha sonra bu az miktarda kalan kabuk kısımları zımparalama işleminde uzaklaştırılmıştır.

### Hava kurusu yoğunluk

Yoğunluk örnekleri, iklimlendirme dolabında  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık olarak %12 olması sağlanmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Yoğunluk tayini için hazırlanan örneklerin iklimlendirme odasında %12 nem oranına ininceye kadar bekletilmiştir

Örnek boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlıkta ölçme yapabilen dijital ölçme aletleriyle ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları  $\pm 0,001$  g duyarlıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki formül % r rutubetindeki yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_r = W_r / V_r \quad (1)$$

Denklemdaki;  $D_r$  = %r rutubetteki yoğunluğunu ( $\text{g cm}^{-3}$ ),  $W_r$  = % r rutubetteki ağırlığını (g) ve  $V_r$  = %r rutubetteki hacmini ( $\text{cm}^3$ ) ifade etmektedir.

### Tam kuru yoğunluk

Örnekler, kurutma dolabına konmuş ve kurutma dolabı sıcaklığı kademeli olarak 50, 75 ve  $103 \pm 2$  °C ye çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta örnek ağırlıkları sabit kalıncaya kadar bekletilmiştir. Bu süreyi belirlemek için kurutma dolabı içerisinde farklı yerlerden (alt ve üst raftan, dolabın ön, arka ve yan tarafından ve orta kısmında yer alan örneklerden) örnekler seçilmiştir, belli aralıklarla kurutma dolabından çıkartılan

örnekler desikatörde soğutulmuş ve ağırlıkları verilerek ölçülmüştür. Arka arkaya iki ölçüm arasında fark olmadığında kurutma işlemine son verilerek örnekler desikatöre alınmıştır. Örnek boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlıkta ölçme yapabilen dijital kompas ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları  $\pm 0,001$  g duyarlıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla tam kuru yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_o = W_o / V_o \quad (2)$$

Denklemda;  $D_o$  = tam kuru yoğunluğu ( $\text{g cm}^{-3}$ ),  $W_o$  = tam kuru ağırlığı (g) ve  $V_o$  = tam kuru hacmi ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ifade etmektedir.

### Çalışma (Sorpsiyon) denemeleri

Lif doygunluğu noktasına kadar odun, bünyesine su almak sureti ile genişlemekte, su vermekle de daralmaktadır. Odun boyutlarında bu şekilde meydana gelen değişmeye “çalışma” denmektedir. Çalışma deneyleri için örnekler, 2 metrelik gövde kısımlarından elde edilmiştir. Tür Standartlarında genişleme şişme olarak, daralma ise çekme olarak adlandırılmaktadır. Çalışma denemeleri TS 4083, 4084’e uygun olarak yürütülmüştür. Deney örnekleri  $20 \times 20 \times 10-30$  mm boyutlarında hazırlanmıştır. Standartta örnek boyutu  $20 \times 20 \times 10-30$  mm olarak belirtilmiştir.

Daralma miktarlarını belirlemek için hava kurusu haldeki örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklıkta damıtık su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Örneklerin tamamen su içerisine batması üzerlerine seramikten daire şeklinde ve delikli bir ağırlık konularak sağlanmıştır. Seçilen birkaç örnekte 3 gün ara ile periyodik olarak ölçümler yapılmış ve bu örneklerde aynı yerden son iki ölçüm arasındaki fark  $0,02$  mm’yi aşmaması durumunda örneklerin lif doygunluğu noktasına ulaştığı kabul edilmiştir. Daha sonra örnekler kısım sudan çıkarılmış ve kurutma kâğıdı ile suları alınmıştır. Örnek boyutlar  $\pm 0,01$  mm duyarlıkta ölçülmüştür (radyal ve teğet yöndeki ölçümlerde kompasın ölçüm kolları içerisinden tamamen alınarak, boyuna yöndeki ölçümlerde ise ortadan tek bir ölçüm yapılmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Daralma deneyi için hazırlanan örnekler suda bekletilmiştir

Örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için, deney örnekleri bir sürü laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma dolabına yerleştirilmiştir. Örneklerde çatlama meydana gelmesini önlemek amacıyla kurutma dolabı sıcaklığı  $60-80-103$  °C olmak üzere kademeli bir şekilde artırılmıştır. Örnekler kurutma fırınlarında  $103 \pm 2$  °C sıcaklıkta kurumaya



alınarak her 6 saatte bir periyodik olarak tartılmış ve ağırlıkları değişmediği noktada tam kuru olduğuna karar verilmiştir. Tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlılıkta ölçülmüş ve daralma oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\beta = ((\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}) / \text{Doygun ölçü}) \times 100 \quad (3)$$

Denklemdede;  $\beta$ : daralma miktarını ifade etmektedir.

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ) için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma miktarları ( $\beta_v$ ) ise daralma yüzdelerinin toplamından  $\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_l$  olarak hesaplanmıştır. Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için hava kuru örnekler önce kurutma fırınlarına konulmuş ve  $103 \pm 2$  °C sıcaklıkta tam kuru hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin tam kuru boyutları ölçülmüştür. Daha sonra örnekler su içerisinde tam doymuş hale gelinceye kadar daha önce açıklandığı şekilde su içerisinde bekletilmiştir. Boyutları değişmez hale gelinceye kadar su içerisinde bekletilen örnekler, kısım kısım sudan çıkartılmış ve kurutma kâğıdı ile kurulmuştur. Örneklerin boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlılıkla ölçülmüş ve genişleme yüzdeleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\alpha = (((\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}) / \text{Tam kuru ölçü}) \times 100) \quad (4)$$

Denklemdede;  $\alpha$  = genişleme miktarını (%) ifade etmektedir.

Hacimsel genişleme miktarı ( $\alpha_v$ ), boyuna, teğet ve radyal yöndeki genişleme yüzdelerinin toplamından  $\alpha_v = \alpha_l + \alpha_t + \alpha_r$  olarak elde edilmiştir. Çalışma deneylerinde örnekler su içerisinde bekletildikten sonra kirlenmeden değiştirilmesine dikkat edilmiştir.

#### Mekanik özelliklerin belirlenmesi

Daha sonra bu kalaslardan mekanik özelliklerin belirlenmesi için yapılacak denemelerde kullanmak için her testle ilgili standartlar esas alınarak alt örneklemeler yapılmıştır. Öncelikle liflere paralel doğrultuda makaslama direnci testleri için  $30 \times 60 \times 80$  mm boyutlarında numune çıkartılmış, daha sonra sırası ile janka sertlik testleri için  $50 \times 50 \times 50$  mm boyutlarında, yarıma direnci testleri için  $5050 \times 94$  mm boyutlarında, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri  $20 \times 20 \times 360$  mm boyutlarında, liflere paralel doğrultuda basınç direnci testleri için  $20 \times 20 \times 30$  mm, dinamik eğilme direnci testleri için  $20 \times 20 \times 300$  mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Numuneler mekanik deneme testlerine uygun şekilde boyutlandırıldıktan sonra zımparalanmış ve TS 642'ye göre % 12 hava kuru hale gelinceye kadar klimatize edilmişlerdir.

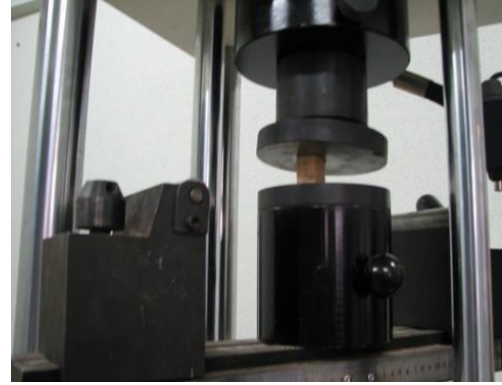
#### Basınç direnci

Liflere paralel yöndeki basınç dayanımı, liflere paralel yönde tesir eden ve ağaç malzemeyi sıkıştırmaya, ezmeye çalışan kuvvetlere karşı kırılma anındaki gerilmedir. Liflere paralel yöndeki basınçta kırılma sınırına yaklaşıldığında zaman numunede kuvvetli şekil değişmesi, ezilme meydana gelmekte,

iç kısımlarda sert doku kısımları, yumuşak doku kısımları içerisine doğru bir çökme göstermekte nihayet kırılma anında ise leflere meyilli durumda kayma, liflere paralel yönde yarıma ve numune içerisinde boşluklar oluşması gibi haller görülmektedir. Bu deneme için TS 2595 standardı kullanılmıştır. Test numuneleri  $20 \times 20 \times 30$  mm ebatlarında hazırlanmıştır. Deney parçalarının en kesit boyutlarında  $0,1$  mm duyarlılıkta ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Deney hızı deney parçası yüklemeye başladıktan  $1,5-2$  dakika sonra kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmıştır. Kırılma anındaki  $P_{max}$  değeri makine göstergesinden okunmuş ve kaydedilmiştir (Şekil 4) Elde edilen veriler aşağıdaki formülden yararlanılarak liflere paralel doğrultuda basınç miktarı bulunmuştur.

$$W = P_{max} / a.b \text{ kp cm}^{-3} \quad (5)$$

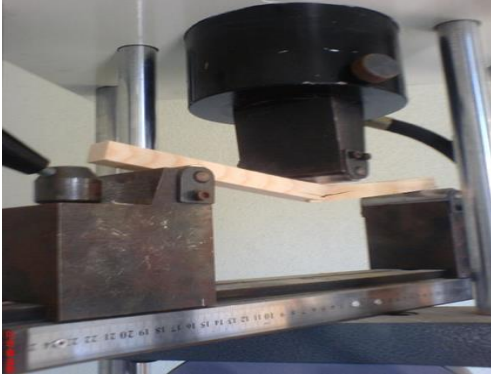
Denklemdede;  $w$  = Liflere paralel basıncı ( $\text{kp cm}^{-2}$ ),  $P_{max}$ =kırılma anındaki maksimum yükü (kp),  $a$  ve  $b$  deney parçalarının enine kesit ölçülerini (cm) ifade etmektedir. Burada elde edilen değer yaklaşık olarak  $10^3$ 'a bölünerek,  $\text{N mm}^{-2}$  cinsinden direnci hesaplanır.



Şekil 4. Basınç direnci deneyi

#### Eğilme direnci

Eğilme direnci denemeleri TS 2474'e göre yürütülmüş ve denemelerde  $20 \times 30 \times 350$  mm ebatlarında numuneler hazırlanmıştır. Deney öncesi numunelerin eni ve kalınlığı  $0,1$  mm duyarlılıkla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Örnekler deneme makinesinin dayanak noktaları üzerine radyal yönden olacak şekilde yerleştirilmiştir. Dayanak noktasındaki açıklık örnek kalınlığının 15 katı olacak şekilde ayarlanmıştır. Yükleme bir tek noktadan gerçekleştirilmiştir. Deney yükü değişmez bir yükü yüklenmiştir. Deney parçaları yüklenmeye başladıktan  $1,5 \pm 0,5$  dakikada kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmış ve kırılma anındaki maksimum yük ( $P_{max}$ ) değeri makine göstergesinden okunarak kaydedilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Eğilme direnci deneyi

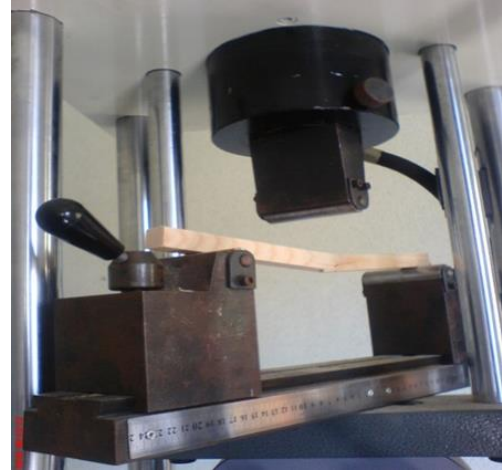
Aşağıdaki formül yardımıyla eğilme direnci hesaplanmıştır.

$$bW=3P_{max}.l/2b.h^2 \text{ N/mm}^2 \quad (6)$$

Denklemden;  $P_{max}$ = kırılma anındaki maksimum yükü (kp),  $l$ =dayanağı(cm),  $b$ =örneğin genişliğini (cm),  $h$ =örneğin kalınlığını (cm) ifade etmektedir. Burada elde edilen değer yaklaşık olarak 10'a bölünerek,  $\text{N mm}^{-2}$  cinsinden dik eğilme direnci hesaplanır.

#### Eğilmede elastikiyet modülü

Elastikiyet Modülü soyut bir ölçüdür. Bir maddenin şekil değiştirme kabiliyetini ifade eder. Elastikiyet, katı bir maddede düşük gerilmelerle meydana gelen deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra tekrar tamamen elde edilmesi ile tarif edilmektedir. Elastik özellikler katı maddelerde belli bir sınırdan altında geçerlidir. Bu sınırın üzerinde plastik deformasyon veya kırılma meydana gelir. Elastik sınır içerisinde uygulanan yük kaldırıldığında meydana gelen deformasyon geri kazanılır. Elastik sınırların üzerine çıktığında uygulanan yükün kaldırılması durumunda oluşan deformasyon geri kazanılmaktadır. Örnekte artık kalıcı şekil değişikliklerinin meydana geldiği bu bölge yarı plastik bölge olarak adlandırılmaktadır ve oluşan deformasyon yarı plastik deformasyonudur. Maximum yüklemeye sonra ( $P_{max}$ ) paça kırılmakta ve plastik deformasyon ortaya çıkmaktadır. Bu deneme TS 2478 no'lu Standarda göre yürütülmüştür. Denemeler için  $20 \times 20 \times 350$  mm ebatlarında standartlara uygun şekilde hazırlanmış örnekler kullanılmıştır. Test numunelerinin genişlik ve kalınlığı 0,1 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Dayanak noktaları arasındaki açıklık örnek kalınlığının 15 katı olarak ayarlanmıştır (Şekil 6). Elde edilen veriler aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve Eğilmede Elastikiyet Modülü elde edilmiştir.



Şekil 6. Eğilmede elastikiyet modülü deneyi

$$E_{eğ} = P \Delta L^3 / 4.b.h^3. \Delta f \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

Burada;  $P$ =elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yüklerin ortalamasını (kp),  $L$ =dayanak noktaları arasındaki açıklığı (cm),  $b$ =örnek genişliğini (cm),  $h$ =örnek kalınlığını (cm), ve  $f=P$  yüküne karşılık örnekte meydana gelen deformasyon (cm) ifade etmektedir.

Formüldeki  $P$  değerini bulmak için 3 adet örneğe kuvvet uygulanmıştır ve  $P_{max}$  değerleri, yani kırılma anındaki maksimum noktaları bulunmuştur. Bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Elde edilen değer 3'e bölünmüştür. Bulunan sayı  $a$  olsun. Bu  $a$  sayısı, en büyüğü  $a$ 'yı geçmeyecek şekilde ardışık artan 3 sayıya ayrılır. Örneğin  $a$  sayısı 44 ise, aranan 3 sayı 14, 28, 42'dir. Dolayısıyla  $P$  değerleri, 14, 28, 42kp kuvvet uygulandığı anda skalada okunan deformasyon miktarlarıdır. Formülde değerler yerine konulunca elde edilen değer yaklaşık olarak 10'a bölünerek,  $\text{N mm}^{-2}$  cinsinden eğilmede elastikiyet direnci hesaplanır.

#### Dinamik eğilme direnci

Dinamik Eğilme Direnci saniyenin binde biri gibi çok küçük bir zaman içerisinde meydana gelen bir direnç çeşididir. Yüksek dinamik eğilme direnci esnekliği, düşük dinamik eğilme direnci ise gevrekliği temsil etmektedir. Bu deneme TS 2477 standardına göre yapılmıştır. Test numuneleri  $20 \times 20 \times 300$  mm ebatlarında hazırlanmıştır. Deney numunelerinin en kesit alanları 0,1 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Mesnetler üzerine simetrik olarak konulan deney parçası kuvvet yıllık halkalara teğet yönde bir çarpmada kırılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Dinamik eğilme direnci deneyi

Deneye tabi tutulan örnekler tarafından bünyelerinde absorbe edilen iş miktarı belirlenerek, aşağıdaki formül yardımıyla dinamik eğilme direnci hesaplanmıştır.

$$Aw=A/F \text{ kg cm}^{-2} = \text{kN cm}^{-1} \quad (8)$$

Denklemden;  $Aw$ =dinamik eğilme direncini ( $\text{kg cm}^{-2}$ ),  $A$ =örneğin numunesinde absorbe ettiği iş miktarını ( $\text{kgm}$ ) ve  $F$ =deney numunesinin en kesit alanını ( $b.h \text{ cm}^2$ ) ifade etmektedir.

#### Liflere paralel doğrultuda makaslama direnci

Makaslama dirençleri deneylerinde haç şeklinde ve iki makaslama yüzeyi içeren numuneler kullanılmıştır. Bu deney için  $30 \times 60 \times 80 \text{ mm}$  ebatlarında olan numuneler elde edilmiştir. Denemeler TS 3459'a uygun yapılmıştır. Denemelerden önce numunelerin makaslama yüzeyi kenarları  $0,1 \text{ mm}$  duyarlılıkla ölçülmüştür. Test numuneleri vakit kaybedilmeden teste tabi tutulmuştur. Deney parçalarına sabit bir yük uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yükler belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Liflere paralel doğrultuda makaslama direnci deneyi

Makaslama direnci, elde edilen veriler ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$T=P_{\max}/2.b.l \quad (9)$$

Denklemden;  $P_{\max}$ =kırılma yükünü ( $\text{kp}$ ),  $b$ =makaslama yüzeyi kalınlığını ( $\text{cm}$ ),  $l$ =makaslama yüzeyi uzunluğunu ( $\text{cm}$ ) ifade etmektedir. Elde edilen değer yaklaşık olarak  $10^3$  bölünerek makaslama direnci  $\text{N mm}^{-2}$  hesaplanır.

#### Yarılma direnci

Yarılma direnci, bir ağacın lifleri arasına giren ve onu ayırmaya çalışan kama şeklinde alete gösterdiği dirençtir. Bu deneme test numune Standartlara uygun olarak hazırlanmıştır. Denemeler TS 7613'e göre yürütülmüştür. Numune boyutları  $50 \times 50 \times 94 \text{ mm}$  ebatlarındadır. Numune boyutları  $0,1 \text{ mm}$  duyarlılıkla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Numuneler deney makinesinin kavrama çeneleri takılmış ve ters yönlere çekilerek yarılmaya zorlanmıştır. Yarılma anındaki maksimum kuvvet okunmuş ve kaydedilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Yarılma direnci deneyi

Elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak Yarılma Direnci  $\text{kp cm}^{-2}$  olarak belirlenmiştir.

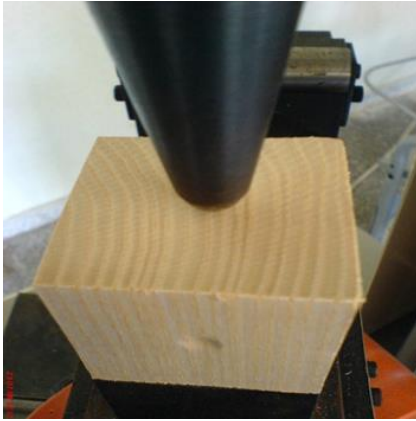
$$y=F_{\max}/A_o \quad (10)$$

Denklemden;  $Y$ =yarılma mukavemeti,  $F_{\max}$ =yarılma anındaki maksimum kuvvet,  $A_o$ =deney numunesinin deneyden önceki yarılma yüzeyini ifade etmektedir.

#### Sertlik değeri (janka sertlik)

TS 2479/1976'ya göre statik sertlik deneyi yapılmıştır. Deney örnekleri  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}$  boyutlarında hazırlanmıştır. Standartta deney örneklerinin lif doğrultusundaki boyu en az  $50 \text{ mm}$  ve kare en kesitinin kenarları  $50 \times 50 \text{ mm}$  olarak belirtilmektedir. Örneklerin kabuk kısmı mümkün olduğunca yıllık halka kaybı olmayacak şekilde uzaklaştırılmıştır. Teğet kesit sertlik değerleri bulunurken örnekler, kuvvet orta noktalarına uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir.

Test makinesine bağlı dijital aparattan birinde çelik kürenin örnek içine girme derinliği, diğerinde sertlik değeri otomatik olarak görülmektedir. Çelik kürenin çapının yarısı olan  $5,64 \text{ mm}$  derinliğe ulaşıldığı anda diğer aparattan sertlik okunmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Sertlik deneyi

Deneylerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiş, rutubet miktarı %12 den farklı örneklerin sertlik değerleri %12 rutubetteki sertlik değerlerine aşağıdaki formüller yardımıyla dönüştürülmüştür.

$$HJ(12) = HJ_r [1 + 0.04(M2 - 12)] \quad (\text{liflere paralel yönde}) \quad (11)$$

$$HJ(12) = HJ_r [1 + 0.025(M2 - 12)] \quad (\text{liflere dik yönde}) \quad (12)$$

Denklemden; HJ (12): %12 rutubetteki sertlik değerini ( $K_p = K_g$ ), HJ<sub>r</sub>: % r rutubetteki sertlik değerini ( $K_p = K_g$ ) ve M2: deney anındaki örneğin nem değerini (%) belirtmektedir.

#### Liflere paralel çekme direnci

Teğet yönde liflere paralel çekme direnci deneyi yapılmıştır. Deney bilgisayara bağlı ve TS 2475/1976 esaslarına göre programlanmış makinede yürütülmüştür. 0,7×20×150 mm boyutlarında hazırlanan örnekler, zımparalandıktan sonra iklimlendirme dolabında 20±2 °C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Örneklerin kopma kesik yüzeyi boyutları ±0.01 mm duyarlılıkta ölçülerek çekme kesit yüzeyi hesaplanmıştır. Deney yapılıncaya kadar örneklerin rutubet alıp vermesini önlemek amacıyla deney örnekleri şeffaf naylon streç folyo ile sarılmıştır. Deneme makinesine yerleştirilen özel bir tertibatla iki aksi yöne doğru çekilmek suretiyle örnekler orta kısımlardaki çekme yüzeylerinden kırılmıştır. Deney hızı yük uygulamaya başlanmasından 1.5–2 dk. Sonra örnekler kırılacak şekilde otomatik olarak ayarlanmıştır. Örneklerin kırıldığı kuvvet ( $P_{max}$ ) ölçülmüştür (Şekil 11). Liflere paralel çekme direnci aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\perp \sigma_{\text{ç}} = \frac{P_{max}}{b \times h} \quad (13)$$

Denklemden;  $\sigma_{\text{ç}}$ : Liflere paralel çekme direnci ( $Nmm^{-2}$ ),  $P_{max}$ : Kırılma anındaki kuvvet (N), b, h: Örnek çekme kesit yüzeyi boyutları (mm)

Deneylerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin dirençleri formül yardımıyla %12 rutubetteki liflere paralel çekme direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\sigma_{\text{ç}} \perp (12) = \sigma_{\text{ç}} \perp (r) [1 + 0,015(M2 - 12)] \quad (14)$$

Denklemden;  $\sigma_{\text{ç}}$ : (12) %12 rutubetteki liflere dik çekme direnci ( $Nmm^{-2}$ ),  $\sigma_{\text{ç}}(r)$ : %r rutubetteki liflere dik çekme direnci ( $Nmm^{-2}$ ), M2: Deney anındaki örnek rutubeti (%)



Şekil 11. Liflere paralel çekme direnci deneyi

### 2.2.3 İstatistiksel analizler

Kayının yetiştirme ortamı özellikleri ile odununun mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için veriler arasında korelasyon analizi yapılarak Pearson korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Sonuçların  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma sahalarındaki toprakların derinliği 40 cm ile 1 metreden fazla derinliğe kadar değişmekte olup genel olarak orta-derin ila derin arası topraklar olarak tanımlanmaktadır (Soysal, 2008). Bölgedeki topraklar genelde hafif asitten aside kadar değişmekte olup, şimdiki çalışmada toprak pH'ı 5'in altındadır (Çizelge 2). Araştırma sahalarındaki toprakların ilk 20 cm derinliğinde %7'ye yakın organik madde bulunmakta olup kahverengi orman toprakları olarak tanımlanan bu toprakların bitki yetiştirilmesi açısından organik madde, karbon ve diğer makro besin elementlerince yeterli olduğu söylenebilir (Killham, 1995; Fisher and Binkley, 2000).

**Çizelge 2.** Batı Karadeniz kıyı bölgesi kayın ormanlarında bazı toprak değişkenlerine ait veriler

Değişken	Ortalama	St. Sapma	En düşük	En yüksek
OM (%)	6,65	1,57	4,5	8,5
C (%)	3,86	0,91	2,61	4,9
N (%)	0,24	0,07	0,14	0,32
P (ppm)	1,57	0,96	0,7	3,15
K (ppm)	232	93	94	345
Ca (ppm)	94,4	59	21	169
Mg (ppm)	98	58	29	206
S (ppm)	1429	536	838	2053
pH	4,95	0,176	4,8	5,2

Araştırma sahalarında hektarda yaklaşık 12 ton OM bulunmaktadır. Nem ve sıcaklığın uygun olması organik madde ayrışmasının hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Yapılan analizler OM'nin makro besin içeriği bakımından

yörede yapılan diğer çalışmalarla uyum gösterdiğini ve bitki beslenmesi açısından yeterli olduğunu göstermektedir (Yıldız et al., 2007; Soysal, 2008) (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Batı Karadeniz kıyı bölgesi kayın ormanlarından ölü-örtü organik maddesi değişkenlerine ait veriler

Değişken	Ort.	Std Sapma	En düşük	En yüksek
N (%)	1,025	0,17	0,83	1,22
P (ppm)	753	253	500	1217
K (ppm)	1000	107	896	1160
Ca (ppm)	4973	713	4160	5988
Mg (ppm)	448	18	422	470

Kayın odunundan alınan örneklerin analizleri sonucu örnek ağaçlardan alınan odunların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait verilerin ortalaması Çizelge 4,5,6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.** Örneklem sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler

Yükselti (m)	Değişken	Kuzey Doğu		Güney Doğu	
		Ort.	Std sapma	Ort.	Std sapma
450-500	RG (%)	5,96	0,57	6,22	0,49
	TG (%)	12,8	0,74	13	0,41
	BG (%)	0,47	0,13	0,34	0,05
	HG (%)	19,2	1,24	19,5	0,88
	RD (%)	5,95	0,23	6,29	0,35
	TD (%)	11	0,89	10,3	0,54
	BD (%)	0,43	0,06	0,52	0,09
	HD (%)	17	1,1	17	0,73
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,64	0,01	0,70	0,01
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,69	0,01	0,73	0,01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	1,02	0,09	1,15	0,19
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	166	7,92	157	11
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	8,8	0,33	9,65	1,33
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	52	1,87	55	3,56
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6,13	0,46	6,68	0,37
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	115	1	110	1,22
EL (N mm <sup>-2</sup> )	13198	614	12456	516	
RS (Kp)	115	1,02	120	1,35	
TS (Kp)	141	1,4	143	1,51	
ES (Kp)	203	3,15	211	2,15	

ED= eğilme direnci, EL=elastikiyet, RS= odunun radyan yöndeki sertliği, TS= odunun teğet yöndeki sertliği, ES= odunun enine yöndeki sertliği, RG=radyal genişleme, TG=teğet genişleme, BG=Boyuna genişleme, HG= Hacim genişlemesi, RD=radyal daralma, TD=teğet daralma, BD=Boyuna daralma, HD=Hacimsel daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kuru Yoğunluk, SD=Şok Direnci SD= şok direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarılma Direnci, BD= basınç direnci, MD= makaslama direnci.

Bu çalışmada elde edilen odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait veriler literatürdeki verilerle uyum göstermektedir (Berkel, 1941; Malkoçoğlu, 1994; As ve ark., 2001).

**Çizelge 5.** Örneklem sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler

Yükselti (m)	Değişken	Kuzey Doğu		Güney Doğu	
		Ort.	Std sapma	Ort.	Std sapma
755-780	RG (%)	5,8	0,63	6,02	0,36
	TG (%)	13	0,89	14,5	0,41
	BG (%)	0,5	0,11	0,42	0,17
	HG (%)	19,4	0,94	21	0,52
	RD (%)	5,9	0,34	6	0,34
	TD (%)	10,8	0,21	11	0,55
	BD (%)	0,54	0,1	0,46	0,01
	HD (%)	17	0,14	18	0,55
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,66	0,02	0,81	0,19
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,71	0,02	0,72	0,01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	0,81	0,09	1,07	0,19
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	134	22	162	5,95
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	9,7	1,55	8,91	1,94
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	49,6	3,37	52,69	2,13
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6,4	0,11	6,81	0,53
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	100	1,06	113	112
EL (N mm <sup>-2</sup> )	11407	808	13511	889	
RS (Kp)	123	4	114	2,87	
TS (Kp)	132	2,1	149	0,91	
ES (Kp)	200	2,03	207	2,71	

ED= eğilme direnci, EL=elastikiyet, RS= odunun radyan yöndeki sertliği, TS= odunun teğet yöndeki sertliği, ES= odunun enine yöndeki sertliği, RG=radyal genişleme, TG=teğet genişleme, BG=Boyuna genişleme, HG= Hacim genişlemesi, RD=radyal daralma, TD=teğet daralma, BD=Boyuna daralma, HD=Hacimsel daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kuru Yoğunluk, SD=Şok Direnci SD= şok direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarılma Direnci, BD= basınç direnci, MD= makaslama direnci.

Bu çalışmada ekosistemin 6 değişkeninin (bağımsız değişken) odunun 20 özelliğinden sadece 10 tanesi ile istatistiki olarak önemli derecede bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Fakat daha önceki çalışmalarda istatistiki olarak önemli bulunan bazı ilişkiler bu çalışmada ortaya çıkmamıştır. Örneğin Schwappach (1898) kayında yoğunluğun yüksek dağlarda aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça (rakım arttıkça) azaldığını ve yine yoğunluğun kuzeyden güney bakılara gidildikçe bir düşüş gösterdiğini belirlemiştir. Şimdiki çalışmada rakımla birlikte odun yoğunluğu göreceli olarak artma eğilimi gösterse de bu ilişki istatistiki olarak belirlenmemiştir (Çizelge 4-5-6). Bunun nedeni arazinin çok değişken olmasıyla açıklanabilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda örnek sayısı artırılmalıdır.

Örneklerin alındığı ekosistemin bazı özelliklerinin odundaki fiziksel ve mekanik özelliklerle bir ilişkisinin olup olmadığını araştırmak için yapılan korelasyon analizlerinde ekosistemin 6 değişkeninin (bağımsız değişken) odunun 10 özelliği ile istatistiki olarak önemli derecede bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Arazi eğimi arttıkça odunun radyal sertliğinin azaldığı ( $P=0,0264$ ) belirlenmiştir. Bu arazilerde toprak 40 cm'den başlayıp 1 metreden daha derinlere kadar çıkmaktadır. Kayın ağaçları derin toprak isteğinin yanında süzekliği (drenaj) fazla olan topraklarda daha hızlı büyümektedir (Yıldız et al., 2007). Yöredeki sahalar genel olarak killi ve balçık topraklardan oluştuğundan göreceli olarak suyu iyi tutan topraklar olarak sınıflandırılabilir. Fakat arazi eğiminin artmasıyla suyun topraklardan süzülmesi de daha kolay olmaktadır. Bu nedenle

eğimi fazla olan arazilerde kök havalanmasının iyi olmasına bağlı olarak kayın ağaçları daha hızlı büyümüş ve hızlı büyümeye bağlı olarak sertliği de azalmış olabilir. Fakat eğimin çok artmasıyla toprak derinliği ve buna bağlı olarak su tutulumunun azalmasıyla özellikle yaz kuraklıklarında bitkiler su sıkıntısı çekebilir.

**Çizelge 6.** Örneklem sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler

Yükselti (m)	Değişken	Kuzey Doğu		Güney Doğu	
		Ort.	Std sapma	Ort.	Std sapma
9500-950	RG (%)	6,57	0,25	6,2	0,49
	TG (%)	13,7	0,47	13,7	1,4
	BG (%)	0,33	0,01	0,38	0,02
	HG (%)	20,6	0,33	20,3	1,74
	RD (%)	6,4	0,57	6,92	0,33
	TD (%)	11,2	0,42	11,26	0,65
	BD (%)	0,47	0,14	0,46	0,02
	HD (%)	18	0,71	18,6	0,38
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,69	0,01	0,7	0,01
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0,72	0,02	0,73	0,01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	1,1	0,12	1,2	0,32
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	165	24	162	47
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	8,6	1,12	9,95	0,74
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	51	2,65	52,98	2,63
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6,52	0,22	6,61	0,4
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	115	1,14	112,34	0,56
	EL (N mm <sup>-2</sup> )	14761	293	13338	967
	RS (Kp)	130	1,13	132	0,99
	TS (Kp)	152	1,64	153	4,2
	ES (Kp)	211	1,98	204	4,6

\*ED= eğilme direnci, EL=elastikiyet, RS= odunun radyan yöndeki sertliği, TS= odunun teğet yöndeki sertliği, ES= odunun enine yöndeki sertliği, RG=radyal genişleme, TG=teğet genişleme, BG=Boyuna genişleme, HG= Hacim genişlemesi, RD=radyal daralma, TD=teğet daralma, BD=Boyuna daralma, HD=Hacimsel daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kurusu Yoğunluk, SD=Şok Direnci SD= şok direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarılma Direnci, BD= basınç direnci, MD= makaslama direnci.

Bu nedenle eğim ile ağacın büyümesi ve odunun sertlik değerleri arasındaki bu ilişki belirli bir arazi eğimine kadar geçerli olabilir. Bu çalışmada kayının yetiştiği tüm eğimlerden örneklem yapılmadığından bu ilişki ölçülen eğim değerleriyle sınırlı tutulmalıdır. Bundan sonraki araştırmalarda farklı eğime sahip arazilerde yetişen aynı yaşlı ağaçlardaki göreceli büyüme oranları yıllık halkalar yardımıyla karşılaştırılarak arazi eğimi ile büyüme ilişkisi karşılaştırılmalıdır.

Arazide denizden olan yükseklik arttıkça kayın odununun hacim daralmasının arttığı ( $P=0,0274$ ) görülmüştür. Aynı enlem derecesinde denizden olan yüksekliğin her 100-130 metre artmasıyla bitkilerin ilkbaharda uyanması 3-4 gün ertelenmektedir (Kimmins, 1997). Aynı şekilde sonbaharda havaların soğumasıyla fizyolojik duranlığa geçmede aynı oranla daha erken olacağını düşünürsek arazide yükseltinin artmasıyla vejetasyon mevsimi kısalmaya ve ağaçların büyümesi daha alçak yükseltilerde yetişen ağaçlara göre daha az olacaktır. Bununla birlikte kısa vejetasyon süresi yıllık halka genişliğinin azalmasına ve bunun sonucu olarak yaz odununu oranını da düşürecektir. Bu nedenle odunun hacim daralmasındaki yükseltiye bağlı olarak artışının nedeni ağacın büyüme süresiyle

ilgilidir. Toprağın asitliği azaldıkça odunun enine yönde sertliğinin de arttığı ( $P=0,0134$ ) belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu yöredeki kayın ormanlarında topraklar genelde asidiktir (Sargıncı, 2005; Yıldız et al., 2010a; Soysal, 2008). Toprağın asitliğinin artmasıyla topraktaki makro besin elementlerinin alınımı azalmaktadır (Fisher and Binkley, 2000). Ayrıca bitki besin elementlerinden kalsiyum (Ca) odunun hücre çeperi kalınlaşmasında kullanılan bir besin elementli olup odunun sertleşmesiyle doğrudan ilgilidir (Waring and Running, 2007). Toprakta kalsiyumun artmasıyla asitlik düşer ve kalsiyumun azalmasıyla da toprak asitliği artar. Yani topraktaki Ca miktarı ile toprak pH'ı doğru orantılıdır. Bu nedenle toprak asitliğinin arttığı yerlerde odunun enine sertliğinin azalmasının ağaçların kalsiyum beslenmesiyle ilişkisi olabilir. Odun sertliğinin toprak pH'ı ile olan bu ilişkisi topraktaki Ca yoğunluğu ile ortaya çıkmamıştır. Topraktaki pH değişimi toprağın tamponlama etkisinin kontrolünde değiştiğinden ve bu ilişki doğrusal olmadığından pH ile odun sertliği arasındaki ilişki Ca ile de aynı şekilde ortaya çıkmayabilir. Bunun için kireçleme denemeleri yapılarak, birim kalsiyum miktarı ile birim pH değişimini ve uzun vadede bunun odun özelliklerini nasıl değiştirdiği araştırılabilir. Bunun yanında toprak asitliğinin artması odun içerisindeki ekstraktif maddelerinin azalmasına dolayısıyla yoğunluk azalmasına bağlı olarak direnç değerlerinde düşüşe yol açmaktadır (Berkel, 1970). Bu da toprak asitliği ile odun sertliği arasındaki ilişkiyi açıklayan başka bir neden olabilir.

Ağaçların yetiştiği sahalardaki OM'nin azot içeriği arttıkça kayın odununun teğet yöndeki sertliği ( $P=0,0085$ ), odunun teğet yönde genişlemesi ( $P=0,0237$ ), hacim genişlemesi ( $P=0,0191$ ), hacim daralması ( $P=0,0228$ ), şok direnci ( $P=0,0478$ ) değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Ölü-örtü organik maddesi bitki beslenmesinde en dinamik havuz olup, bitkilerin yıl içerisinde kullandığı özellikle azot, fosfor, potasyum gibi elementlerin büyük çoğunluğu organik maddeden sağlanmaktadır (Kilham, 1995; Marshall, 2000; Odum and Barrett, 2008). Organik maddenin ayrışmasıyla mineralize olan besin elementleri açığa çıkmakta ve kök tüketim bölgelerine bitkilerin alınımı için salınmaktadır. Azot bitki beslenmesinde karasal ekosistemlerde en önemli besin elementidir (Waring and Running 2007) Dolayısıyla yetişme ortamının azot bakımından zenginleşmesi ağaçların daha hızlı büyümesini sağlayacaktır. Hızlı büyüyen ağaçlarda yıllık halka içerisindeki yaz odununa göre yoğunluğu düşük olan ilkbahar odununun oranı arttığından ölü-örtüdeki azot miktarının artması odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerlerin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle odununun teğet yöndeki sertliği, teğet yönde genişlemesi, hacim genişlemesi, hacim daralması ve şok direnci değerlerinin azot miktarının ölü- örtü organik maddesinin azot içeriğiyle ters orantılı ilişkisinin nedeni azot alınımının artmasıyla ağaçların hızlı büyümesinden kaynaklanabilir. Fakat bu çalışmadaki odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait veriler standartların dışında değildir. Bu bakımdan ormancılarda ağaçları daha hızlı büyütürken odun miktarını arttırmak için sahanın verim gücünü artırma çabalarıyla iyi beslenerek hızlı büyüyen ağaçların odunlarının mekanik ve fiziksel özellik değerlerinin düşmesi arasında bir çelişki bu sahalarda yetişen kayınlar için bulunmamaktadır.

**Çizelge 7.** Örneklem sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler

Değişken	Meyil	Rakım	Toprak pH'ı	OM_N	OM_P	OM_K
RS	-0,864					
ES			0,904			
TS				-0,923		
TG				-0,871		
HG				-0,884		
HD		0,861		-0,874		-0,841
SD				-0,815		
RG					0,987	
BG					-0,855	

\* RS= odunun radyan yöndeki sertliği, ES= odunun enine yöndeki sertliği, TS= odunun teğet yöndeki sertliği, TG=teğet genişleme, HG= Hacim genişlemesi, HD=Hacimsel daralma, SD= şok direnci, RG=radyal genişleme, , BG=Boyuna genişleme, OM\_N=ölü-örtü organik maddesi azotu, OM\_P= ölü-örtü organik madde fosforu, OM\_K= ölü-örtü organik madde potasyumu.

Organik maddedeki fosfor içeriğinin artmasıyla radyal genişleme artarken ( $P=0,0002$ ), boyuna genişleme ise azalmaktadır ( $P=0,03$ ), Fosfor da bitki büyümesini etkileyen azottan sonraki en önemli besin elementlerindedir. Bu nedenle radyal yöndeki genişlemenin ağacın çalışmasını ifade ettiğini ve aynı ağaç türünün hızlı büyüyenlerinin odununun yavaş büyüyenlerinkine göre daha fazla çalışabileceğini düşünerek, fosfor bakımından iyi beslenen ağaçların daha hızlı büyüdüğünü ve bu nedenle de radyal yönde genişlemenin bu ağaçlarda fazla olduğu söylenebilir.

Organik maddenin potasyum içeriğinin ise kayın odununun hacim daralmasıyla ters orantılı olduğu ( $P=0,0357$ ) açığa çıkmıştır (Çizelge 5). Bitkilerin beslenmesinde K yine en çok kullanılan besin elementlerinin başında gelmektedir. Fakat K eksikliği ağaç büyümesini sınırlandırırken, fazla azotun olumsuz etkisini de azaltarak aşırı azot beslenmesinden kaynaklanan hızlı büyümeyi frenleyebilir (Brady and Weill, 1999). Ayrıca K elementi kayınların fizyolojik olarak durağan geçirdiği sonbahar ve kış aylarında ağacın soğuklardan daha az etkilenmesini de sağlamaktadır (Kimmins, 1997). Bu nedenle özellikle azot bakımından zengin sayılan bu ormanlarda odundaki hacim daralmasının organik maddedeki K miktarıyla azalması ağacın daha dengeli beslenmesinden kaynaklanabilir.

#### 4. Sonuç

Kayın odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin arazinin meyli, ağaçların yetiştiği ortamdaki toprağın asitliği, ölü örtü organik maddesinin içerdiği makro-besin elementleri ile ilgisi olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, her sahanın odun kalitesine etkileri değişmektedir. Bu nedenle öncelikle sahaların verimlilikle ilgili sınıflandırılmaları yapıp daha sonra kullanım amacına göre odun üretiminin hangi bölgelerde yoğunlaştırılacağı elde edilen verilere göre planlamalıdır. Böylece hem odun üretimi hem de ormanın diğer işlevlerinin toplumun ihtiyaçları yönünde daha iyi planlanması ve uygulanması sağlanmış olur. Yukarıda belirtilen amaçların gerçekleştirilmesi için bu çalışmanın daha ayrıntılı olarak diğer ekosistemlerde ve ağaç türlerinde de yaygınlaştırılması uygulamacıya daha sağlıklı veri üretilmesini sağlayacaktır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yetiştirme ortamı değişkenleriyle ilişkisi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

#### Kaynaklar

- Anonim, 1985. Kayın. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42.
- Anonim, 2004. Türkiye Ulusal Ormançılık Programı (2004-2023). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2005. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, Türkiye Genel Jeoloji Atlası. ([http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm\\_link.htm](http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm)).
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anşin, R., 1983. Türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 6(2), 318-339.
- As, N., Koç, K.H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 51(1), 71-88.
- Atalay, I., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, 5(1-2), 54-59.
- Atalay, İ., 1994. Vegetation Geography of Turkey. Ege University Press, Bornova, İzmir.
- Atay, İ., 1987. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.Ü. Yayın No: 3461, F.B.E. Yayın No: 1.
- Atay, İ., 1990. Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405. İstanbul, Türkiye.
- Berkel, A., 1941. Şark Kayını (*Fogus orientalis* L.)'nin Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar, Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmaları, Sayı: 118, Ankara.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:147, Cilt:1, İstanbul.
- Brady, N.C., Weil. R.R., 1999. The Nature and Properties of Soils. Twelfth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Fisher, R.F., Binkley, D., 2000. Ecology and Management of Forest Soils. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA.
- Jones, J.B. JR., Case, V.W., 1990. Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples. In: Westerman, R.L. et al. (Ed.), Soil Testing and Plant Analysis-3<sup>rd</sup> Ed., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 389-427.
- Kantarcı, M.D., 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4261.
- Kilham, K., 1995. Soil Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

- Kimmins, J.P., 1997. Forest Ecology a Foundation For a Sustainable Management. Second edition. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Kozłowski, T.T., 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. Forest Ecology and Management, 158, 195-221.
- Malkoçoğlu, A., 1994. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.)'nin teknolojik özellikleri. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Marshall, V.G., 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. Forest Ecology and Management, 133, 43-60.
- Odum, E.D., Barrett, G.W., 2008. Ekolojinin Temel İlkeleri. Beşinci baskıdan çeviri, Editor Kani Işık, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İstanbul.
- Sargıncı, M., 2005. Batı Karadeniz Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ekosistemlerinde diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak verimliliğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce.
- SAS Systems For Windows™., 1996. Release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Schwappach, A., 1898. Untersuchungen Über Raumgewicht u. Druckfestigkeit d. Holzes wichtiger Waldbäume II. Fichte, Weisstanne, Rotbuche und Weymutskiefer, Berlin-Germany.
- Soysal, Y., 2008. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ekosistemlerinde farklı saha hazırlama işlemlerinin besin kaybına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konuralp, Düzce.
- Thomas G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. In Methods of Soil Analysis – Part 3 – Chemical Methods, pp. 475-490. Eds D L Sparks et al. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
- Tavernier, R., Smith, G.D., 1957. The Concept of Braunerde (Brown Forest Soils) in Europe and the United States. Advan. Agron., 9, 217-289.
- TS 2474., 1976a. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2478., 1976b. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2477., 1976c. Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2475., 1976d. Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2472., 1976e. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2479., 1976f. Odunun Statik Sertliğinin Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 2470., 1976g. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, T.S.E. Ankara.
- TS 2595., 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 3459., 1980. Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 53., 1981. Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deneş Metotları, T.S.E. Ankara.
- TS 4083., 1983a. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 4084., 1983b. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 7613., 1989. Odun - Yarılma Mukavemetinin Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 642 ISO 554. 1997. Kondisyonlama ve/veya Deneş İçin Standard Atmosferler-Özellikler, T.S.E. Ankara.
- Waring, R.H., Running, S.W., 2007. Forest Ecosystems: Analysis at Multiple Scales (Third ed.), Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Yaltırık, F., İşgüzar, H., Küçükkoca, A. H., 1953. Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülkü Basımevi, İstanbul.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji Ders Kitabı (Gymnospermae-Angiospermae), İ.Ü. yayın No:4265, O.F. Yayın No:465, ISBN:975-404-594-1, İstanbul.
- Yıldız, O., Eşen, D, Sargıncı, M., 2004. Orman yangınlarının besin elementleri ve ekosistem verimliliğine etkileri. Tabiat ve İnsan, (3-4), 56-63.
- Yıldız, O., Sargıncı, M., Eşen, D. and K. Cromack, Jr., 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.,Esen, D., Karaoz, O.M, Sargıncı, M., 2010a. Long-term site productivity effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the Western Black Sea Region of Turkey. Soil Use and Management, 25(1), 28-33.
- Yıldız, O.,Esen, D., Karaoz, O.M, Sargıncı, M., Toprak, B., Soysal, Y. 2010b. Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea Region. Applied Soil Ecology, 45(1), 49-55.





## Çankırı Eldivan yöresinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) doğal gençliklerine Çam Ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvikültürel yaklaşımlar

Dilek Akkaya <sup>1</sup>, Figen Çakır <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankırı

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, 18200, Çankırı

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:02/12/2022

Kabul Tarihi: 16/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1213327>

\* Sorumlu yazar:

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

### ÖZ

Çankırı- Eldivan Orman İşletme Şefliği ormanlarındaki 371'nolu bölmede bulunan bazı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinde görülen çam ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) parazitinin, doğal Anadolu karaçamı gençliklerine bulaşma yoğunluğu ve bazı yetişme ortamı özellikleri ile ökseotunun bulaşma yoğunluğu arasındaki ilişkiyi belirlemek için 21 örnek

alanda meşcere parametreleri ve ökseotu bulaşma derecesi belirlenmiştir. Ökseotunun birey üzerindeki miktar ve yoğunluğu 6 dereceli bodur ökseotu sınıflandırma sistemine göre yapılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Eldivan yöresi Anadolu karaçamı ormanlarında ana meşcerede %98; Anadolu karaçamı doğal gençliklerinde ise %3 oranında bulaşıklık tespit edilmiştir. Bulaşıklık tespit edilen meşcerelerin tamamında doğal gençleştirmeye gidilerek bulaşıklığın orta ve yüksek yoğunlukta olduğu ana meşcere elemanlarının ivedilikle meşcereden çıkarılması, öncü doğal gençliklerin alanda bırakılarak bulaşıklığın görüldüğü bireylerde mekanik mücadele yapılması öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Karaçam, ökseotu, *Viscum*, bulaşma derecesi, silvikültür

### Araştırma Makalesi

## Determination of degree of Pine Mistletoe (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) infection on Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) saplings and silvicultural approaches in Çankırı-Eldivan Region

### ABSTRACT

This work was carried out on some black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in section 371 in the forests of Çankırı-Eldivan Forest Management Directorate. The study was carried out to determine the infestation density of pine mistletoe (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) parasite on natural larch juveniles and the relationship between some site characteristics and the infestation density of mistletoe. Within the scope of the thesis, stand parameters and mistletoe contamination degree were determined in 21 sample areas. The amount and density of mistletoe on the individual were made according to the 6-grade dwarf mistletoe classification system. As a result of the evaluation of the data obtained, 98% in the main stand in the black pine forests of the Eldivan region; In the natural youth of black pine, 3% contamination was detected. In all of the stands where the infestation is detected, natural regeneration is carried out and the main stand elements with medium and high infestation are immediately removed from the stand. It is envisaged to leave the pioneering natural youth in the field and to carry out mechanical struggle in individuals with contamination.

**Key Words:** Blackpine, mistletoe, *Viscum*, infection degree, silviculture

*Bu makaleye atf:*

Akkaya, D., Çakır, F., 2022. Çankırı Eldivan Yöresinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) doğal gençliklerine Çam Ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvikültürel yaklaşımlar. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 73-79.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Orman alanları, karasal ekosistemlerin vazgeçilmez bir parçasıdır. Ormanlık alanlar Türkiye'nin yüzölçümünün %29,2'sini kaplamakta olup yaklaşık 22,7 milyon hektarlık alanı oluşturmaktadır. Ormanlarımızda yıllık cari artım toplam 2,1 m<sup>3</sup>/ha olup odun servetimiz 1,6 milyar m<sup>3</sup> civarındadır. Ormanlarımızda yapılan bakım, koruma ve gençleştirme çalışmalarının sonucunda alan ve ağaç servetinin artışının yanı sıra büyüme ve artım ilişkilerinde de olumlu gelişmeler olduğu görülmektedir (OGM, 2021).

En önemli doğal kaynaklardan biri olan ormanlarda, süreklilik ilkesine bağlı ve yetişme ortamı koşullarına uygun bir işletmeciliğin yapılabilmesi, meşcere kalitesi ve veriminin yükseltilmesi ile mümkündür. Bu bağlamda ülkemiz ormanlarında yayılış gösteren ağaç türlerinin oluşturdukları farklı meşcere kuruluşları, üretim potansiyelleri ve gelişim süreçlerine ilişkin yerel çalışmalardan elde edilmiş bilgilere ihtiyaç vardır.

Orman ekosistemleri, abiyotik ve biyotik etkenlerden kaynaklanan çeşitli olumsuzluklarla mücadele etmektedir. Ağaçların üzerinde yarı parazit olarak yaşayan ökseotları biyotik etkenlerin en önemlilerinden birisidir.

Organizmalar arasındaki parazit etkileşimler, ekosistemlerde temel rol oynarlar. Parazitler, başka bir organizmadan besin sağlayan ve yaşam döngülerinin bir kısmını veya tamamını konakçılarında tamamlayan canlılardır (Hawksworth, 1996). Bitki parazitleri, klorofil içeriklerine ve besin alımının derecesine göre ikiye ayrılır. Yeşil yapraklı yarı parazitler klorofil içerirler ve fotosentez yaparlar, ancak su ve besin alımı için konukçu bitkilere bağımlıdır. Holoparazitler düşük klorofil içeriğine sahiptir veya klorofilden tamamen yoksundurlar ve bu nedenle renkleri genellikle açık yeşil veya kahverengi arasında değişir. Bu bitkiler tüm besin maddelerini konukçu bitkilerden alır. Angiospermelerde en iyi bilinen parazit bitki ökseotlarıdır (Kahle-Zuber, 2008). Ökseotları, tohum dağıtım ve tozlaşma mekanizmalarını hayvanlarla bağlantılı olarak geliştirmişlerdir. Ökseotu türlerinin büyük bir kısmının tohumları kuşlar tarafından dağılır ve genellikle belirli kuş gruplarıyla da yakın bir ilişkiye sahiptirler (Watson, 2004). Ökse otunun meyveleri/tohumları kış aylarında bazı kuş türlerinin besin kaynağı olduğu için biyoçeşitliliğin korunması için de kilit taşıdır (Mathiasen et al., 2008).

Ökseotları, konukçu ağaçlarını birçok yönden etkileyebilirler. Bilinen etkiler arasında, ökseotu enfeksiyonlarının konukçunun gücünü düşürmesi, erken ölüme neden olması, odun kalitesini ve artım miktarını düşürmesi, enfekteli ağaçların meyve/tohum vermesini azaltması ve ağaçların böcekler veya çürükçül mantarlar gibi diğer ajanlar tarafından saldırıya uğramaya yatkın hale gelmesi yer alır (Kahle-Zuber, 2008; Szmidla et al., 2019). Ökseotlarının ağaçlar üzerindeki zararı ve zararın şiddeti, ökse otu ve konukçunun türü, istila şiddeti ve konukçunun gücü tarafından belirlenir. Bu faktörler de sırasıyla konukçunun yaşı, mevsim, böcekler, diğer hastalık etkenleri, rekabet, yetişme ortamı kalitesi ve iklim faktörlerinden etkilenir (Geils and Hawksworth, 2002).

Ökseotunun yoğunlaşması ve konukçu türe olan zararı zamanla artmaktadır; başlangıçta yavaş olan etki zamanla hızlanmaya başlar ve katlanarak artar. Zarar ilk olarak, konukçu ağacın tepesinin yaklaşık yarısı enfekte olduğunda belirginleşir

ve tüm tepe tacı enfekte olduğunda enfeksiyon daha şiddetli hale gelir (Kahle-Zuber, 2008). Ökseotları genellikle orta şiddetli su eksikliği olan bölgelerde ormanların azalmasına neden olan biyotik faktörler olarak kabul edilir (Dobbertin, 2005; Sangüesa-Barreda et al., 2013). Rigling et al. (2010) ökseotu istilasının, kurak bölgelerdeki ağaçları, kuraklık stresine karşı daha savunmasız hale getirdiğini belirtmektedir.

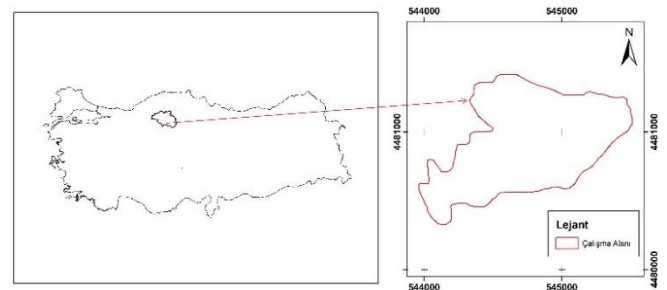
Çam ağaçlarına arız olan ökseotları, bireylerin tepe yapılarında bozulmalara, dalların yapısında farklılaşmalara, çap, boy, ibre uzunluğu, ibre sayısı gibi büyüme özelliklerinde azalmalara sebep olmaktadır (Ringling et al., 2010). Ökseotları bulaştıkları ağaçların su ve mineral besin maddelerine ortak olarak ağaçların normal gelişimlerini engeller ve zayıf düşmelerine sebep olurlar. Kuraklık, böcek, mantar vb. ikincil faktörlerine de etkisiyle kurumlara da neden olabilmektedirler.

Hem bölgesel bakımdan çam ökseotu ile mücadelede, hem de ülkemizin diğer bölgelerinde de görülen bu problemin çözümüne yönelik yaklaşımların geliştirilmesine olanak sağlayacak araştırmaların yürütülmesi gerekmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü bölgede çam ökseotunun yaygınlığı, ağaçlar üzerindeki yoğunluğu, zarar şiddeti, artım üzerindeki etkileri, etmenin yaygınlaşmasında yetişme ortamı ve silvikültürel müdahalelerin etkileri gibi konularda herhangi bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmanın amacı, Çankırı-Eldivan mevkiinde bulunan bazı Anadolu karaçamı meşcerelerinde görülen çam ökseotu parazitinin; yaşlı meşcere elemanlarına ve doğal karaçam gençliklerine bulaşma yoğunluğunu tespit ederek, bazı yetişme ortamı özellikleri ile ökseotu bulaşma yoğunluğu arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma alanı 40° 14' 27"- 40° 34' 34" kuzey enlemleriyle; 33° 22' 23" - 34° 10' 03" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1) (Anonim, 2019). Araştırma alanı, oligomiosen jipsli serisinden meydana gelmekte olup tersiyer döneme aittir. Bu formasyon kırmızı renkli ve kalın bir taban konglomerası ile başlar, bunu aralarında jips yatakları bulunan açık renkli ve kil ve marnlar takip eder. Jipsli serinin üst seviyeleri birçok yerde mioseni de kapsar (Anonim, 1998; Ketin, 1962).



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu

Araştırma alanını temsil eden iklim verileri en yakın istasyon olan Eldivan Meteoroloji Gözlem İstasyonundan (950m) alınmıştır. Meteorolojik verilere göre en düşük sıcaklık şubat ayında (-17,5 °C), en yüksek sıcaklık ise ağustos ayında (37,0

°C), görülmektedir. Vejetasyon süresi nisan-ekim arasında olup toplam 7 aydır. (Anonim, 2001). Araştırma alanında yıllık ortalama yağış miktarı 510,9 mm'dir. Vejetasyon süresi boyunca düşen yağış miktarı 274,3 mm'dir. Yıllık ortalama bağıl nem %65, vejetasyon süresinde ise %55'tir. En hızlı rüzgâr 8,0 m/sn ile şubat- nisan aylarında olup hâkim rüzgâr yönü güneydoğu, kuzeydoğudur (Anonim, 2001).

Araştırma alanı A4 karesi içerisinde, ülkemizin üç büyük flora alından biri olan İran-Turan flora bölgesinde, yer almaktadır. Alandaki yayılış gösteren odunsu türler, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu karaçamı), *Quercus cerris* L. (Saçlı meşe), *Quercus robur* L. (Saplı meşe), *Quercus pubescens* Willd. (Tüylü meşe), *Corylus avellana* L. var *avellana* (Adi fındık), *Populus tremula* L. (Titrek kavak) *Acer campestre* L. (Ova akçaağacı), ve *Salix alba* L. (Aksöğüt) dir (Öner ve İmal, 2006).

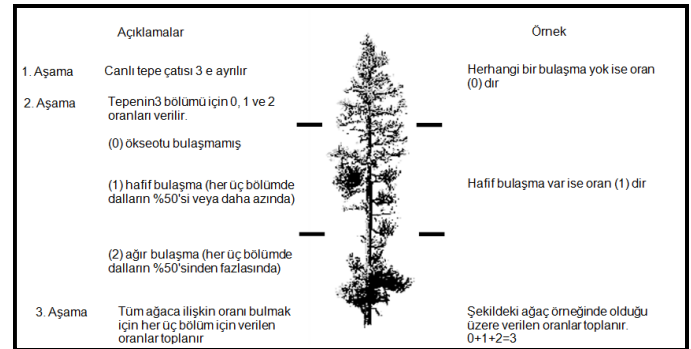
## 2.2 Örnek alan özelliklerinin belirlenmesi ve verilerin değerlendirilmesi

Eldivan Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde ökseotu ile bulaşık karaçam meşcerelerinin bulunduğu alanlarda amenajman planlarındaki sayısal meşcere tipleri harita altlıkları kullanılarak NETCAT yazılımında 2x2 km kareli sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan kareli sistemde her bir karenin orta noktası bir örnek alan olacak şekilde, her 150 m'de bir olmak üzere toplam 21 adet örnek alan belirlenmiştir.

Her bir örnek alanın; örnek alım tarihi, GPS koordinatları, yükselti (altimetre ile ölçülerek), bakı (pusula ile ölçülerek), eğim (klizimetre ile ölçülerek), yeryüzü şekli (alımın yapıldığı yer; sırt, tepe, yamaç vb.), yamaç konumu (alt yamaç, orta yamaç, üst yamaç, tepe düzlüğü vb.) arazi karnesine not edilmiştir.

Örnek alan içerisine giren; boyu 5 m'nin üzerindeki her bir karaçam bireyine numara verilerek çap, boy, tepe çapı, tepe boyu ve yaş değerleri ölçülerek meşcere alım formuna not edilmiştir. Ağaçların çapı, çap ölçer (kumpas) kullanılarak göğüs yüksekliği (d1,30) seviyesinden, ağaç boyu ve ağaç tepe boyu elektronik boy ölçerle, ağaçların tepe çapı, yerden şerit metre ile ağaç tepelerinin yerdeki izdüşümünün birbirine dik iki ölçümü alınarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümler kapalılık derecesini belirlemede kullanılmak üzere meşcere alım formuna kaydedilmiştir. Ortalama yaşı belirlemek için; çap ve boy gelişimi bakımından normal gelişim gösteren 3 ağaç seçilerek, göğüs yüksekliğinden (d1,30) artım kalemleri alınmıştır. Örnek alanlarda yayılış gösteren karaçam gençliklerinin ise kök boğazı çapı dijital çap ölçer, boyu ise elektronik boy ölçer ile ölçülerek

meşcere alım formuna kaydedilmiştir. Fidan yaşı ise dal halkaları sayılarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Altı dereceli bodur ökseotu sınıflandırma sistemi (Hawksworth, 1977)

Ağaç tepesinin her üç bölümü için verilen oranlar toplanarak toplam oran belirlenmektedir. Bulaşmanın olmadığı bireyler için "0" değeri, hafif bulaşma için "1-2", orta derecede bulaşma için "3-4", yüksek derece bulaşma için "5-6" arasında değişen değerler verilerek suretiyle "Bulaşma derecesine göre sınıflar" belirlenir (Şekil 3).



Şekil 3. Ağaç tepesi üzerinde görülen ökseotu bulaşma yoğunlukları a) 0: sağlıklı ağaç, b) 1: hafif bulaşma c) 3: orta seviye bulaşma d) 5: yüksek bulaşma (Barbu, 2012)

Bulaşıklık durumu ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiler SPSS paket programında korelasyon analizi uygulanarak belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

Araştırma kapsamında ökseotu bulaşıklığı bulunan karaçam meşcerelerinden 21 adet örnek alan seçilmiştir. Örnek alanların yükselti, eğim, bakı ve yamaç durumunu içeren özel mevkii özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alanların özel mevkii özellikleri

Örnek Alan No	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı	Yamaç Konumu	Örnek Alan No	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı	Yamaç Konumu
1	1192	10	Doğu	Alt Yamaç	12	1180	5	Kuzeydoğu	Alt Yamaç
2	1226	15	Doğu	Orta Yamaç	13	1170	10	Kuzeydoğu	Orta Yamaç
3	1175	20	Doğu	Alt Yamaç	14	1158	10	Kuzeydoğu	Üst Yamaç
4	1159	20	Kuzeydoğu	Orta Yamaç	15	1227	25	Kuzeydoğu	Alt Yamaç
5	1203	20	Doğu	Orta Yamaç	16	1269	20	Güney	Orta Yamaç
6	1180	25	Güneydoğu	Üst Yamaç	17	1250	20	Doğu	Üst Yamaç
7	1125	35	Kuzeydoğu	Üst Yamaç	18	1213	15	Güney	Orta Yamaç
8	1236	15	Kuzeydoğu	Orta Yamaç	19	1196	10	Güney	Alt Yamaç
9	1250	25	Doğu	Üst Yamaç	20	1172	15	Güneybatı	Üst Yamaç
10	1217	25	Güney	Orta Yamaç	21	1229	15	Güneydoğu	Üst Yamaç
11	1193	15	Güneydoğu	Orta Yamaç					

Özel mevkii elemanlarından yükselti verileri değerlendirilirken 100 m'lik yükselti basamakları oluşturulmuştur. Buna göre örnek alanların %38'i I. yükselti basamağında (1080-1180 m), %62'si II. yükselti basamağında (1180-1280 m) bulunmaktadır. Birey bazında ökseotu bulaşıklığının yükselti basamaklarına göre dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Bireylerin bulaşıklık durumlarının yükselti basamaklarına göre dağılımı

Birey sayısı	I. Yükselti Basamağı (1080-1180 m)				II. Yükselti Basamağı (1180-1280 m)			
	Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu			
	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek
	2	62	71	45	12	73	103	109

Çizelge 2 incelendiğinde I. yükselti basamağında yayılış gösteren yaşlı karaçam bireylerinin %99'unda ökseotu bulaşıklığı bulunmaktadır. Bireylerin %35'inde hafif, %39'unda orta, %25'inde yüksek yoğunlukta bulaşıklık belirlenmiştir. II. yükselti basamağında yayılış gösteren yaşlı karaçam bireylerinin ise %96'sında ökseotu bulaşıklığı bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Bireylerin bulaşıklık durumlarının eğim sınıflarına göre dağılımı

Birey sayısı	Az Eğimli (3-9)				Orta Eğimli (9-17)				Çok eğimli (17-36)			
	Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu			
	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek
	1	8	8	6	7	73	91	83	6	65	87	66

Az eğimli sınıfta yayılış gösteren doğal gençliklerde ökseotu bulaşıklığı görülmez iken, orta ve çok eğimli sınıfta sırasıyla %2 ve %5 oranında çok hafif düzeyde bulaşıklık tespit edilmiştir.

Bakı etmeni değerlendirilirken doğu ve kuzeydoğu gölgeli bakılar; güney, güneydoğu ve güneybatı bakılar ise güneşli bakılar olarak gruplandırılmıştır. Buna göre örnek alanların %36'sı güneşli bakılarda; %64'ü ise gölgeli bakılarda bulunmaktadır (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Bireylerin bulaşıklık durumlarının bakıya göre dağılımı

Birey sayısı	Gölgeli Bakılar (Doğu, kuzeydoğu)				Güneşli Bakılar (Güney, güneydoğu, güneybatı)			
	Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu			
	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek
	5	95	116	91	9	40	60	64

Güneşli bakılarda bulunan yaşlı karaçam bireylerinin %95'inde ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiştir. Bireylerin %23'ünde hafif, %35'inde orta, %37'sinde yüksek yoğunlukta bulaşıklık belirlenmiştir. Gölgeli bakılarda ise bulaşma oranı %99 olup, bireylerin %31'i hafif, %38'i orta, %30'u yüksek

Burada ise bireylerin %24'inde hafif, %35'inde orta, %37'sinde ise yüksek yoğunlukta bulaşıklık belirlenmiştir.

I. yükselti basamağında yayılış gösteren karaçam doğal gençliklerinde bulaşıklık bulunmazken, II. Yükselti basamağında bulunan doğal gençliklerin %3'ünde hafif düzeyde bulaşıklık belirlenmiştir.

Eğim verileri değerlendirilirken, hafif eğimli (3-9), orta eğimli (9-17) ve çok eğimli (17-36) olmak üzere 3 eğim sınıfı oluşturulmuştur (Çepel 1995). Örnek alanların %5'i hafif eğimli, %47'si orta eğimli, %48'i çok eğimli sınıf içerisinde bulunmaktadır. Birey bazında ökseotu bulaşıklığının eğim sınıflarına göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir.

Eğimi az alanlarda bulunan yaşlı karaçam bireylerinin %96'sında ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiştir. Bireylerin %35'inde hafif, %35'inde orta, %26'sında yüksek yoğunlukta bulaşıklık belirlenmiştir. Orta eğim sınıfında bulunan bireylerin ise %97'sinde ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiş olup, bunların %29'u hafif, %36'sı orta, %32'si ise yüksek yoğunlukta bulaşıkır. Çok eğimli sınıfta ise bulaşma oranı %98'dir ve bireylerin %29'u hafif, %39'u orta, %30'u yüksek yoğunlukta bulaşık bulunmuştur (Çizelge 3).

yoğunlukta bulaşık bulunmuştur (Çizelge 4). Güney bakılarda yayılış gösteren doğal gençliklerde ökseotu bulaşma yoğunluğu %3 olup oldukça hafif düzeydedir. Gölgeli bakılarda yayılış gösteren doğal gençliklerde ise %5 oranında ve hafif düzeyde bulaşıklık tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Son olarak özel mevkii elemanlarından yamaç konumuna göre değerlendirildiğinde örnek alanların %24'ü alt yamaçlarda, %43'ü orta yamaçlarda, %33'ü ise üst yamaçlarda bulunmaktadır (Çizelge 5).

Alt yamaçlarda bulunan yaşlı karaçam bireylerinin %97' sine ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiştir. Bireylerin %40'ında hafif, %35'inde orta, %22'sinde yüksek yoğunlukta bulaşıklık bulunmuştur. Orta yamaçlarda bulunan bireylerin ise %98'inde ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiş olup, bunların %23'ü hafif, %33'ü orta, %42'si ise yüksek yoğunlukta bulaşıkır. Üst yamaçlarda ise bulaşma oranı %97'dir ve bireylerin %27'si hafif, %40'ı orta, %30'u yüksek yoğunlukta bulaşık bulunmuştur. Alt, orta ve üst yamaçlarda yayılış gösteren doğal gençliklerde ökseotu bulaşıklığı sırasıyla %2, %2 ve %3 oranında olup hafif düzeyde bulaşıklık tespit edilmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Bireylerin bulaşıklık durumlarının yamaç konumuna göre dağılımı

Birey sayısı	Üst yamaç				Orta yamaç				Alt yamaç			
	Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu				Ökseotu bulaşma durumu			
	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek	yok	hafif	orta	yüksek
	4	52	49	29	5	44	64	81	5	41	61	45

### 3.2 Örnek alanların meşcere özellikleri ve ökseotu bulaşıklık durumları

Araştırma alanından belirlenen 21 örnek alanda ölçülen meşcere parametrelerinden; çap, boy, yaş ve kapalılık derecesi değerleri benzerlik göstermektedir (Çizelge 6). Bu nedenle genel bir değerlendirme yapıldığında ökseotu bulaşık karaçam meşcerelerinde meşcere orta çapı 23 cm olup ince ağaçlık çağındadır. Meşcere orta boyu ise 11m olup yatay tek tabakalılık söz konusudur. Kapalılık derecesi 0,5-0,6 olarak belirlenmiş olup arazi gözlemlerine bakılarak kesintili ışıklı kapalılık tespit edilmiştir. Meşcere yaşı ise 70 olarak belirlenmiş olup aynı yaşlılık söz konusudur.

**Çizelge 6.** Örnek alanlarda ölçülen meşcere parametreleri

Örnek Alan No	Orta Çap (cm)	OrtaBoy (m)	Kapalılık Derecesi	Yaş
1	23,0	11,0	0,6	68
2	22,0	10,5	0,5	64
3	21,0	10,0	0,6	72
4	26,0	12,0	0,5	70
5	23,0	11,0	0,6	62
6	22,0	10,0	0,5	65
7	20,0	10,0	0,6	76
8	26,0	12,0	0,6	74
9	25,0	11,0	0,5	82
10	21,0	12,5	0,6	80
11	24,0	12,0	0,6	82
12	21,0	10,5	0,6	63
13	23,0	11,5	0,6	67
14	22,0	11,0	0,6	73
15	24,5	11,5	0,5	64
16	24,0	11,5	0,5	66
17	23,0	12,0	0,6	72
18	24,5	11,5	0,6	64
19	25,5	12,0	0,5	65
20	25,0	11,5	0,5	70
21	21,5	10,5	0,6	75

Örnek alanların tamamında ökseotu bulaşıklığı bulunmaktadır. Örnek alanlarda toplam 480 adet yaşlı karaçam bireyinde ölçümler yapılmış olup %97'sinde ökseotu bulaşıklığı tespit edilmiştir. Bunlardan %28'i hafif, %32'si orta, %37'si yüksek yoğunlukta bulaşık. Ökseotu bulaşıklığının görüldüğü 466 ağaç üzerinde yapılan değerlendirmelerde bulaşıklığın ağaçların üst tepe bölümünde yoğun olduğu, orta bölümlerde bulaşma yoğunluğunun azaldığı ve tepenin alt kısmında en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanında yayılış gösteren doğal gençlikler ortalama olarak 6 cm çap, 1-1,5m boy ve 12 yaşında bulunmaktadır. Meşcere kapalılığı 0,4-0,5 olup gençlikler meşcereler içerisindeki ışık boşluklarında gruplar halinde sık ve yoğun olarak bulunmaktadır. 11 yaşın altındaki doğal gençliklerde ökseotu bulaşıklığına rastlanılmamıştır. Ancak 12 yaşın ve 1,5 m boyun üzerindeki doğal gençliklerde %3 oranında hafif düzeyde bulaşıklık tespit edilmiştir. Ökseotu örneklerinde yapılan morfolojik yaş tespitlerine göre karaçam bireylerine arız olan ökseotları ortalama olarak 15 yaşında bulunmuştur.

### 3.3 İstatistik değerlendirmelere ilişkin bulgular

Ağaç çapı ile ökseotu bulaşma yoğunluğu arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile çap arttıkça ökseotu bulaşma yoğunluğu önemli düzeyde (%70) artmaktadır ( $P<0,01$ ). Benzer şekilde ağaç boyu arttıkça ökseotu bulaşma yoğunluğu (50) artmaktadır ( $P<0,01$ ). Yetiştirme ortamı özelliklerinden yükselti ile çap- boy gelişimi arasında da pozitif ilişki bulunmuştur. Yükselti arttıkça ağaç boyu %13 ( $P<0,01$ ); ağaç çapı ise %11 ( $P<0,05$ ) artmaktadır (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Pearson korelasyon testi sonuçları

	Bulaşıklık	Çap	Boy	Kapalılık	Yükselti
Bulaşıklık	1				
Çap	0,713**	1			
Boy	0,507**	0,684**	1		
Kapalılık	0,19	-0,070	-0,089	1	
Yükselti	0,083	0,115*	0,136**	-0,047	1

Ökseotu bulaşma yoğunluğu sırasıyla; bakı, eğim, yükselti, kapalılık derecesi ve yamaç konumu özellikleri arasında ilişki olup olmadığı ki-kare testi ile değerlendirilmiş, istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Ormanlardan optimal yararlanma olanağı, ancak ormanı meydana getiren unsurların tanınması ve bunların doğal gelişme sürecinin en uygun koşullarda devamını sağlayacak müdahale tekniklerinin belirlenmesiyle mümkündür. Bir orman bütünlüğü içerisindeki meşcerelerin alana ve zamana göre değişim nitelikleri farklı müdahale tekniklerinin uygulanmasını gerektirir (Odabaşı, 1983).

Çalışma kapsamında kendine özgü kuruluş özellikleri ortaya konulan ökseotu bulaşık karaçam meşcereleri 1100-1250 m yükseltiler arasında, genellikle doğu, kuzeydoğu ve güney bakılarda yayılış göstermektedir. Arazi eğimi ortalama olarak %10 ile %25 arasında değişmektedir. Ortalama meşcere yaşı 70, meşcere orta boyu 11m, orta çap ise 23 cm'dir. Meşcere kapalılığı ise 0,5 ile 0,6 arasında olup, ışıklı kapalılık söz konusudur. Kapalılığı kırılmış, bozuk meşcerelerde öksotu bulaşıklığının daha fazla olduğu (Bilgili ve ark.,2014) ve öseotu zararlarının; kapalılığın düşük olduğu meşcerelerde daha yaygın olduğu ifade edilmektedir (Donohue, 1995; Kolodziejek and Kolodziejek, 2013).

Araştırma sonuçlarımıza göre; ağaç çapı ve boyu arttıkça ökseotu bulaşma oranı da artmaktadır. Konu ile ilgili yapılmış farklı araştırmalarda varılan ortak görüş ökseotunun; çap, boy ve tepe tacı bakımından dominant olan konukçularda daha yaygın olmasıdır ve bu durum kuşların uzun boylu ve geniş tepeli ağaçları tercih etmeleri ile bağdaştırılmaktadır (Overton, 1994; Watson, 2001; Aukema and Martinez del Rio, 2002; Kolodziejek and Kolodziejek, 2013). Çam ökseotu, serbest konumlu, kalın çaplı, uzun boylu ve geniş tepeli ağaçları daha çok tercih etmektedir (Carus ve Çatal, 2007).

Meşcere içerisindeki ışık boşluklarında öncü karaçam gençlikleri bulunmaktadır. Karaçam doğal gençliklerinin ortalama yaşı 12, boyu 1-1,5 m, kapalılık derecesi ise 0,4-0,5'tir.

Bu çalışma kapsamında, Çam ökseotunun karaçam gençliklerinde önemli zararlara sebep olup olmadığını ve gençliklerin tıraşlanarak alandan uzaklaştırılmasını gerektirecek

yoğunlukta bulaşma bulunup bulunmadığını ortaya koymak amacıyla yapılan değerlendirmeler sonucunda, ökseotu bulaşma miktarı ana meşcerede %97'dir. Ana meşcere elemanlarının %28 hafif düzeyde, %69'u ise orta ve yüksek yoğunlukta bulaşmıştır. Yüksel ve ark. (2005) yoğun ökseotu bulaşıklığı görülen bireylerin tamamen kesilerek meşcereden çıkarılmasını önermekte ve bulaşık ağaçların önemli bir ökseotu tohum rezervi oluşturarak sağlıklı bireyler için tehdit oluşturduğunu ifade etmektedir.

Doğal gençliklerde bulaşma miktarı %3 olup, bulaşma yoğunluğu hafif düzeydedir. Bulaşma derecesinin hafif olduğu bireyleri alandan çıkartmak yerine ökseotunun arız olduğu dalın kesilmesi önerilmektedir (Yüksel ve ark., 2005). 12 yaşın altında olan karaçam gençliklerinde bulaşıklık tespit edilmemiştir. Hawksworth and Johnson, (1989) ökseotu bulaşmalarının %84'ünün 11 yaşından itibaren gerçekleştiğini bildirmektedir.

Eldivan karaçam meşcerelerinde ökseotu ile bulaşık karaçam gençliklerinin çam ökseotundan ne derecede etkilendiğinin ortaya konulması ve etki derecesine göre uygun silvikültürel müdahalelerin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçların ışığında, uygulayıcıların kararsızlıklarını giderebilecek öneriler aşağıda sıralanmıştır.

1. Araştırma sonuçları; karaçam doğal gençliklerinin tıraşlanarak alandan uzaklaştırılmasını gerektirecek yoğunlukta bulaşıklık bulunup bulunmadığı sorusuna açıklık getirmektedir. Gençliklerde bulaşma yoğunluğu hafif düzeyde olduğundan tıraşlamaya gerek yoktur, bulaşık dalları budamak suretiyle uzaklaştırmak yeterlidir.

2. Ana meşcerede ise orta ve yüksek yoğunlukta ökseotu bulaşık ağaçlar ivedilikle alandan çıkartılmalı, hafif bulaşık ağaçlarda ise mekanik mücadele yöntemlerinden budama yapılmak suretiyle ökseotu bulaşık dallar kesilerek meşcere dışına çıkartılmalıdır.

3. Ana meşcereden çıkartılan bireylerin yerine gençliğin getirilerek meşcerenin gençleştirmeye sokulması gerekmektedir. Gençleştirme çalışmalarında gerekirse civar meşcerelerden toplanan tohumlarla tohum takviyesine başvurulabilir. Gençleştirme çalışmalarında, sağlıklı olan karaçam öncü grup ve kümelerine diri örtü muamelesi yapılmamalı, bunlardan en üst seviyede yararlanılmalıdır.

4. Ökseotu ile mücadelede en başarılı yöntem mekanik mücadeledir. Hayvancılık ile uğraşan orman köylüleri ile iletişime geçerek hafif bulaşıklığın görüldüğü bireylerdeki ökse otları toplatılarak hayvan yemi olarak kullanılabilir.

5. Kuşlar ökseotunun yayılmasında etkili olan en önemli faktördür. Çalışma alanında kuş popülasyonlarının çok yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Kuş bilimciler ile ortak bilimsel araştırmalar yapılarak çözüm önerileri geliştirilmelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma Dilek Akkaya'nın Figen Çakır danışmanlığında 2021 yılında Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamladığı Yüksek lisans Tezinde sunulan sonuçları içermektedir.

## Kaynaklar

- Aukema J.E., Martínez del Río C., 2002. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds? Seed deposition patterns and an experiment. *Ecology*, 83, 489–496.
- Anonim, 1998, Çankırı İli Arazi Varlığı, T.C Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2001, Eldivan Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Anonim, 2019. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Eldivan Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Ankara.
- Barbu, O.C., 2012. Impact of White Mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of Silver Fir (*Abies alba* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 152-158.
- Bilgili, E., Eroğlu, M., Coşkun K.A., Baysal, İ., 2014. Çam Ökseotu (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman) bulaşmış sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) dallarında biyokütle tayini. *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, Antalya, 408-417 s.
- Carus, S., Çatal, Y., 2007. Çam Ökseotu (*Viscum album* ssp. *austriacum*)'nun karaçam (*Pinus nigra* Arnold) meşceresinde konukçu ağaç seçim tercihi ve tek ağaçlarda çap-hacim artımına etkisinin belirlenmesi. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi*, Isparta, 159 s.
- Çepel, N. 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3886, İstanbul.
- Dobbertin, M., Hilker, N., Rebetz, M., Zimmermann, N.E., Wohlgenuth, T., Rigling, A., 2005. The upward shift in altitude of Pine Mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland—the result of climate warming? *Int. J. Biometeorol*, 50, 40-47.
- Geils, B.W., Hawksworth, F.G., 2002. Damage, effects and importance of Dwarf mistletoes. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98*, Chapter 5, 57-65.
- Hawksworth, F.G., The 6-class dwarf mistletoe erasing system, 1977. *USDA Forest Service General Technical Report RM-48*, Rocky Mountain Forestand Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado.
- Hawksworth, F.G., Scharpf, R.F., 1986. Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, U.S.A. *European Journal of Forest Pathology*, 16, 1-5.
- Hawksworth, F.G., Johnson, D.W., 1989. Biology and Management of Dwarf Mistletoe in Lodgepole Pine in The Rocky Mountains, *USDA Forest Service Rocky Mountain Forestand Range Experiment Station, General Technical Report Rm-169*, p. 38. Colorado, USA.
- Hawksworth, F.G., 1996. Dwarf mistletoes: biology, pathology, and systematics. *US Department of Agriculture, Forest Service*.
- Kahle-Zuber, D., 2008. Biology and evolution of the European mistletoe (*Viscum album*). In. *ETH Zurich*.
- Ketin, İ., 1962. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sinop, M.T.A Yayınları, Ankara.
- Kołodziejek, J., Patykowski, J., Kołodziejek, R., 2013. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz, Poland. *Biologia*, 68, 55–64.

- Mathiasen, R.L., Nickrent, D.L., Shaw, D.C., Watson, D.M., 2008. Mistletoes: Pathology, systematics, ecology, and management. *Plant Disease*, 92, 988-1006.
- Odabaşı, T., 1983. Silvikültürel Planlama İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No:3144/351 İstanbul.
- OGM, 2021. Orman Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2021 Yılı Performans Programı, sayfa 18, Ankara.
- Overton, J.M., 1994. Dispersal and infection in mistletoe metapopulation. *Journal of Ecology*, 82, 711-723.
- Öner, M.N., İmal, B., 2006. Bülbülünarı (Eldivan-Çankırı) yöresi meşcere kuruluşları üzerine araştırmalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 67-79.
- Rigling, A., Eilmann, B., Koechli, R., Dobbertin, M., 2010. Mistletoe-induced crown degradation in Scots pine in a xeric environment. *Tree Physiology*, 30(7), 845-852.
- Sangüesa-Barreda, G., Linares, J.C., Camarero, J.J., 2013. Drought and mistletoe reduce growth and water-use efficiency of Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 296, 64-73.
- Szmidla, H., Tkaczyk, M., Plewa, R., Tarwacki, G., and Sierota, Z., 2019. Impact of Common Mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots Pine Forests—A Call for Action. *Forests*, 10(10), 847.
- Yüksel B., Akbulut S., Keten A., 2005. Çam Ökseotu (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)'nın Zararı, Biyolojisi ve Mücadelesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 111-124.
- Watson, D.M., 2001. Mistletoe—a keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 32, 219-249.
- Watson, D.M., 2004. Mistletoe: a unique constituent of canopies worldwide. *Forest canopies*, 2, 212-223.



## Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi

Nurgül Karloğlu Kılıç<sup>1\*</sup>, Rüya Yılmaz Dağdeviren<sup>1</sup>, Elif Ayşe Yıldırım<sup>1</sup>, Emirhan Berberoğlu<sup>2</sup>, Çağlar Çakır<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, İstanbul

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:07/11/2022

Kabul Tarihi: 02/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1200364>

\* Sorumlu yazar:

[nurgulk@iuc.edu.tr](mailto:nurgulk@iuc.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Bu çalışma, Kargı Köyü Sığla Ormanı Tabiat Koruma Alanı'nda bulunan *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla) Ormanının 2020-2021 ve 2021-2022 yıllarında güncel polen dağılımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Güncel polen dağılımını belirlemek için vejetasyonun farklılık gösterdiği 9 örnek alana Avrupa Polen İzleme Programı Protokolü kapsamında Tauber tipi polen tuzağı yerleştirilmiştir. Polen tuzaklarında iki yıl boyunca yapılan güncel polen analizleri sonuçlarına göre; yıllık polen yoğunluğu (cm<sup>2</sup>/yıl) en fazla olan odunsu taksonlar sırasıyla çam (*Pinus*), sığla (*Liquidambar orientalis*) ve herdem yeşil meşeler grubu (*Quercus ilex* tip)'dur. Kargı Köyü Sığla ormanında özellikle polen tuzaklarının etrafında yapılan ilk 10,5 m'deki vejetasyon halkaları içerisinde *Liquidambar* (sığla ağacı) baskın olmasına rağmen, *Pinus* polen üretiminin çok olması nedeniyle her iki yılda da tüm örnek alanlarda en fazla polen yoğunluğuna sahip takson olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güncel polen yoğunluğu, Tabiatı Koruma Alanı, Tauber polen tuzağı, *Liquidambar orientalis*, Burdur

### Investigation of modern pollen distribution in Kargı Village Sweetgum forest (Burdur, Türkiye)

#### ABSTRACT

This study was carried out to determine the modern pollen distribution of *Liquidambar* sp. L. Forest, located in Kargı Village Sweetgum Forest Nature Reserve Area between 2020-2021 and 2021-2022. In order to determine the modern pollen distribution, Tauber pollen traps were placed in 9 sample areas where the vegetation differs within the scope of the European Pollen Monitoring Program Protocol. According to the results of modern pollen analysis carried out in the pollen traps for two years; the arboreal taxa with the highest annual pollen influx (cm<sup>2</sup>/year) were *Pinus* (pine), *Liquidambar* (sweetgum) and *Quercus ilex type* (evergreen oak) respectively. Although *Liquidambar* (sweetgum) was dominant in the vegetation rings in the first 10.5 m, especially around the pollen traps in the forest of Kargı Village Sweetgum Forest Nature Reserve Area, *Pinus* was determined as the taxon with the highest pollen influx in all sample areas in both years due to the high pollen production.

**Key Words:** Modern pollen influx, Nature Reserve, Tauber pollen trap, *Liquidambar orientalis*, Burdur

Bu makaleye atf:

Karloğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Yıldırım, E.A., Berberoğlu, E., Çakır, Ç., 2022. Kargı Köyü sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 80-88.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0



## 1. Giriş

Ülkemizde Anadolu sığla ağacı olarak tanımlanan *Liquidambar orientalis* Rodos Adası'ndaki doğallığı şüpheli yayılışı dışında Güneybatı Anadolu'da endemik olarak yetişen bir türdür. Ana yayılışını Muğla'da yapmakla birlikte Aydın, Denizli, Antalya ve Burdur'da da yetişmektedir. Önemli bir odun dışı orman ürünü olan sığla yağı, bu türün gövde odununun yaralanması sonucunda elde edilir (Efe, 1987; Köse, 2020). Sığla ormanlarının kapladığı alanlar insan müdahalesi ve doğal nedenlerden dolayı gün geçtikçe azalmaktadır (Ürker, 2014). *Liquidambar orientalis* doğal yayılış alanının %50-70'ini kaybettiği için IUCN tarafından tehlike altındaki türler için oluşturulan kırmızı listede "Endangered" (soyu tükenmekte olan) olarak değerlendirilmiştir (Kavak ve Wilson, 2018). Aynı zamanda EUFORGEN tarafından Avrupa çapında korunması gereken bir tür olarak tayin edilmiştir (Alan ve Kaya, 2003). Sığla ormanlarının yayılışı, sığla yağının özellikleri ve üretim teknikleri ile tohumunun kantitatif özellikleri üzerine pek çok çalışma yapılmıştır (Günel, 1994; Efe, 1987; Bozkurt ve ark., 1989; Teker, 2013; Arslan ve Şahin, 2016; Alan ve ark., 2018). Ancak, bugüne kadar sığla ormanlarının polen üretimi ve dağılımı özelliklerine dair güncel izlemeler yapılmamıştır. Türkiye'de ilk güncel polen izleme çalışması Karlıoğlu (2011) tarafından İğneada Longoz Ormanlarında (Kırklareli) 6 tuzak, Belgrad Ormanında (İstanbul) 3 tuzak ve İ.Ü. Araştırma ve Uygulama (İstanbul) Ormanında 3 tuzak olmak üzere toplam 12 polen tuzağında Eylül 2007-Eylül 2009 yılları arasında aylık dönemlerde değiştirilerek bu ormanların güncel polen dağılımı ortaya konmuştur (Karlıoğlu ve Akkemik, 2012; Karlıoğlu et al., 2014; Karlıoğlu et al., 2015). Sonraki yıllarda Türkiye'nin farklı bölgelerinde de pek çok polen izleme çalışması gerçekleştirilmiştir (Şenkul et al., 2018; Şenkul and Karlıoğlu Kılıç, 2019; Karlıoğlu Kılıç ve ark., 2019; Karlıoğlu Kılıç et al., 2021). Ülkemizde yapılan en uzun soluklu polen izleme çalışması ise, Karlıoğlu Kılıç (2019) tarafından İğneada Longoz Ormanlarında Eylül 2009-Eylül 2016 yılları arasında 7 yıllık dönem için yapılmıştır. Güncel polen dağılımının izlendiği birçok çalışma gerçekleştirilirken ülkemiz orman vejetasyonu içerisinde önemli ağaç türlerinden biri olan bu türün doğal yayılış alanlarındaki güncel polen yoğunluğu bilinmemektedir. Bu eksikliği gidermek için Kargı Köyü Sığla Tabiatı Koruma alanına, Avrupa Polen İzleme Programı Protokolü kapsamında vejetasyonun farklılık gösterdiği 9 örnek alana Tauber tipi polen tuzakları (Tauber, 1974) yerleştirilmiştir. Bu çalışmada amaç; yerleştirilen tuzaklarda biriken yıllık polen yoğunluğu verileri ile *Liquidambar orientalis*'in yayılış gösterdiği bu ormanlarda güncel polen dağılımını belirlemek ve bu verilerin güncel vejetasyonla olan ilişkisini ortaya koymaktır.

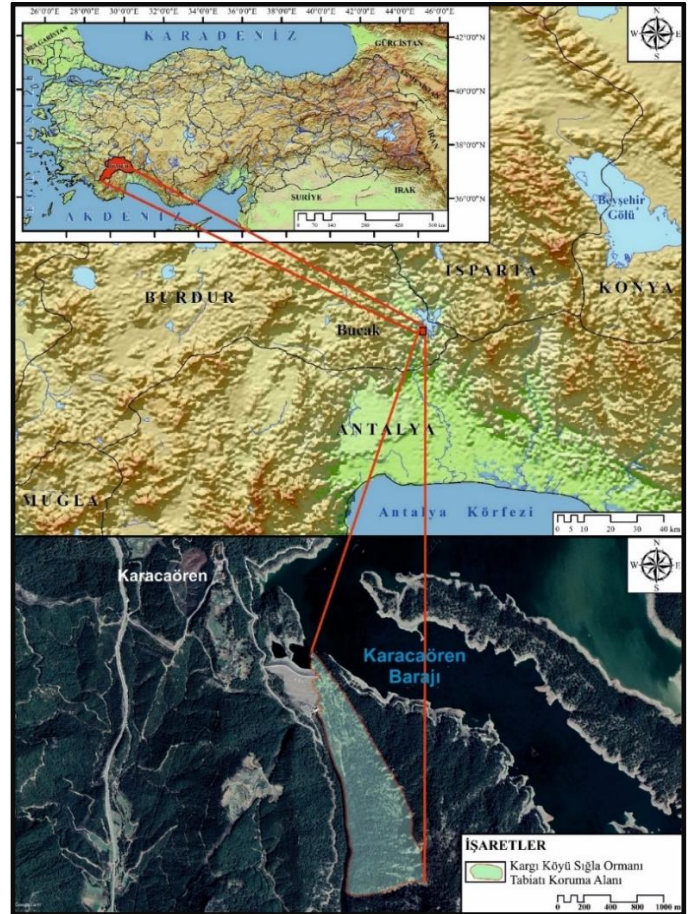
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı

Kargı Köyü Sığla Ormanı Tabiatı Koruma Alanı 84 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Statüsünü, 2873 sayılı Millî Parklar Kanunu'nun 2.maddesinin 4. paragrafı gereğince 27.7.1987 tarih ve OGM. MP.1.TKA. II.16 sayılı Bakanlık Olur'u ile kazanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı 6. Bölge Müdürlüğü, 2022). Konum olarak 37°22'15.33"K – 37°20'44.34"K enlemleri

ile 30°49'43.45"D – 30°50'27.01"D boylamları arasında bulunan çalışma alanı Burdur ilinin Bucak ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma sahasında hâkim litoloji kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı birliklerinden oluşan Tortoniyen yaşlı Aksu Formasyonu'na (Akay ve ark., 1985) ait konglomeralardır. Sahadaki hâkim toprak tipi kırmızı kahverengi Akdeniz topraklarıdır. Bu toprak tipi, Akdeniz Bölgesi'nin tipik terra-rossaları ile kahverengi orman topraklarının karışımıdır. Bu topraklar, yayılış gösterdiği araştırma sahası ve çevresinde A, B ve C profillerine sahip orta derinlikte bazı yerlerde de sığ ve lokal olarak taşlıdır (Soyaslan, 2020).

Sahanın iklim özelliklerini belirlemek için Bucak Meteoroloji İstasyonu'na ait uzun yıllık rasat sonuçlarından yararlanılmıştır. İnceleme alanında yıllık ortalama sıcaklık 14,4°C, yıllık toplam yağış ortalaması 651,5 mm'dir. Uzun yıllık ortalama sıcaklık verilerine göre en sıcak ay 26,2°C ile ağustos, en soğuk ay ise 4,2°C ile ocaktır. En yağışlı ay 111,9 mm ile aralık, en düşük yağışlı ay ise 11,5 mm ile ağustostur. Thornthwaite iklim tasnifine göre sahada görülen iklim tipi D C'2 d b'2 yarı sıcak, düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), su fazlasının olmadığı ya da çok az olduğu karasal iklime yakın iklimdir.



Şekil 1. Araştırma sahasının lokasyon haritası

İnceleme sahası orman alanı içerisinde kalmaktadır. Tabiatı Koruma Alanı sınırları içinde iki tip orman bulunmaktadır. *Pinus brutia* Ten. ve *Liquidambar orientalis* orman kuran önemli iki ağaç türünü oluşturmaktadır. Kızılcım ormanları, yapısı itibarıyla sığla ormanından farklılık göstermektedir. Toprağın nem açısından zayıf olması sahadaki pek çok türün burada temsil edilememesine yol açmaktadır. Sığla ormanı daha

çok katmanlı bir yapı sergilemektedir. *Liquidambar orientalis*, *Platanus orientalis* L., *Pinus brutia* ve akarsuya en yakın bulunan yerlerde *Alnus orientalis* Decne. önemli ağaç türlerini meydana getirir. Ağaç türleri yoğun bir şekilde sarılgıcı türlerle kaplanmıştır. *Hedera helix* L. en yoğun sarılgıcı türü meydana getirmektedir. Bunun yanında *Smilax excelsa* L., *Vitis vinifera* L. diğer önemli sarılgıcı türleri meydana getirir. *Smilax aspera* L. ve *Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin daha çok yere yakın yerlerde toprak üzerinde ve nispeten açıklık alanlarda bulunmaktadır. Çalı katını *Quercus coccifera* L., *Cercis siliquastrum* L., *Styrax officinalis* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna*, *Myrtus communis* L., *Rubus sanctus* Schreb., *Nerium oleander* L., *Ruscus aculeatus* L. ve *Ficus carica* L. oluşturmaktadır. Sahada ot katı çok yoğun bir şekilde toprağı örtmektedir. Cyperaceae ve Poaceae familyasına ait türler ot katında baskındır. Özellikle yüzeysel akışın arttığı ve toprak neminin yüksek olduğu alanlarda *Carex pendula* Huds. ve *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. yüksek kaplama alanına sahiptir. *Adiantum capillus-veneris* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ve *Osmunda regalis* L. kaynak çıkışlarının olduğu kısımlarda ve meydana gelen karbonatlı çökel alanlarının kenarlarında yaygın olarak bulunan eğrelti türlerindedir. Vejetasyon çok yoğun ve sık bir yapı meydana getirmekte ve çoğu zaman bitki örtüsü içinde yürümek imkânsız bir hal almaktadır. Ancak, bu durum sığla ormanı için geçerlidir. İki ormanın sınırını kabaca sahanın ortasından geçen K-G yönlü fay hattı ayırır. Bu hatta yakın çıkışı olan karstik su kaynakların yukarısında *Pinus brutia* ormanı, aşağısında *Liquidambar orientalis* ormanı bulunur. Bu kaynaklar dört adet tespit edilmiştir (Soyaslan, 2020) ve fayın uzanışına paralellik gösterir. Sığla ağaçlarının doğal yaşam ortamı taşkın ovaları, bataklık alanlar ve akarsu kenarına yakın vadi yamaçlarıdır (Peşmen, 1972). Buna uygun olarak kaynak çıkışlarının yukarısında bu tür yayılış gösterememektedir. Meydana gelen yüzeysel akış ve yüksek taban suyu seviyesi toprakta daimî bir nemlilik sağladığından, Sığla Ormanının varlığını da bu özel yaşam koşulları tayin etmektedir. Tabakalı yapısı, alandaki doğal olgunluğa erişen yaşlı ağaçlarla birlikte, kırık, devrik, çürük ve dikili kuru ağaçların varlığı bu ormanı üretim yapılan ormanların yapılarından hemen ayırmaktadır.

## 2.2 Güncel polen analizleri

Güncel polen analizleri için Kargı Köyü Sığla Ormanı Tabiat Parkına ilk kez 2020 yılında, 1 Eylül tarihinde 9 adet Tauber tipi polen tuzağı (Tauber, 1974) vejetasyonun değişiklik gösterdiği örnek alanlara yerleştirilmiştir. Polen tuzakları LO1'den LO9'a kadar kodlanmıştır. Bu tuzaklar 2020-2022 yılları arasında her yıl yerine yenileri konularak değiştirilmiştir. Araziden iki yıl boyunca alınan polen tuzakları İstanbul Üniversite-Cerrahpaşa Orman Fakültesi'nde bulunan Palinoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Her bir Tauber tipi polen tuzağındaki karışım, Avrupa Polen İzleme Programı Protokolü'ne göre 250 µm'luk polen eleğinden süzülmuş, hayvan ve bitki kalıntılarından uzaklaştırılmıştır (Hicks et al., 1996). Daha sonra bu karışıma her biri 9666 adet spor içeren 2 adet *Lycopodium* spor tablet (Stockmarr, 1971) eklenmiştir. Eklenen bu *Lycopodium* sporlar, morfolojik yapısı itibarıyla polenlerle karışmadan kolayca tanımlanabilmekte, bilinen sayıda sporun karışıma eklenmesi, preparat yapımı sırasında preparatta yer almayan diğer

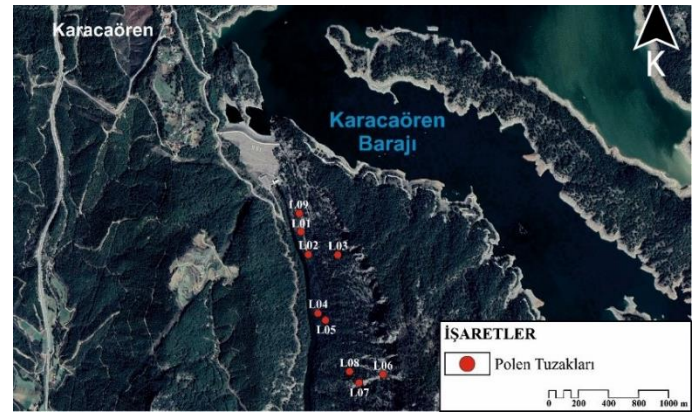
polenlerin tahmin edilmesinde ve birim alana düşen polen yoğunluğunun (cm<sup>2</sup>/yıl) hesaplanmasında kullanılmaktadır (Hicks et al., 1996; Hicks et al., 2001; Tonkov et al., 2001). Elde edilen sporlu kimyasal karışım santrifüj tüplerine aktarılıp sedimana ulaşıncaya kadar 4000 devirde 10 dk santrifüj yapılmıştır. Asetoliz safhasından sonra her bir tüpe gliserin eklenerek güncel polen preparatları hazırlanmıştır. Polen preparatlarındaki polen ve *Lycopodium*'ların sayım ve teşhisi bilgisayar destekli Leica DM750 marka ışık mikroskopunda, x40, x100 immersiyon objektifi ve 10x oküleri kullanılarak yapılmıştır. Polen teşhisleri için Palinoloji Laboratuvarındaki referans polen preparatları ile birlikte polen atlasları kullanılmıştır (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952, 1957; Faegri and Iversen, 1964; Iwanami et al., 1988; Moore et al., 1991; Beug, 2004; Hesse et al., 2009).

## 3. Sonuçlar

Kargı Köyü Sığla Ormanı Tabiat Parkından elde edilen bulgular; polen tuzaklarının çevresindeki bitki türleri ile Tauber tipi polen tuzaklarına ait polen yoğunluğu verilerinden oluşmaktadır.

### 3.1 Polen tuzaklarının çevresindeki bitki türleri

Araştırma alanında bulunan tüm örnek alanlardaki (LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7, LO8 ve LO9) polen tuzaklarının çevresindeki bitki türlerinin belirlenmesi, polenlerin ne kadarlık bir mesafeden taşındığının tespiti için oldukça önemlidir (Şekil 2). Bu nedenle her bir örnek alana yerleştirilen polen tuzağının çevresinde Avrupa Polen İzleme Programı kapsamında 1'er metre aralıklarla 0,5 m'den başlayarak 10,5 m'ye kadar alanlar belirlenmiş, belirlenen bu alanlardaki odunsu ve otsu bitki taksonları tespit edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 2. Kargı Köyü sığla ormanı Tabiatı Koruma Alanı'na yerleştirilen polen tuzaklarının lokasyon haritası

LO1 örnek alanında polen tuzağı çevresindeki odunsu bitkileri *Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* ile temsil edilmektedir. Polen tuzağına en yakın otsu bitki taksonları ise, Lamiaceae ve Poaceae familyalarına aittir. LO2 örnek alanında polen tuzağına en yakın odunsu bitki taksonları *Liquidambar orientalis* ve *Quercus coccifera* türleridir. Polen tuzağı çevresinde yaygın olarak bulunan otsu bitki *Carex pendula* türüdür. LO3 örnek alanında polen tuzağı çevresinde en fazla bulunan odunsu bitki taksonlarını yine *Liquidambar orientalis*

ve *Quercus coccifera* oluşturmaktadır. Otsu bitki taksonlarından polen tuzağına en yakın *Euphorbia characias* L. türüdür. LO4 örnek alanında polen tuzağı etrafında baskın olan odunsu taksonlar *Pinus brutia* ve *Alnus orientalis* türleridir. Bu polen tuzağının çevresinde yaygın olarak bulunan otsu bitki taksonu Poaceae familyasıdır. LO5 örnek alanında tuzak çevresine en yakın bulunan odunsu taksonlar *Pinus brutia*, *Liquidambar orientalis* ve *Crataegus monogyna* türleridir. Otsu taksonlardan tuzak çevresinde en fazla yine Poaceae familyası bulunmaktadır. LO6 örnek alanında polen tuzağı çevresinde en fazla bulunan odunsu taksonlar *Pinus brutia* ve *Liquidambar orientalis* türleridir. Otsu taksonlardan bu polen tuzağı etrafında en fazla Asteraceae ve Poaceae familyası bulunmaktadır. LO7 örnek

alanında polen tuzağı etrafında en fazla bulunan odunsu taksonlar *Liquidambar orientalis* ve *Platanus orientalis* türleridir. Poaceae familyasına ait bitki taksonları bu polen tuzağının etrafında fazla miktarda yer almaktadır. LO8 örnek alanında polen tuzağı çevresinde yaygın olarak bulunan odunsu bitki taksonları *Pinus brutia*, *Liquidambar orientalis* ve *Platanus orientalis* türleridir. Otsu bitki taksonlarından bu tuzak çevresinde en fazla Asteraceae familyası bulunmaktadır. LO9 örnek alanında tuzak etrafında en fazla bulunan odunsu takson *Platanus orientalis* türüdür. Otsu bitki taksonlarından bu polen tuzağı çevresinde en fazla bulunan yine Asteraceae familyasıdır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Polen tuzaklarının çevresindeki ilk 10,5 m de bulunan odunsu bitki türleri ve otsu bitki familyalarının listesi

Polen Tuzağına Uzaklık (m)	LO1	LO2	LO3	LO4	LO5	LO6	LO7	LO8	LO9
0-0,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Euphorbia characias</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Asteraceae, Poaceae
0,5-1,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Rubus</i> sp., Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Euphorbia characias</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Smilax aspera</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i>	<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Asteraceae, Poaceae
1,5-2,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Rubus</i> sp. Lamiaceae, Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Euphorbia characias</i> , <i>Myrtus communis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i>	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Myrtus communis</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Carex pendula</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Asteraceae, Apiaceae, Poaceae
2,5-3,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Euphorbia characias</i> , <i>Carex pendula</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Myrtus communis</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Cistus creticus</i> Asteraceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae
3,5-4,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Rubus</i> sp.	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Poaceae, <i>Ziziphora clinipodioides</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> <i>Euphorbia characias</i>	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Myrtus communis</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , Asteraceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae
4,5-5,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Rubus</i> sp.	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax excelsa</i> <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Carex pendula</i> <i>Euphorbia characias</i>	<i>L. orientalis</i> , <i>Q. coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Smilax excelsa</i> <i>Carex pendula</i> <i>Euphorbia characias</i> , Asteraceae, Lamiaceae, Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Carex pendula</i> Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Smilax aspera</i> Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Cistus creticus</i> <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pistacia terebinthus</i> , Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Carex pendula</i> <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae

Çizelge 1. Devamı,

Polen Tuzakına Uzaklık (m)	LO1	LO2	LO3	LO4	LO5	LO6	LO7	LO8	LO9
5,5-6,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Vitis vinifera</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Asteraceae, Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Myrtus communis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pistacia terebinthus</i> , Poaceae, Asteraceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae
6,5-7,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Asteraceae, Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Myrtus communis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Euphorbia sp.</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Cistus creticus</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , Poaceae, Asteraceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae
7,5-8,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> , Asteraceae, Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Myrtus communis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Cistus creticus</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , Poaceae, Lamiaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i>	<i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Apiaceae, Lamiaceae
8,5-9,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Myrtus communis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Euphorbia characias</i> , <i>Phlomis grandiflora</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> , Asteraceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Euphorbia sp.</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Asteraceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Lamiaceae
9,5-10,5 m	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Pistacia terebinthus</i> , <i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Phlomis grandiflora</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Carex pendula</i> , Asteraceae, Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Alnus orientalis</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Smilax aspera</i> , Poaceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Poaceae	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Asteraceae	<i>Pinus brutia</i> , <i>Platanus orientalis</i> , Lamiaceae

### 3.2 Polen tuzaklarından elde edilen polen yoğunlukları

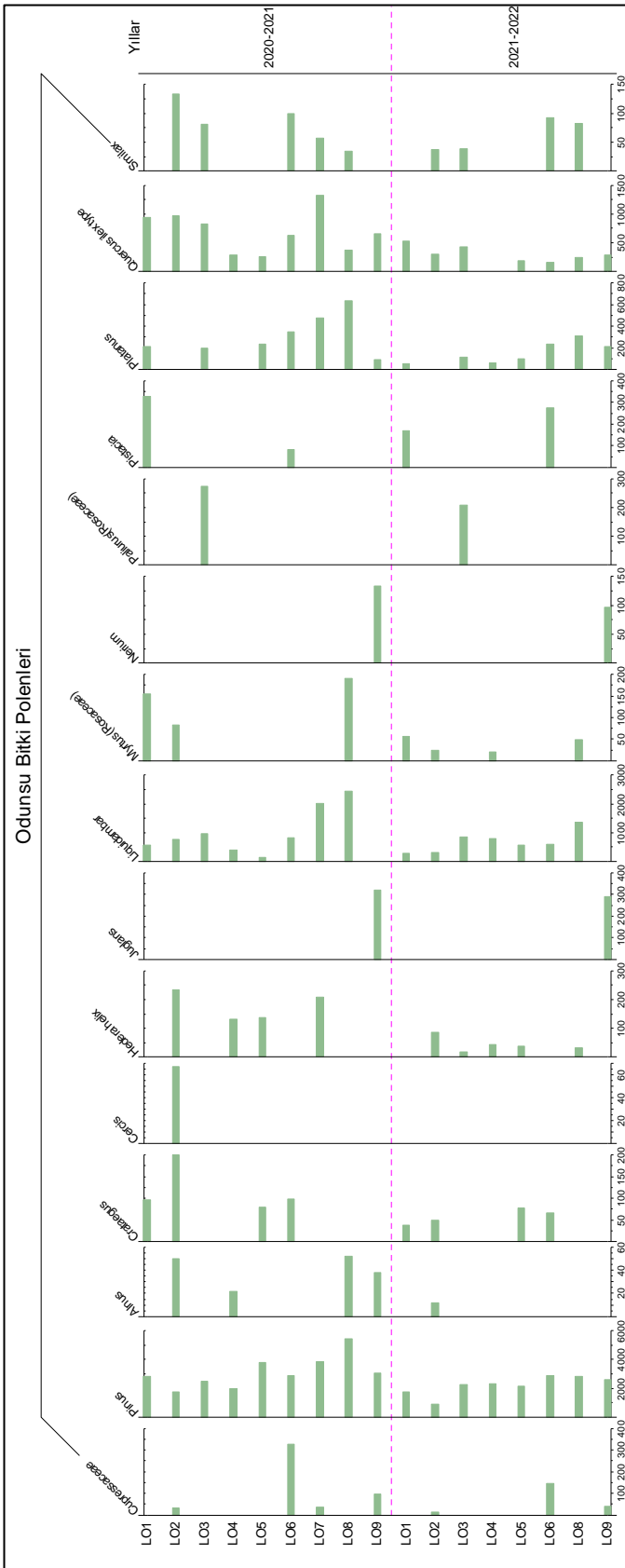
Bu çalışma kapsamında belirlenen örnek alanlardaki (LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7, LO8 ve LO9) polen tuzaklarının çevresinde bulunan bitkilerin 2020-2021 ve 2021-2022 yılları arasındaki yıllık polen yoğunlukları (cm<sup>2</sup>/yıl) hesaplanmıştır (Şekil 3; Şekil 4).

LO1 örnek alanından elde edilen 2020-2021 yılları arasındaki polen yoğunluğu verilerine göre, odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 2801 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* (çam) cinsine ait çıkmıştır. Örnek alanda en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci takson ise, *Quercus* cinsidir. *Quercus* (meşe) cinsinin polen yoğunluğu 946 cm<sup>2</sup>/yıl olarak belirlenmiştir. *Quercus* cinsini 550 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* (sığla ağacı) izlemektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla

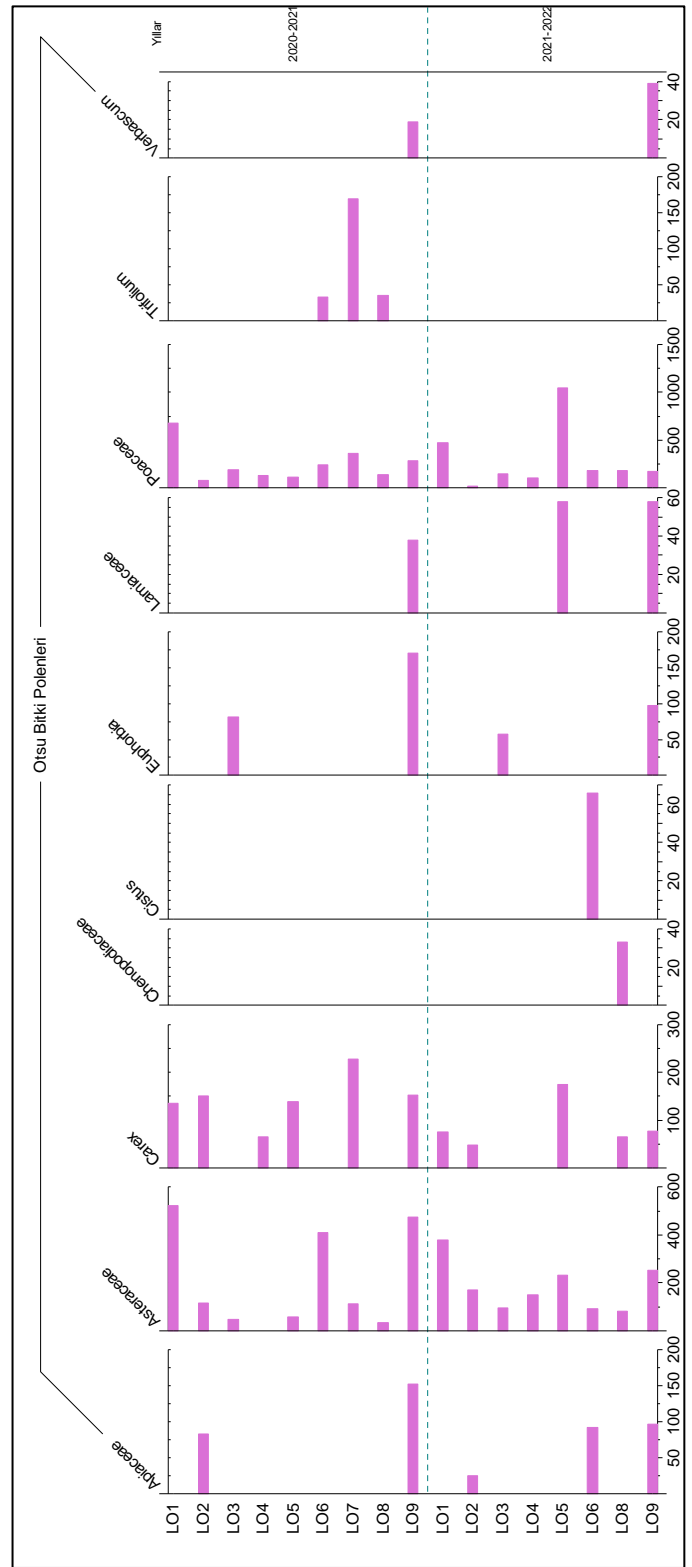
polen yoğunluğu 676 cm<sup>2</sup>/yıl ile Poaceae familyasına aittir. En fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci takson ise, 522 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasıdır. LO2 örnek alanından elde edilen polen yoğunluğu verilerine göre; odunsu taksonlar içerisinde en fazla yıllık polen yoğunluğu 1770 cm<sup>2</sup>/yıl ile yine *Pinus* cinsine aittir. LO2 örnek alanında en fazla yıllık polen yoğunluğuna sahip ikinci takson ise, 968 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Quercus* cinsidir. Bu bitki taksonunu 768 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* takip etmektedir. Alandaki en fazla otsu bitki yoğunluğu 150 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Carex* cinsine ait tespit edilmiştir. LO3 örnek alanından elde edilen polen yoğunluğu verilerine göre odunsu taksonlar içinde en fazla polen yoğunluğu 2471 cm<sup>2</sup>/yıl ile yine *Pinus* cinsine aittir. *Liquidambar* bu alandaki yıllık polen yoğunluğuna sahip ikinci önemli taksondur ve polen yoğunluğu 953 cm<sup>2</sup>/yıl'dır. Bu bitki taksonunu 824 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* izlemektedir. Otsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğu 194 cm<sup>2</sup>/yıl ile Poaceae familyasına aittir. LO4 örnek alanından elde edilen yıllık polen yoğunluğu verilerine göre en fazla polen yoğunluğu 1970 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine ait bulunmuştur. Alanda en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci takson 394 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Liquidambar* cinsidir. Bu cinsi 285 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* takip etmektedir. Bu alanda en fazla otsu bitki polen yoğunluğu 131 cm<sup>2</sup>/yıl yine Poaceae familyasına aittir. LO5 örnek alanından elde edilen polen yoğunluğu verilerine göre odunsu taksonlar içinde en fazla polen yoğunluğuna sahip takson 3783 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsidir. Alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci takson ise *Quercus* olup polen yoğunluğu da 256 cm<sup>2</sup>/yıl'dır. Bu bitki taksonunu 236 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Pistacia* izlemektedir. Bu alandaki en fazla otsu bitki polen yoğunluğu 138 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Carex* cinsine aittir. LO6 örnek alanından elde edilen yıllık polen verilerine göre odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 2890 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine aittir. Bu cinsi 837 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* ve 624 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* takip etmektedir. Alandaki en fazla otsu bitki yoğunluğu 410 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasına aittir. LO7 örnek alanından elde edilen yıllık polen yoğunluğu verilerine göre odunsu taksonlar içerisinde en fazla *Pinus* tespit edilmiş ve *Pinus* cinsinin polen yoğunluğu verisi 3846 cm<sup>2</sup>/yıl olarak belirlenmiştir. Önemli odunsu taksonlardan *Liquidambar* cinsinin polen yoğunluğu 2027 cm<sup>2</sup>/yıl'dır. Bu bitki taksonunu 1326 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* izlemektedir. Örnek alandaki otsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğu 360 cm<sup>2</sup>/yıl ile Poaceae familyasına aittir. LO8 örnek alanından elde edilen yıllık odunsu polen yoğunluğu verilerine bakıldığında en fazla polen yoğunluğu 5444 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine aittir. *Liquidambar* cinsinin polen yoğunluğu ise 2437 cm<sup>2</sup>/yıl tespit edilmiştir. Bu cinsi 639 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Platanus* (çınar) takip etmektedir. Örnek alandaki otsu bitki polen yoğunluğu en fazla Poaceae familyasına aittir. LO9 örnek alanının yıllık polen yoğunluğu verisine bakıldığında odunsu bitki taksonlarında *Pinus* cinsinin polen yoğunluğu 3031 cm<sup>2</sup>/yıl ile bu örnek alandaki en yüksek polen yoğunluğu verisidir. *Quercus* 663 cm<sup>2</sup>/yıl ile polen yoğunluğu ile örnek alandaki en yüksek polen yoğunluğuna sahip ikinci taksondur. Bu bitki taksonunu 322 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Juglans* (ceviz) izlemektedir. Örnek alandaki otsu bitkiler içerisinde en fazla polen yoğunluğu 474 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasına aittir. Çalışma alanında tüm örnek alanlar içerisinde toplam yıllık polen yoğunlukları 2020-2021 yılları için

karşılaştırıldığında en fazla polen yoğunluğu 9385 cm<sup>2</sup>/yıl ile LO8 örnek alanında belirlenmiştir. En az toplam yıllık polen yoğunluğu ise 2999 cm<sup>2</sup>/yıl ile LO4 örnek alanında tespit edilmiştir (Şekil 3; Şekil 4).

2021-2022 yılları arasındaki polen yoğunluğu verilerine göre; LO1 örnek alanında odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 1743 cm<sup>2</sup>/yıl ile yine *Pinus* cinsine aittir. Bu cinsi 530 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* ve 284 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* izlemektedir. Örnek alandaki otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu Poaceae familyasına aittir ve polen yoğunluğu 474 cm<sup>2</sup>/yıl tespit edilmiştir. LO2 örnek alanında 924 cm<sup>2</sup>/yıl ile en fazla polen yoğunluğu yine *Pinus* cinsine aittir. *Liquidambar* 308 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci taksondur. Bu bitki taksonunu 296 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* takip etmektedir. Alandaki en fazla otsu bitki taksonu yoğunluğu 172 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasına aittir. LO3 örnek alanında odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 2254 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine aittir. Bu cinsi bu alanda 852 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* ve 436 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Quercus* izlemektedir. Bu örnek alandaki otsu taksonlardan en fazla polen yoğunluğuna Poaceae familyası sahiptir. Poaceae'nin polen yoğunluğu 152 cm<sup>2</sup>/yıl'dır. LO4 örnek alanında odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 2234 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine aittir. Alandaki polen yoğunluğu en yüksek ikinci takson 793 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Liquidambar* cinsidir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 150 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasına aittir. LO5 örnek alanında en fazla polen yoğunluğuna sahip odunsu takson *Pinus* cinsidir. *Pinus*'un polen yoğunluğu 2125 cm<sup>2</sup>/yıl'dır. Bu bitki taksonunu 579 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* takip etmektedir. Alandaki otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 1043 cm<sup>2</sup>/yıl ile Poaceae familyasına aittir. LO6 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 2876 cm<sup>2</sup>/yıl ile *Pinus* cinsine ait bulunmuştur. *Liquidambar* 591 cm<sup>2</sup>/yıl ile en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci taksondur. Poaceae 184 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile bu örnek alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip otsu taksondur. LO7 örnek alanında bulunan polen tuzağı ikinci yılda arazide bulunamamıştır. LO8 örnek alanında en fazla polen yoğunluğuna sahip odunsu takson 2824 cm<sup>2</sup>/yıl ile yine *Pinus* cinsine aittir. Bu cinsi 1363 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile *Liquidambar* izlemektedir. Otsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğu 181 cm<sup>2</sup>/yıl ile Poaceae familyasında tespit edilmiştir. LO9 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 2608 cm<sup>2</sup>/yıl *Pinus* cinsine aittir. *Quercus* 290 cm<sup>2</sup>/yıl polen yoğunluğu ile alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci taksondur. Alandaki otsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğu 251 cm<sup>2</sup>/yıl ile Asteraceae familyasına aittir. Çalışma alanında tüm örnek alanlar içerisinde toplam yıllık polen yoğunlukları 2021-2022 yılları için karşılaştırıldığında en fazla polen yoğunluğu 5271 cm<sup>2</sup>/yıl ile LO8 örnek alanında belirlenmiştir. En az toplam yıllık polen yoğunluğu ise 2020 cm<sup>2</sup>/yıl ile LO2 örnek alanında belirlenmiştir (Şekil 3; Şekil 4).



Şekil 3. Kargı Köyü Sığla ormanında 2020-2021 ile 2021-2022 yılları arasında Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen odunsu bitki (AP) polen yoğunlukları



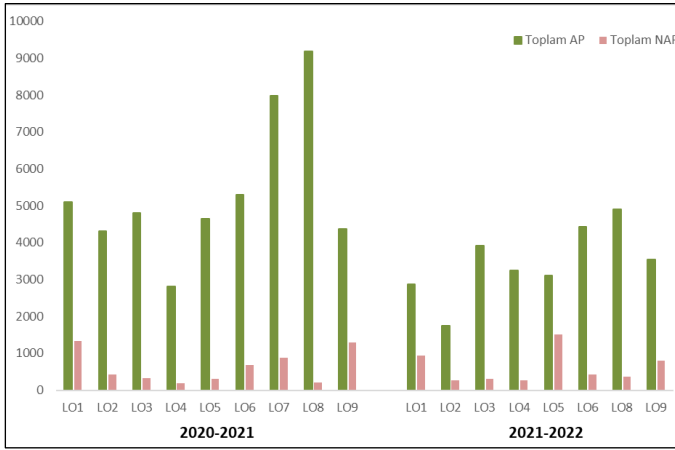
Şekil 4. Kargı Köyü Sığla ormanında 2020-2021 ile 2021-2022 yılları arasında Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen otsu bitki (NAP) polen yoğunlukları

#### 4. Tartışma

Çalışma alanındaki Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen 2020-2022 yıllarına ait toplam odunsu bitki polen yoğunlukları (AP) ile toplam otsu bitki polen yoğunlukları

(NAP) karşılaştırılmıştır. Her iki yılda da toplam odunsu bitki polen yoğunluğunun, toplam otsu bitki polen yoğunluğundan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Karlıoğlu Kılıç ve ark. (2019) tarafından Ardıç ormanlarında 2015-2017 yılları arasında güncel polen dağılımının incelendiği araştırmada da benzer şekilde toplam odunsu bitki polen yoğunluğunun otsu bitki polen yoğunluğuna göre daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Şenkul ve Karlıoğlu Kılıç (2019) Çığlıkara Sedir ormanlarında 2015-2017 yılları arasında farklı örnek alanlarda yine yıllık güncel polen dağılımını incelemiş ve aynı şekilde odunsu taksonların polen yoğunluğunun tüm örnek alanlarda otsu taksonlara göre daha baskın olduğunu belirlemişlerdir.

Kargı Sığla Ormanı'nda tüm örnek alanlardaki polen tuzaklarından elde edilen toplam polen yoğunluğu verilerine göre; en fazla polen yoğunluğunun her iki yıllık dönem için (2020-2021 ve 2021-2022) LO8 nolu örnek alanda olduğu görülmektedir. Her iki yıllık dönemdeki polen yoğunluğu verilerine bakıldığında; 2020-2021 yılında LO4 örnek alanındaki tuzak hariç tüm tuzakların polen yoğunluğu verileri 2021-2022 yılına göre fazla çıkmıştır (Şekil 5).



**Şekil 5.** Örnek alanlarda bulunan polen tuzaklarının toplam AP ve NAP yoğunluklarının (cm<sup>2</sup>/yıl) 2020-2021 ve 2021-2022 yılları için kıyaslanması

Çalışma alanlarındaki polen tuzaklarında (2020-2021 ve 2021-2022) yapılan polen analizleri sonuçlarına göre yıllık polen yoğunluğu (cm<sup>2</sup>/yıl) en fazla olan odunsu taksonlar sırasıyla *Pinus*, *Liquidambar* ve *Quercus* cinsleridir. Odunsu taksonlar içerisinde *Platanus*, *Hedera helix*, *Pistacia* ve *Crataegus* düşük polen yoğunlukları ile temsil edilmektedir. Yıllık polen yoğunluğu (cm<sup>2</sup>/yıl) en fazla olan otsu taksonlar incelendiğinde; Poaceae, Asteraceae, *Carex*, Apiaceae ve *Euphorbia* tespit edilmiştir. Tuzakların etrafındaki ilk 10,5 m mesafedeki bitki örtüsü (2020-2022) incelendiğinde en fazla polen yoğunluğuna sahip taksonların güncel vejetasyonu yansıttığı görülmüştür. Bu araştırma alanında özellikle polen tuzaklarının etrafında yapılan vejetasyon analizinde *Liquidambar* (sığla ağacı) baskın olmasına rağmen, *Pinus* polen üretiminin çok olması nedeniyle her iki yılda da tüm örnek alanlarda en fazla polen yoğunluğuna sahip takson olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen güncel polen yoğunluğu verileri fosil polen çalışmalarının değerlendirilmesinde de önemli bir altlık olacaktır.

## Kaynaklar

- Akay, E., Uysal, Ş., Poisson, A., Cravette, Y., Muller, C., 1985. Antalya Neojen havzasının stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 105-109.
- Alan, M., Kaya, Z., 2003. Oriental Sweet Gum (*Liquidambar orientalis* Mill.). EUFORGEN Technical Guidelines.
- Alan, M., Velioglu, E., Ezen, T., Şıklar, S., Öztürk, H., 2018. Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) beş yaşlı fidanlarında bazı kantitatif karakterlerin çeşitliliği. Ormancılık Araştırma Dergisi, 5(1), 74-81.
- Arslan, M., Şahin, H., 2016. Unutulan bir orman ürünü kaynağı: Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Miller). Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(1), 103-117.
- Beug H.J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete. Dr Friedrich Pfeil, München.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Kurtoğlu, A., 1989. Sığla ağacının bazı özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 39(1), 43-52.
- Efe, A., 1987. *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı)'ın Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 37(2), 273-286.
- Erdtman, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms. The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.
- Erdtman, G., 1957. Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy-Gymnospermae, Pteridopyhta, Bryophyta. Stockholm.
- Faegri, K., Iversen, J., 1964. Textbook of Pollen Analysis. II Edition, Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Günel, N., 1994. *Liquidambar orientalis* (Anadolu sığla ağacı)'ın güneybatı Anadolu'daki yayılışında relief, iklim ilişkileri. Türk Coğrafya Dergisi, 29, 175-190.
- Hesse, M., Zetter, R., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. Pollen Terminology an illustrated handbook. Austria, Springer, Wien, New York.
- Hicks, S., Ammann, B., Latalowa, M., Pardoe, H., Tinsley, H., 1996. European Pollen Monitoring Programme: Project Description and Guidelines. University of Oulu, 28.
- Hicks, S., Tinsley, H., Huusko, A., Jensen, C., Hattestrand, M., Gerasimides, A., Kvavadze, E., 2001. Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: First records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). Review of Palaeobotany and Palynology, 117, 183-194.
- Iwanami, Y., Sasakuma, T., Yamada, Y., 1988. Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs. Kodonsha-Tokyo.
- Karlıoğlu Kılıç, N., 2019. Seven years of arboreal pollen monitoring in the İğneada waterlogged forests (NW Turkey). Eurasian Journal of Forest Science, 7(3), 311-320.
- Karlıoğlu Kılıç, N., Şenkul, Ç., Memiş, T., Doğan, M., 2019. Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) ardıç ormanında güncel polen dağılımının incelenmesi. Coğrafya Dergisi, 38, 11-22.
- Karlıoğlu, N., 2011. Istanca ve Belgrad ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karlıoğlu, N., Akkemik, Ü., 2012. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda Eylül 2007-Ağustos 2009 dönemi güncel polen dağılımı. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 62(2), 145-158.

- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., 2014. Modern pollen distribution at İğneada waterlogged forests between the periods September 2007-August 2009. *Eurasian Journal of Forest Science*, 2(2), 7-17.
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., Köse, N., Kımdap, T., 2015. Modern pollen monitoring of native trees in Belgrad forest, Istanbul (Northwestern Turkey). *Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences*, 68(1), 39-48.
- Karlıoğlu Kılıç, N., Caner, H., Akkemik, Ü. Filipova-Marinova, M., 2021. Two-Year Record of Pollen Monitoring in *Fagus orientalis* Forest (NW Turkey). *Comptes Rendus De L Academie Bulgare Des Sciences*, 74(3), 379-388.
- Kavak, S., Wilson, B., 2018. *Liquidambar orientalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T62556A42326468. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20181.RLTS.T62556A42326468.en>.
- Köse, N., 2020. Altiginaceae, Ü., Akkemik (ed.), Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıları. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, s. 235-240.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. Blackwell, Oxford.
- Peşmen, H., 1972. *Liquidambar* L. in P. H. Davis (Ed), Flora of Turkey and East Aegean Islands Volume IV (s. 264-265). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Soyaslan, İ.İ., 2020. Kargı Köyü (Burdur) Sığla Ormanı Tabiatı Koruma Alanının jeolojik, hidrojeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin değerlendirilmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 513-525.
- Stockmarr, J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*. 13, 615-621.
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., 2019. Modern pollen distribution of Çığlıkara *Cedrus libani* forest (Southwest of Turkey). *Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences*, 72(6), 758-767.
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., Doğan, M., Eastwood, W.J., 2018. Modern pollen distribution of the Teke Peninsula forests: The case of the Ördübek Highland. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), 58-75.
- Tarım ve Orman Bakanlığı 6. Bölge Müdürlüğü. (2022, Ekim 26). Kargı Köyü Sığla Ormanı Tabiatı Koruma Alanı. Tabiatı Koruma Alanları: <https://bolge6.tarimorman.gov.tr/Menu/32/Tabiati-Koruma-Alanlari>.
- Tauber, H., 1974. A static non-overload pollen collector. *New Phytologist*, 73, 359-369.
- Teker, N., 2013. Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) yağının bileşiminin belirlenmesi, karakterizasyonu ve bazı bileşenlerinden kokulu türevlerin sentezlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tonkov, S., Hicks, S., Bozilova, E., Atanassova, J., 2001. Pollen monitoring in the Central Rila Mts., Southwestern Bulgaria: case studies from pollen traps, surface samples for the period 1994-1999. *Rev Palaeobot Palynol*, 117, 167-182.
- Ürker, O., 2014. Çevre etiği bağlamında Anadolu sığla ormanları. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Wodehouse, R. P., 1935. Pollen Grains. Hafner Publishing Company, New York.





## Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri

Koray Demir<sup>1</sup>, Ceyhun Göl<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 27/09/2022

Kabul Tarihi: 20/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1180853>

\* Sorumlu yazar:

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

### ÖZ

Bu araştırmada, yarı kurak bir ekosistem bulunan doğal Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ormanında bakının (Kuzey-Güney) üst toprak ve ölü örtü özelliklerine etkileri değerlendirilmiştir. Belirlenen iki örnekleme alanında (400 m<sup>2</sup>), 50x50 m kare sisteminde 60 örnekleme noktasında, üst toprak (0-15 cm) ve 25x25x10 cm ölçülerindeki metal çerçeveler ile alınan ölü örtü örnekleri incelenmiştir. Ayrıca her bir örnekleme alanında açılan toprak çukurunda horizon esasına göre alınan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikler incelenmiştir. Kuzey bakı üst topraklarında organik madde %8,02, hacim ağırlığı 0,86 g cm<sup>-3</sup>, pH 6,69, güney bakıda organik madde %4,14, hacim ağırlığı 0,90 g cm<sup>-3</sup>, pH 7,31 dir. Kuzey ve Güney bakı üst toprakları kum, kil, organik madde, hacim ağırlığı, kireç ve toprak reaksiyon özellikleri bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0,005). Kuzey bakılı orman altı ölü örtü miktarı ortalama 171,71 ton ha<sup>-1</sup>, Güney bakıda 70,38 ton ha<sup>-1</sup> dir. Bakının ölü örtünün kimyasal özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir. Ölü örtü miktarı bakımından ise bakının etkisi istatistiksel olarak önemlidir.

### Araştırma Makalesi

**Anahtar Kelimeler:** Anadolu karaçam, bakı, ölü örtü, kuraklık, Çankırı

## The effects of slope aspect on litter and top soil properties in Anatolian black pine forests

### ABSTRACT

In this study, the effects of slope aspect (North-South) on topsoil and forest floor properties were investigated in the Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) forest in the semi-arid ecosystem. The physical and chemical properties of the soils taken on the basis of horizon from the top soil (0-15 cm) and the soil pits dug in each sampling area at 60 points in the 50x50 m grid system in the two determined sampling areas (400 m<sup>2</sup>) were examined. In addition, forest floor samples taken with metal frames measuring 25x25x10 cm were examined. Soil organic matter was determined as 8.02%, bulk density 0.86 g cm<sup>-3</sup>, pH 6.69, in the northern aspect top soils, the same properties were determined as soil organic matter 4.14%, bulk density 0.90 g cm<sup>-3</sup>, pH 7.31, respectively. It was determined that the top soils of the North and South aspects were statistically significantly different in terms of sand, clay, organic matter, bulk density, lime and soil reaction properties (p<0.005). It was determined that the average amount of forest floor in the North aspect was 171.71 tons ha<sup>-1</sup>, and 70.38 tons ha<sup>-1</sup> in the South aspect. It was determined that the effect of aspect on the chemical properties of forest floor was not statistically significant. But, in terms of the amount of forest floor, the effect of aspect was found to be statistically significant.

**Key Words:** Anatolian black pine, slope aspect, forest floor, drought, Çankırı

*Bu makaleye atıf:*

Demir, K., Göl, C., 2022. Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 89-97.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Karasal ekosistemlerin temel ögesi topraktır. Orman ekosistemlerinde toprak, mineral ana materyal ve organik ölü örtünün türlü ayrışma ürünlerinden oluşmaktadır (Çepel, 1995). Ölü örtü ve ayrışma ürünleri toprağın fiziko-kimyasal ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkileyen temel faktörlerden birisidir (Özhan, 1976; Aerts, 1997; Çakır ve ark., 2020; Liao et al., 2021; Peng et al., 2022). Aynı zamanda ölü örtü yağış havzalarının yağış/akış ve akarsu rejimlerini düzenlemektedir (Zengin, 1998). Ölü örtü, dökümle (yaprak/ibre, dal, kabuk, kozalak, çiçek, tomurcuk vb.) toprak yüzeyine ulaşan materyallerden oluşturmaktadır (Irmak, 1967; Irmak ve Çepel, 1974; Koray ve Tolunay, 2020). Ölü örtü dökümü ve ayrışması, besin maddelerinin toprak üstü ekosistemden toprak sistemine geçişini sağlayan en önemli süreçtir. Bu süreç, orman ekosisteminde uzun dönem besin durumunun korunmasını sağlamaktadır (Peng et al., 2022). Ölü örtü aynı zamanda karasal ekosistemlerde organik karbon döngüsünde önemli bir role sahiptir (Çakır and Akburak, 2017). Ölü örtü miktarını ve ayrışma özelliklerini araştırmak küresel karbon döngüsü ve karbon birikimi için de önemli bir parametredir. Orman ekosistemlerinde karbon canlı bitkisel kütlede, toprakta, ölü örtü ve ölü odunda birilmektedir (Amorim et al., 2022). Toprakta organik madde ve karbon depolanmasının önemli bir bölümü ölü örtü ile gerçekleşmektedir (Koray ve Tolunay, 2020). Çakır ve ark., (2019)'da karaçam ağaçlandırmalarında toplam dökümün 1,868-2,459 kgC/ha/yıl kadar karbon içerdiğini belirlemiştir.

Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yarı kurak ekosistemlerde ağaçlandırma çalışmalarına konu olan en önemli türdür (Yaltırık ve Efe, 2000). Ülkemizde Karaçam ormanları ölü örtü özellikleri üzerine birçok araştırma (Eruz, 1984; Karaöz, 1991; Zengin, 1998; Sevgi, 2003; Karatepe, 2004; Sarıyıldız et al., 2005; Çakır and Akburak, 2017; Çakır ve ark., 2019; Koray ve Tolunay, 2020) bulunmaktadır. Bu araştırmalarda yıllık döküm miktarı, morfolojik (renk, tekstür, kıvam, tabaka vb.) özellikleri, karbon içeriği, fauna, hidrolojik özellikleri, besin maddesi içeriği ve benzeri birçok konu araştırılmıştır. Yine bu araştırmalarda, ağaç türü, meşcere özellikleri, kapalılık, karışım oranları, ana kaya ve topoğrafik özellikler ile ölü örtü özellikleri arasındaki ilişkiler de incelenmiştir.

Toprak özellikleri ile jeomorfoloji (eğim, bakı, yükselti, arazi şekli vb.) arasında sıkı bir ilişki vardır. Özellikle bakı, güneşlenme süresi, nemlilik, buharlaşma, vejetasyon, erozyon gibi birçok hidro- ekolojik süreci doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Yüksek dağlık ekosistemlerde toprak ve ölü örtü özelliklerinin değişen ekosistem faktörleri ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Sarıyıldız ve ark., 2022). Kuzey yarı kürede, güneşe bakan yamaçlar daha fazla güneş radyasyonu almaktadır (Augustine and Capotondi, 2022). Sonuç olarak, bakı sıcaklık, nem ve buharlaşma gibi mikro iklim koşullarını güçlü bir şekilde etkilemektedir. Kuzey bakı daha soğuk ve daha yağışlıdır (Irmak ve Çepel, 1968; Çepel, 1995; Jasińska et al., 2019). Mikro iklimlerdeki farklılıklar, bitki örtüsü ve toprak mikroorganizma popülasyonlarında farklılıklara neden olur (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995; Chu et al., 2016). Kuzey bakı vejetasyon yapısının daha kuvvetli olmasına bağlı olarak ölü örtü birikimi (Jasińska et al., 2019),

toprak organik madde miktarı (Kutiel, 1992), organik karbon miktarı (Sewerniak and Jankowski, 2017) ve nem (Chu et al., 2016) daha yüksektir. Liu et al., (2013)'de Kuzey bakıda vejetasyon, toprak, bitki besin maddesi ve nem daha yüksektir (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995).

Yüksek dağ ekosistemlerinde mikro topoğrafyanın (bakı, eğim, yükselti vb.) ekosistem üzerine etkileri önem taşımaktadır (Çepel ve Dündar, 1980). Bunlar içerisinde bakı, ölü örtü birikim ve ayrışma koşullarını doğrudan etkilemektedir (Bot and Benites, 2015). Bakı, buharlaşma, gece gündüz sıcaklık farkı, güneş radyasyonunun niteliği ve niceliğini etkileyerek bir bölgedeki bitki örtüsünü, toprağa katılan organik madde miktarını ve toprak üstü ölü örtü özelliklerini etkilemektedir (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995; Sarıyıldız ve ark., 2022). Bakı ile ölü örtü arasındaki ilişkiyi ortaya koyan birçok araştırma (Özhan, 1976; Kantarıcı, 1980a,1980b; Aerts, 1997; Sarıyıldız ve ark., 2005; Göl, 2009; Göl ve ark., 2010; Çakır ve ark., 2019; Jasińska et al., 2019) yapılmıştır. Bu araştırmalarda bakının ekosistem özelliklerinin doğrudan etkilediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, yarı kurak bir ekosistemde doğal Anadolu Karaçam ormanlarında bakı faktörünün ölü örtü ve üst toprak özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Araştırma alanının tanıtımı

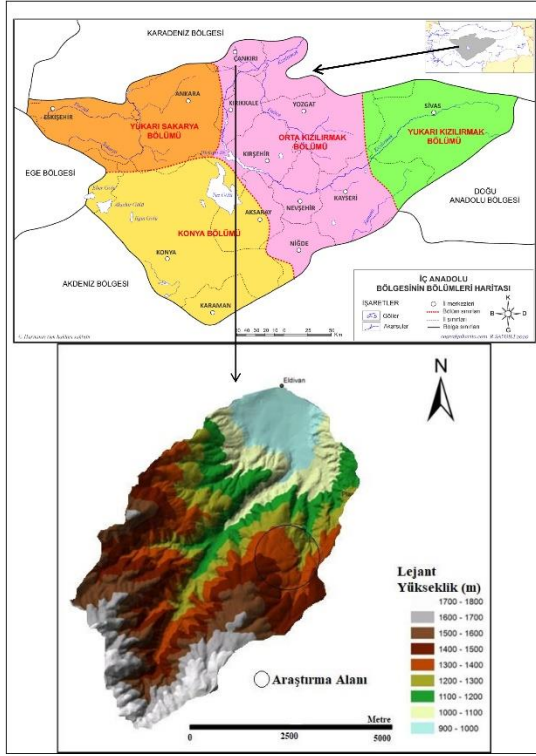
Araştırma alanı, İç Anadolu Bölgesi, Çankırı ili, Eldivan İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Konum itibarıyla, 40°34'41" - 40°20'38" kuzey enlemleri ile 33°36'00" - 33°25'10" doğu boylamları arasındadır (Şekil 1-2). Çalışmanın ana materyalini; Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı-Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan doğal Anadolu Karaçamının yetiştiği ormanlar oluşturmaktadır (Şekil 1-2), (OGM, 2021).

Araştırma alanı, Karadeniz nemli iklim kuşağından Orta Anadolu kurak iklim kuşağına geçiş zonu içerisinde yer almaktadır. Karadeniz ikliminin etkisi altında kalan yüksek dağlık bölgelerde kuru ormanlar ve geniş mera alanları, İç Anadolu kurak iklimin hâkim olduğu bölgelerde ise bozkır bitki örtüsü hakimdir (Anşin, 1983; Göl, 2002; OGM, 2011, 2015, 2021). Araştırmanın yürütüldüğü alan kuraklık, taşlılık, yüksek eğim ve sığ toprak gibi kötü doğal ekolojik özelliklere sahiptir. Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 10,5 °C, ortalama yıllık toplam yağış 486 mm'dir (MGM, 2019). Thornthwaite yöntemine göre, Eldivan Meteoroloji İstasyonu 1977-2000 yılları ölçüm değerleri (Anonim, 2001)'nden yararlanılarak araştırma alanının iklim tipi incelenmiştir. Thornthwaite iklim sınıflandırma modeline göre Eldivan D B' 1 d b' 3 rumuzu ile gösterilen "Kurak-yarı kurak, mezotermal, su fazlası yok veya pek az, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim sınıfındadır (Özyuvacı, 1998).

Çankırı ilinin kuzeyi III. Zamanda oluşmuş Oligosen-Miyosen yaşta jips serileri ile kaplıdır. Bu oluşum kalın ve kırmızı renkli bir taban konglomerası ile başlar, bunu açık renkli ve aralarında jips yatakları da bulunan kil ve marnlar izler (Akyürek ve ark., 1988). Bölge toprakları, orta ve hafif bünyeli, orta alkali, az tuzlu, orta ve yüksek kireçli ve organik madde miktarı düşüktür. Yüksek eğimli ve erozyona uğramış alanlarda

topraklar sıg, taşlı, geçirgenlikleri düşük ve yetersiz fizyolojik derinliğe sahiptir (Göl, 2002).

Araştırma alanında yaygın ağaç türleri; *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana* (Anadolu Karaçamı), *Quercus infectoria* G.Olivier (Mazi Meşesi), *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* (Katran Ardıcı), *Crataegus monogyna* Jacq. (Alıç), *Populus nigra* L. (Kara Kavak), *Elaeagnus angustifolia* L. (İğde), *Pyrus communis* L. (Yabani Armut), *Amygdalus communis* L. (Badem), *Robinia pseudoacacia* L. (Yalancı Akasya) dır (Göl, 2002; Tuttu ve Akkemik, 2017).



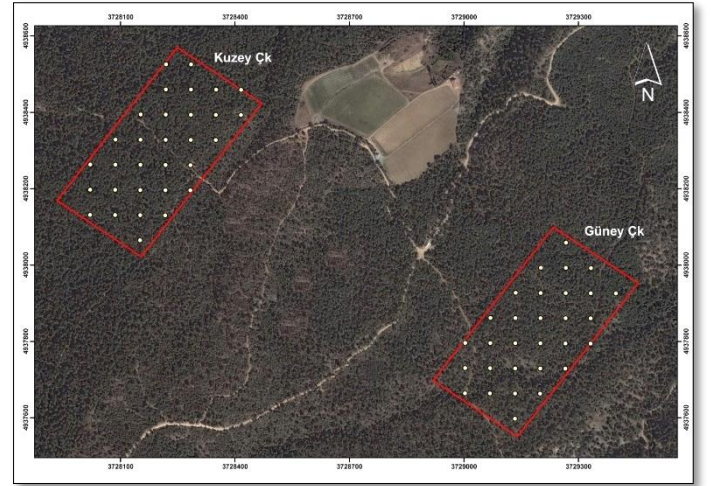
Şekil 1. Türkiye bölgeleri (Saygılı, 2020), İç Anadolu bölgesi ve araştırma alanı

## 2.2 Yöntem

Araştırma alanına ait topoğrafik, jeoloji, meşcere haritaları ile toprak ve iklim verileri elde edilmiştir. Bu veriler ışığında, alanın Sayısal Yükselti Modeli (SYM) kullanılarak yayılım gösteren bakı grupları belirlenmiştir. Harita ve iklim verileri üzerinde çalışılarak araştırmanın amacına uygun Kuzey ve Güney bakıda bulunan doğal Anadolu Karaçam orman alanları belirlenmiştir.

Araştırma alanı Anadolu karaçam orman alanlarının belirlenmesinde Landsat ETM+ (2011) uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. Bu amaçla Google Earth üzerinde çalışma alanının sınırı belirlenmiştir (Şekil 2). Belirlenen sınır içerisinde her bakıdaki orman alanları için Google Earth' den dört adet örnek alan (belirleyici nokta) alınmıştır. Alınan bu örnek alanlar Landsat ETM+ uydu görüntüsü üzerine aktararak uydu görüntüsü denetimli sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Denetimli sınıflandırma işleminde yersel veri olarak meşcere haritalarından yararlanılmıştır. Sınıflandırma işlemleri Erdas Imagine yazılım programı ile gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntüler vektörel veriye dönüştürülmüş

ve ArcGIS 10.2 yardımıyla Kuzey ve Güney bakıda yer alan doğal Anadolu karaçam orman alanları belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucu Kuzey ve Güney bakı Anadolu karaçam ormanları içerisinde 200 m x 200 m (400 m<sup>2</sup>) büyüklükte birer örnek alan belirlenmiştir (Şekil 2). Kuzey bakıda (Koordinat: 542 572 N, 4 483 374 E) ve Güney bakıda (544 250 E, 4 484 730 N) birer toprak çukuru açılmış ve horizon esasına göre toprak örnekleme yapılmıştır. Belirlenen örnekleme alanları içerisinde haritada belirlenen koordinatlar yardımıyla üst toprak (0-15 cm) örnekleme noktaları 50x50 m kareli sistemine dayalı 30 Kuzey bakı ve 30 Güney bakı olmak üzere, toplam 60 adet doğal strüktürel yapısı bozulmamış silindirik örnekleme (100 cm<sup>3</sup> hacimli çelik silindir) ve bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 3). Örnek alanlarda açılan toprak çukuru horizon incelemesine göre yüzey topraklarının (Kuzey bakı A<sub>el</sub> 7-22 cm), Güney bakı (A<sub>el</sub> 7-26 cm) 0-26 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre araştırma alanı üst toprak (yüzey toprağı) incelemesi için 0-15 cm derinliğin uygun olacağı düşünülmüştür. Ayrıca aynı noktalardan ölü örtü örnekleme yapılmıştır (Şekil 2-3). Ölü örtü örnekleri üst toprak örneklemesine paralel olarak her örnekleme noktasında (toplam 60 adet) 25x25x10 cm' lik çelik çerçeve ile alınmış ve plastik torbalarla laboratuvara taşınmıştır (Şekil 3). Araştırma alanı ölü örtü derinliklerinin ortalama 0-10 cm arasında değiştiği arazi ön incelemeleri ile belirlenmiştir. Ayrıca, ölü örtü derinliğinin 10 cm'den düşük olduğu örnekleme noktalarında mineral toprağın ölü örtüye karışmaması için çelik çerçeve çakma işlemi yeterli derinliğe kadar yapılmıştır. Ölü örtünün 10 cm'den kalın olduğu örnekleme noktalarında ise çelik çerçeve çakma işlemi mineral toprağa ulaşana kadar tekrarlanmıştır.



Şekil 2. Araştırma alanı Kuzey ve Güney Bakı Anadolu Karaçam (Çk) örnekleme alanları

Toprak örneklerinde; tane dağılımı (Bouyoucous hidrometre metodu) (Bouyoucous, 1951), toprak reaksiyonu (pH) 1/2,5 saf su çözeltisi (cam elektrotlu pH-metre) (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), kireç (CaCO<sub>3</sub>) (Scheibler kalsimetre yöntemi) (Richard and Donald, 1996), toprak organik madde (Walkley-Black yaş yakma yöntemi) (Nelson and Sommers, 1996) ve hacim ağırlığı (Blake and Hartge, 1986) analizleri yapılmıştır.

Araştırma alanı kuzey ve güney bakı ölü örtü özellikleri en küçük, en yüksek, ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık ve varyasyon katsayısı değerlerine ait tanımlayıcı istatistikleri

SPSS® 20,0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Bakının ölü örtü bazı özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans (one-way ANOVA) analizi ve bağımsız iki örnek için t-testi (Independent sample t-test) yöntemi kullanılmıştır ( $p < 0,05$ ) (SPSS® 20.0).



**Şekil 3.** Araştırma alanı üst toprak (0-15 cm) örnekleme (a) ve ölü örtü örnekleme (b)

Ayrıca her iki bakıdan genel toprak morfolojik (renk, tekstür, horizon kalınlıkları, kök dağılışı, taşlılık vb.) özelliklerini belirlemek için iki adet toprak çukuru kazılmıştır. Toprak çukurlarında horizon dağılışına bağlı olarak 1 kg'lık torbalara doğal strüktürü bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 4).

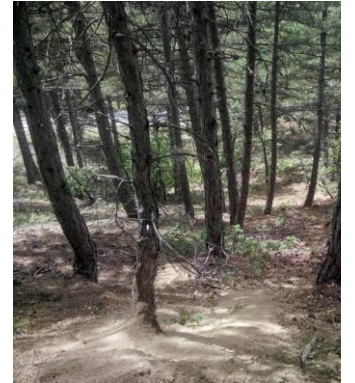
### 3. Bulgular

#### 3.2 Araştırma alanı genel toprak özellikleri

Kuzey bakı araştırma alanı esmer orman toprağıdır. Toprak morfolojik gelişimi (kök dağılışı, horizon kalınlıkları ve sınırları, renk belirginlikleri, strüktürel gelişim vb) iyi, mutlak toprak derinliği 102 cm dir. Üst horizon toprakları granüler, alt horizon toprakları masif strüktürel yapıdadır. İnceleme zamanında toprak çukurunda tüm horizonlarda topraklar nemlice ve orta nemli yapıdadır. Orta taşlı ve orta derin-derin kök yayılışındadır. Kuzey bakı ormanı toprak türleri KuKB (Kumlu, Killi, Balçık) ve KuB (Kumlu Balçık) Balçık (B) (Çepel, 1995) olarak saptanmıştır.  $A_h$  horizonu toprakları hacim ağırlığı  $0,92 \text{ g cm}^{-3}$  ve alt horizonlarda derinlikle  $1,63 \text{ g cm}^{-3}$  kadar artmaktadır. Toprakların hacim ağırlığı değerleri Kuzey

bakıda  $0,92-1,63 \text{ g cm}^{-3}$  arasındadır. Kuzey bakı orman topraklarının  $A_h$  horizonu organik madde miktarı (% 7,85), bu değer toprak çukurunda % 1,18-7,85 arasında değişmektedir. Kuzey bakı topraklarında kireç miktarı % 1,63-8,09 arasında değişim göstermiştir. Kuzey bakı toprakları pH değerleri en yüksek (7,68), en düşük (6,13)'dir ve bu duruma göre hafif alkali-hafif asit sınıfına (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) girmektedir (Çizelge 1), (Demir ve Göl, 2018).

Güney bakı araştırma alanı orman toprakları esmer orman toprağıdır. Mutlak toprak derinliği 40+ cm dir. Üst horizon toprakları granüler, alt horizon toprakları masif strüktürel yapıdadır. İnceleme zamanında toprak çukurunda tüm horizonlarda topraklar nemlice ve orta nemli yapıdadır. Orta taşlı ve üst topraklarda ince kalın, alt topraklarda kalın kök dağılışı vardır. Güney bakı orman toprak türleri KuKB (Kumlu Killi Balçık) ve KuB (Kumlu Balçık) (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) dir. Güney bakıda  $A_h$  horizonu toprakları hacim ağırlığı  $0,99 \text{ g cm}^{-3}$  ve alt horizonlarda derinlikle  $1,28 \text{ g cm}^{-3}$  kadar artmaktadır.



a)

c)



b)

d)

**Şekil 4.** Araştırma alanı Kuzey bakı (a-b), Güney bakı (c-d) örnekleme alanı ve toprak çukuru

**Çizelge 1.** Araştırma alanı Kuzey bakıda bulunan Anadolu karaçam ormanı toprak çukuru özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Bünye	Yapı	Nem	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-1</sup> )	pH (1/2,5 saf su)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	
A <sub>h</sub>	0 - 7	Hafif	Granüler	Nemlice	0,92	6,13	2,15	7,85	
A <sub>cl</sub>	7 - 22	Orta	Granüler	Nemlice	1,07	6,95	8,09	3,56	
B <sub>st</sub>	22-40	Orta	Masif	Nemlice	1,56	7,15	1,63	2,10	
C <sub>v</sub>	40+	Taşlı	Masif	Nemlice	1,63	7,68	3,72	1,18	
Bakı	: Kuzey			Yükselti	:1283m			Fizyografi	: Orta dağlık
Relief	: Dalgalı			Eğim	: % 20-30			Erozyon	: Yok
Drenaj	: İyi			Yer Altı Suyu	: Yok			Geçirgenlik	: İyi
Nem	: Orta			Tuz veya Alkali	: Hafif ve orta alkali			Taşlılık	: Orta
Kök Dağılışı	: Üst toprak, ince ve kalın seyrek; Orta toprak, bol orta ve kalın; alt toprak, seyrek orta kökler								
Diğer Özellikler	: Kapalılık 2-3, Çürüntülü mul tipi humus, A1-A2 katı Çk								

Güney bakı orman toprakları Ah horizonu organik madde miktarı (%4,18), bu değer toprak çukurunda %0,17-4,18 arasındadır. Toprak reaksiyonları (pH) 7,07-7,71 arasında değişmekte ve genel olarak hafif alkali ve alkali (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) özelliktedir. Güney bakı toprak çukurunda kireç

miktarları %1,75-4,48 arasında değişim göstermiştir. Bu bakıda üst topraklarda (0-15 cm) kireç miktarları ise % 0,29-14,57 arasındadır (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000), (Çizelge 2), (Demir ve Göl, 2018).

**Çizelge 2.** Araştırma alanı Güney bakıda bulunan Anadolu karaçam ormanı toprak çukuru özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Bünye	Yapı	Nem	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-1</sup> )	pH (1/2,5 Saf Su)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	
A <sub>h</sub>	0 - 7	Hafif	Granüler	Nemlice	0,99	6,77	1,75	4,18	
A <sub>cl</sub>	7 - 26	Orta	Granüler	Nemlice	1,15	6,72	1,93	2,16	
B <sub>st</sub>	26-62	Orta	Blok	Nemlice	1,17	7,32	3,46	0,56	
C <sub>v</sub>	62+	Taşlı	Masif	Nemlice	1,28	7,56	4,48	0,17	
Bakı	: Güney			Yükselti	:1250m			Fizyografi	: Orta dağlık
Relief	: Dalgalı			Eğim	: % 40-50			Erozyon	: Yok
Drenaj	: İyi			Yer Altı Suyu	: Yok			Geçirgenlik	: İyi
Nem	: Orta			Tuz veya Alkali	: Hafif ve orta alkali			Taşlılık	: Orta
Kök Dağılışı	: Üst topraklarda ince - bol kök, orta derinlikte bol kalın kökler, alt topraklarda seyrek, kalın ve orta kökler								
Diğer Özellikler	: Kapalılık 2-3, Çürüntülü mul tipi humus, A1-A2 katı Çk,								

### 3.2 Araştırma alanı üst toprakların (0-15 cm) fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri

Araştırma alanı kuzey bakılı orman ve güney bakılı ormanı üst topraklarının (0-15 cm) bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3' te verilmiştir.

Bağımsız iki örnek t-testi ile kuzey bakılı ve güney bakılı ormanlarındaki bazı toprak özelliklerine ilişkin ortalamalar karşılaştırılmıştır (Çizelge 4). Buna göre; kum ve kil miktarı, organik madde, hacim ağırlığı, kireç ve toprak reaksiyonu (pH) iki bakıdaki orman kuruluşu toprakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05) (F:0,001, df:58) (Çizelge 4).

Kuzey bakı üst toprakları kum miktarı %48-67, kil miktarı %16-27 arasındadır. Üst toprakların organik madde miktarı

Kuzey bakıda en düşük %4,03, en yüksek %7,83, ortalama ise %6,30 olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı 0,46-1,18 g cm<sup>-1</sup>, ortalama ise 0,86 g cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kuzey bakı üst toprakları kireç miktarı %0,29-13,84, ortalama ise %2,46 dır. Toprak reaksiyonları 6,34-7,33 arasında değişirken, ortalama pH 6,69 dır (Çizelge 3).

Güney bakıda üst toprakların kum miktarı %57-70, kil miktarı %16-22 arasında değişmiştir. Güney bakıda üst toprakların organik madde miktarı en düşük %2,75 en yüksek %7,83 ortalama olarak %4,14 olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı en düşük 0,59 g cm<sup>-1</sup>, en yüksek 1,12 g cm<sup>-1</sup> dır. Ortalama hacim ağırlığı ise 0,90 g cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Güney bakı üst toprakları kireç miktarı %0,29-14,57, ortalama ise %6,34 dır. Toprak reaksiyonları 7,07-7,71 arasında değişirken, ortalama pH 7,31 dır (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Kuzey ve Güney bakılı ormanın üst toprak (0-15 cm) özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Bakı (Yöney)	Değişkenler	Birim	N	Min.	Maks.	$\bar{X}$	SD	Çarpıklık	Basıklık	Cv (%)
Kuzey	Kum	%	30	48	67	55	4	0,70	0,61	7,98
	Kil	%	30	16	27	21	2	0,28	1,03	11,50
	Organik Madde	%	30	4,03	8,02	6,30	0,84	-0,50	0,60	13,34
	Hacim Ağırlığı	g cm <sup>-1</sup>	30	0,46	1,18	0,86	0,16	-0,64	1,00	18,22
	Kireç	%	30	0,29	13,84	2,46	3,72	2,27	4,25	151,24
	pH		30	6,34	7,33	6,69	0,72	-3,58	16,57	10,77
Güney	Kum	%	30	57	70	62	3	0,13	-0,38	5,13
	Kil	%	30	16,00	22,00	18,83	1,90	0,16	-0,82	10,06
	Organik Madde	%	30	2,75	7,83	4,14	0,98	1,93	6,38	23,55
	Hacim Ağırlığı	g cm <sup>-1</sup>	30	0,59	1,12	0,90	0,14	-0,55	-0,14	15,36
	Kireç	%	30	0,29	14,57	6,34	3,99	0,37	-0,65	62,99
	pH		30	7,07	7,71	7,31	0,13	0,65	1,86	1,79

$\bar{X}$  = Aritmetik Ortalama, SD = Standart Sapma, Cv = Varyasyon Katsayısı

### 3.3 Araştırma alanı ölü örtü özellikleri

Değişkenler	Bakı	N	$\bar{X}$	SD	t	p<0,05
Kum	Kuzey	30	55,466	4,42	-7,181	0,000**
	Güney	30	62,633	3,21		
Kil	Kuzey	30	21,333	2,45	4,416	0,000**
	Güney	30	18,833	1,89		
Organik Madde	Kuzey	30	6,297	0,84	9,173	0,000**
	Güney	30	4,141	0,97		
Hacim Ağırlığı	Kuzey	30	0,856	0,15	-1,156	0,252 <sup>ns</sup>
	Güney	30	0,900	0,13		
Kireç	Kuzey	30	2,457	3,71	-3,896	0,000**
	Güney	30	6,336	3,99		
pH	Kuzey	30	6,685	0,72	-4,652	0,000**
	Güney B	30	7,307	0,13		

Araştırma alanı Kuzey-Güney bakıda bulunan doğal Anadolu karaçam ormanı altı ölü örtü özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5'te verilmiştir.

Araştırma alanı Kuzey ve Güney bakıda, ölü örtüyü tanımlayıcı yaprak ( $O_L$ ), çürüntü ( $O_F$ ) ve humus ( $O_H$ ) tabakaları içermekte ve ayrıca ölü örtü reaksiyonları hafif asit-hafif alkalidir (Kantarıcı, 2000). Ölü örtü tüm örnek alanlarda kuru çürüntülü mul tipindedir (Çepel, 1995).

Kuzey bakı örnekleme alanından alınan 30 adet örnek noktasında ölü örtüde yaprak tabakası ( $O_L$ ) 2-5cm, çürüntü tabakası ( $O_F$ ) 2-6 cm ve humus tabakası ( $O_H$ ) 1-3 cm kalınlıkları arasında değişim göstermiştir. Ölü örtü tabakasının altında  $A_h$  (organo-mineral) horizonu 0-7 cm kalınlığındadır. Güney bakı

örnekleme alanında ölü örtüde  $O_L$  2-5 cm,  $O_F$  2-6 cm ve  $O_H$  2-3 cm,  $A_h$  horizonu 0-7 cm kalınlıkları arasındadır.

Kuzey bakılı Anadolu karaçam ormanında ölü örtü yaş ağırlık en düşük 65,28 ton ha<sup>-1</sup>, en yüksek 378,24 ton ha<sup>-1</sup> ve hektarda ortalama ölü örtü yaş ağırlık 171,70 ton ha<sup>-1</sup> dir. Bu bakıda ölü örtü kuru ağırlığı ise en düşük 46,56 ton ha<sup>-1</sup>, en yüksek 317,92 ton ha<sup>-1</sup> ve ortalama kuru ağırlık 132,28 ton ha<sup>-1</sup> dir (Çizelge 5).

Güney bakılı Anadolu karaçamı ormanında ölü örtü yaş ağırlık en düşük 36,17 ton ha<sup>-1</sup>, en yüksek ise 118,24 ton ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Güney bakı örnek alanında ortalama 70,18 ton ha<sup>-1</sup> yaş ölü örtü miktarı tespit edilmiştir. Ölü örtü kuru ağırlık en düşük 26,72 ton ha<sup>-1</sup>, en yüksek ise 86,56 ton ha<sup>-1</sup> ve ortalama 48,95 ton ha<sup>-1</sup> dir (Çizelge 5).

Kuzey bakıda ölü örtü nem miktarı en düşük %68,68, en yüksek %99,0, ortalama nem ise %90,71 dir. Güney bakı ölü örtülerinde en düşük nem %40,34, en yüksek %97,27, ortalama %72,39 dir (Çizelge 5).

Ölü örtünün reaksiyonlarına bakıldığında, Kuzey bakıda en düşük pH 5,11, en yüksek pH 6,13 ve ortalama pH 5,64 dür. Güney bakıda en düşük pH 5,07, en yüksek pH 6,21 ve ortalama pH 5,64 dür (Çizelge 5).

Ölü örtülerde elektriksel iletkenlik (EC) Kuzey bakıda 0,011-0,905 dS m<sup>-1</sup>, Güney bakıda 0,312-0,657 dS m<sup>-1</sup> değerleri arasındadır. Tuzluluk ise; Kuzey bakıda %0,1-0,9 Güney bakıda %0,1-0,9, arasındadır. Her iki orman kuruluşu tuzluluk ortalama değerleri benzer özellik göstermiş Kuzey bakıda ortalama %0,49, güney bakıda ortalama %0,44 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Farklı bakılarda ölü örtü özelliklerine ait tanımlayıcı

Bakı	Ölü Örtü Özellikleri	N	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Var. Kat (%)	
Kuzey	Yaş Ağırlık	ton ha <sup>-1</sup>	30	65,28	378,24	171,71	84,01	0,73	-0,41	48,92
	Kuru Ağırlık	ton ha <sup>-1</sup>	30	46,56	317,92	132,28	76,52	0,81	-0,46	57,84
	Nem	%	30	68,68	99,00	90,71	9,57	-1,07	-0,15	10,55
	pH		30	5,11	6,13	5,64	0,29	-0,13	-0,94	5,14
	EC	dS cm <sup>-1</sup>	30	0,011	0,905	0,507	0,24	-0,07	-0,75	-
	Tuz	%	30	0,10	0,90	0,49	0,26	0,05	-1,22	53,06
Güney	Yaş Ağırlık	ton ha <sup>-1</sup>	30	36,17	118,24	70,38	20,99	0,31	-0,31	29,82
	Kuru Ağırlık	ton ha <sup>-1</sup>	30	26,72	86,56	48,95	13,94	0,55	0,41	28,82
	Nem	%	30	40,34	97,27	72,39	18,22	-0,11	-1,42	25,16
	pH		30	5,07	6,21	5,64	0,37	0,07	-1,31	6,56
	EC	dS cm <sup>-1</sup>	30	0,312	0,657	0,461	0,10	0,32	-1,09	-
	Tuz	%	30	0,10	0,90	0,44	0,29	0,28	-1,45	65,91

Bakıya göre ölü örtü özellikleri arasındaki ilişki incelendiğinde, kuzey bakıdaki yaş ve kuru ağırlığın (ton ha<sup>-1</sup>) güney bakıya göre daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel açıdan önemi olduğu belirlenmiştir (p<0,005). Diğer

tarafından ölü örtü nem ve diğer bazı kimyasal özellikleri bakımından bakının etkilerinin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Bakının bazı ölü örtü özellikleri üzere etkileri (tek yönlü ANOVA, t-test)

Bakı	N	Ölü Örtü Özellikleri					
		Yaş Ağırlık (ton ha <sup>-1</sup> ) Ort. ±Std. Hata	Kuru Ağırlık (ton ha <sup>-1</sup> ) Ort. ±Std. Hata	Nem (%) Ort. ±Std. Hata	pH Ort. ±Std. Hata	EC (dS cm <sup>-1</sup> ) Ort. ±Std. Hata	Tuz (%) Ort. ±Std. Hata
Kuzey	30	171,71±84,01 <sup>a</sup>	132,28±76,52 <sup>a</sup>	90,71±9,57	5,64±0,29	0,507±0,24	0,49±0,26
Güney	30	70,38±20,99 <sup>b</sup>	48,95±13,94 <sup>b</sup>	72,39±18,22	5,64±0,37	0,461±0,10	0,44±0,29
		t= 6,409	t= 5,866	t= 4,656	t= 0,012	t= 0,957	t= 0,593
		p=0,000	p=0,000	p=0,791	p=0,122	p=0,062	p=0,273

Not: p<0,005, a > b, küçük harfler istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yetiştirme ortamı şartlarının değişmesi orman yapısı, ölü örtü ve toprak özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Kuzey yarım kürede Kuzey bakının komşu Güney bakıya göre hava sıcaklığı, hava ve toprak neminin, güneşlenme şiddetinin ve rüzgar özellikleri farklıdır (Cantlon, 1953). Bu nedenle kuzey bakı vejetasyon özelliklerinde farklılık göstermektedir. Kuzey bakının kendine özgü mikro iklimi orman ve onun altında bulunan ölü örtü özelliklerini güney bakıya göre değiştirmektedir. (Kutiel, 1992)'de Akdeniz ekosisteminde kuzey bakıda bulunan toprakların organik madde, Na, Cl, K, ve toplam azot miktarlarının güney bakı topraklarından daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durumun kuzey bakı vejetasyon yapısı ve ölü örtü ölü örtü özelliklerinden kaynaklandığını işaret etmiştir. Ölü örtü ise toprak yapısı ve biyolojik aktivitesini (Berg, 2018), toprak hidrolojik özelliklerini (Özhan, 1976; Schaap et al., 1997), besin döngüsünü (Shein et al., 2009) doğrudan etkilemektedir. Bu araştırma sonuçları da göstermiştir ki Kuzey bakı saf karaçam orman altı ölü miktarı, güney bakı ormanlarına göre daha yüksektir. Ölü örtü özelliklerini etkileyen temel faktörler ana kaya, vejetasyon ve iklimdir (Ponge et al., 2011; Bayrandvand et al., 2017). Çakır and Akburak (2017) aynı bölgede yürüttükleri çalışmalarında ölü miktarının değişiminde iklimsel faktörlerin etkili faktör olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada saf ve karışık meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcerelerinde yıllık ölü örtü döküm miktarının % 62-86 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Liu et al., (2004) ve Liu et al., 2013'de, benzer ekolojik özelliklere sahip meşe ve kayın ormanlarında ölü örtü miktarı açısından önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. (Badía-Villas ve Girona-García (2018)' da yükselti ve sıcaklığa bağlı olarak ölü örtü miktarı ve ayrışma hızının farklı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca toprak reaksiyonu ve toprak organik karbon miktarının da değiştiğini tespit etmişlerdir.

Kuzey bakı Anadolu Karaçam ormanları ölü örtü nem miktarları güney bakıdan daha yüksektir. Bu veriler sonucunda Anadolu karaçamı Kuzey bakılı ormanında ölü örtü birikimi ve ayrışma hızı daha yüksektir. Çünkü ayrışmayı etkileyen en önemli etkenlerden biri nemdir. Nemin yüksek olması ölü örtü ayrışmasının hızını yükseltmektedir. Gibos (2010)'da yürüttüğü çalışmada Güney bakıda sıcaklığın (1,5 °C) yüksek, nemin (%5) düşük ve solar radyasyonun (güneşlenme) (%20) yüksek olmasının ölü örtü özelliklerinin kuzey bakıya göre farklı olmasına neden olduğunu belirtmiştir. (Jasińska et al., 2019)'da kuzey bakıda ölü örtü dökümü ve birikiminin diğer bakılara göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. (Meentemeyer, 1978)'de ise küresel olarak sıcak bölgelerde ölü örtü ayrışma hızının daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Bu durumda yükselti ve nem miktarı ikincil etken faktörler olarak devreye girebilmektedir. Araştırmamızın yürütüldüğü bölge yarı kurak bir ekosistemde olması nedeni ile ölü örtü özelliklerini etkileyen faktörün bakıya bağlı olarak nemlilik olması düşünülmektedir. (Prescott et al., 2004; Zhou et al., 2008)'da nemliliğin toprak mikro organizma faaliyetlerini ve ölü örtü özelliklerini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir.

Ölü örtü miktarı ve ayrışma hızına bağlı olarak Kuzey bakı orman üst topraklarında yapı gelişimine, toprak organik madde miktarı, pH ise nispeten düşüktür. Birçok araştırmacı (Çepel, 1995; Berg and McClaugherty, 2014; Cobo et al., 2002; Çakır

and Akburak, 2017) ölü örtü miktarının toprak organik karbon miktarını doğrudan etkilediğini ifade etmiştir. Bayrandvand et al., (2017)'de üst toprak yapısal gelişimin iklim ve ölü örtü miktarına bağlı olarak farklılaştığını belirtmiştir. Sevgi ve ark., (2011)'de Karaçam ormanlarında yürüttükleri çalışmada meşcere özelliklerinin liken ölü örtü pH'sına önemli etkide bulunmadığını ancak bakı ve yükseltinin önemli düzeyde farklılaştırdığını ortaya koymuştur.

Güney ve Kuzey bakılı orman kuruluşları ölü örtülerinde reaksiyon (pH) bakımından farklılık yoktur. Kuzey bakı ölü örtü reaksiyonları nispeten daha düşüktür.

Kuzey ve güney bakı orman altı ölü örtü EC ve tuz miktarları bakımından benzer özellikleri göstermektedir. Buna karşılık ölü örtü birikim miktarı, nem ve bir hektar alandaki toplam miktar bakımından farklılık göstermiştir.

Bu çalışmada, aynı ağaç türüne ait ormanlarda topoğrafik yapının (bakı) üst toprak ve ölü örtü bazı özelliklerini etkilediği anlaşılmıştır. Yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, daha önce yürütülen benzer araştırmalarla (Irmak ve Çepel, 1974; Mudrick et al., 1994; Vitousek et al., 1994; Scowcroft et al., 2000; Sarıyıldız and Anderson, 2003; Sarıyıldız ve ark., 2008) benzerlik göstermiş, bakının ölü örtü ve toprak özelliklerini doğrudan etkilediğini belirlenmiştir.

#### Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 2209-A 1919B11602812 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. İlker Ercanlı'ya teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Aerts, R., 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79, 439–449.
- Akyürek, B., Akbaş, B., Değer, Z., 1988. 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Servisi, Çankırı E-16 Paftası, MTA Gn. Md. Jeoloji Etüt Dairesi, Ankara.
- Amorim, H.C.S., Ashworth, A.J., Zinn, Y.L., SAuer, T.J., 2022. Soil Organic Carbon and Nutrients Affected by Tree Species and Poultry Litter in a 17-Year Agroforestry Site. *Agronomy*, 12, 641–654.
- Anonim, 2001. Eldivan meteoroloji istasyonu 1977-2000 yılları iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Anşin, R. 1983. Türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fak. Dergisi*, 2(6), 318-339.
- Augustine, J.A., Capotondi, A., 2022. Forcing for multidecadal surface solar radiation trends over Northern Hemisphere continents. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 127, e2021JD036342.
- Badía-Villas, D., Girona-García, A., 2018. Soil humusc hanges with elevation in Scots pine stands of theMoncayo Massif (NE Spain). *Applied Soil Ecology*. 123, 617-621.
- Bayrandvand, M., Kooch, Y., Hosseini, S.M., Alberti, G., 2017. Humus forms in relation to altiutude and forest type in the

- Northern mountainous regions of Iran. For. Ecol. Manag., 385, 78-86.
- Berg, B., 2018. Decomposing litter; limit values; humus accumulation, locally and regionally. Applied soil ecology 123, 494-508.
- Berg, B., McClaugherty, C., 2014. Plant litter, Decomposition, humus formation, carbon sequestration. Third Edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Blake, G. R., Hartge K. H., 1986. Bulk density and particle density. in: Methods of Soil Analysis Part1. Physical and Mineralogical Methods. P: 363-381. Asa. and Sssa. Agronomy Monograph No: 9 Madison, Wisconsin USA.
- Bot, A., Benites, J., 2015. The Importance of Soil Organic Matter, Key to Drought-resistant Soil and Sustained Food and Production. FAO, Rome.
- Bouyoucos, G. J. A., 1951. Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal (Journal of American Society of Agronom) 43, 434-438.
- Cantlon, J.E., 1953. Vegetation and microclimates on north and south slopes of cusetunk mountain, New Jersey. Ecol. Monogr. 23, 241-270.
- Chu, H., Xiang, X., Yang, J., Adams, J., Zhang, K., Li, Y., Shi, Y., 2016. Effects of slope aspects on soil bacterial and arbuscular fungal communities in a boreal forest in China. Pedosphere 26, 226-234.
- Cobo, J.G., Barrios, E., Kass, D.C.L., Thomas, R.J., 2002. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. Plant Soil 240, 331-342.
- 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.
- Çakır, M., Akburak, S., Sargıncı, M., 2019. Çankırı Bölgesi Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinde Ölüörtü Ayırışması ile Mikroeklembacaklılar ve Mikrobiyal Aktivitenin Zamansal Değişimi ve Toprağa Verilen Besin Maddeleri. TÜBİTAK Proje Raporu, Proje No: 2150572, Ankara.
- Çakır, M., Çakır, F., Yalçıntekin, H.İ., 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 6(2), 82-90.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, ISBN: 975-404-061-3, İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M., 1980. Bolu-Aladağ orman ekosistemlerinde Sarıçam'ın (*Pinus silvestris* L.) boy artımı ile relief ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A (30), 1.
- Demir, K., Göl, C., 2018 TÜBİTAK 2209-A 1919B11602812 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projesi sonuç raporu, Ankara.
- Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3244, O.F.Yayın No: 368, İstanbul, s. 72.
- Gibbs, K.E., 2010. Effect of slope and aspect on litter layer moisture content of lodgepole pine stands in the eastern slopes of the Rocky Mountains of Alberta. Faculty of Forestry, University of Toronto.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., 2009. The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdami river catchment in Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(5), 825-830.
- Göl, C., Sezgin, M., Dölerslan, M., 2010. Evaluation of soil properties and flora under afforestation and natural forest in semi-arid climate of central Anatolia. Journal of Environmental Biology, 31(1), 21-31.
- Irmak, A., 1967. Türkiye orman toprakları ve ekoloji saharındaki araştırmalara toplu bir bakış, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B(II):1.
- Irmak, A., Çepel, N., 1968. Belgrad ormanında seçilen birer kayın, meşe ve karaçam meşceresinde yıllık yaprak dökümü miktarı ve bu yolla toprağa verilen besin maddelerinin tesbiti üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A (XVIII), 2.
- Irmak, A., Çepel, N., 1974. Bazı Karaçam, Kayın ve Meşe meşcerelerinde ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1973, O.F.Yayın No: 204, İstanbul, s. 48.
- Jasińska, J., Sewerniak, P., Markiewicz, M., 2019. Links between slope aspect and rate of litter decomposition on inland dunes. Catena, 172, 501-508.
- Kantarıcı, M.D., 1980a. Belgrad ormanı toprak tipleri ve orman yetiştirme ortamı birimlerinin haritalanması üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 2636, Fak.No: 275, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1980b. Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey yamacında Uludağ Göknaarı ibrelerindeki mineral madde miktarlarının yükselti-iklim kuşaklarına göre değişimi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(30) 2,135-153.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi Ders Kitabı (2. baskı), İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.
- Karaöz, Ö., 1991. Atatürk Arberatumu'ndaki Bazı İğne Yapraklı Plantasyonlarda Ölü Örtünün Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A41(2), 68-86.
- Karatepe, Y., 2004. Gölcük (Isparta)'te Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 1-16.
- Koray, E.Ş., Tolunay, D., 2020. Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinde döküm ile ekosisteme giren besin maddesi miktarları. Türkiye Ormancılık Dergisi, 21(3), 201-214.
- Kutiel, P., 1992. Slope aspect effect on soil and vegetation in a Mediterranean ecosystem. Isr. J. Plant. Sci. 41, 243-250.
- Liao, C., Long, C., Zhang, Q., Cheng, X., 2021. Stronger effect of litter quality than micro-organisms on leaf and root litter C and N loss at different decomposition stages following a subtropical land use change. 36(4), 896-907.
- Liu, C., Westman, C.J., Berg, B., Kutsch, W., Wang, G.Z., Man, R., Ilvesniemi, H., 2004. Variation in litterfall-climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia. Global Ecology and Biogeography 13(2), 105-114.



- Liu, M., Li, W., Wang, G., 2013. The effects of slope aspect on plant and soil properties in sub-alpine meadow of China. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(3-4), 2639-2643.
- Meentemeyer, V., 1978. Microclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 59, 465-472.
- MGM., 2019. Çankırı Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mudrick, D.A., Hoosein, M., Hicks, R.R., Townsend, E.C., 1994. Decomposition of leaf litter in an Appalachian forest: effects of leaf species, aspect, slope position and time. *Forest Ecology and Management*, 68, 231-250.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*, SSSA Book Ser. 5. 3. Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 961-1010.
- OGM, 2011. 2011-2030 Çankırı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı, Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı.
- OGM, 2015. 1996-2015 Amenajman Planı, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği Amenajman Planı, Çankırı.
- OGM, 2021. Ormanlık İstatistikleri 2019. <https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx?RootFolder=%2Fekutuphane%2FIstatistikler%2FOrman%20B11%20C4%20B1k%20%20C4%20statistikleri&FolderCTID=0x012000301D182F8CB9FC49963274E712A2DC00&>.
- Özhan, S., 1976. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A(XXVI)*, 1.
- Peng, Y., Holmstrup, M., Schmidt, I.K., Schrijver, A., Schelfout, S., Hedeneç, P., Zheng, H., Bachega, L. R., YUe, K., Vesterdal, L., 2022. Litter quality, mycorrhizal association, and soil properties regulate effects of tree species on the soil fauna community. *Geoderma*, 407, 115570.
- Ponge, J. F., Jabiol, B., Gégout, J.C., 2011. Geology and climate conditions affect more humus forms than forest canopies at large scale in temperate forests. *Geoderma*, 162, 187-195.
- Prescott, C.E., Blevins, L.L., Staley, C.L., 2004. Litter decomposition in BC forests: controlling factors and influences of forestry activities. *Br. Columbia J. Ecosyst. Manage.*, 5, 30-43.
- Richard, H.L., Donald, L.S., 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No. 5. Madison-USA. pp: 437-475.
- Sarıyıldız, T., Anderson, J.M., 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biology & Biochemistry*, 35, 391-399.
- Sarıyıldız, T., Anderson, J.M., Kucuk, M., 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 1695-1706.
- Sarıyıldız, T., Savacı, G., Parlak, S., Gencal, A., 2022. Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) meşcerelerinin toprak organik karbon, toplam azot ve besin element konsantrasyonları ve stokları üzerinde bakı ve yükseltinin etkisi. *A.Ç.Ü. Orman Fak. Derg.*, 23(2), 159-174.
- Sarıyıldız, T., Varan, S., Duman, A., 2008. Ölü Örtü Ayrışma Oranları Üzerinde Kimyasal Bileşenlerin ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Etkisi: Artvin ve Ankara Yöresine Ait Örnek Bir Çalışma. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 8(2), 109-119.
- Saygılı, R., 2020. <http://cografyaharita.com/haritalarim/4mic-anadolu-bolge-si-bolumler-haritasi.png> (Erişim Tarihi: 07.12.2022).
- Schaap, M., Bouten, W., Verstraten, J., 1997. Forest floor water content dynamics in Douglas fir stand. *Journal of Hydrology*, 201(1-4), 367-383.
- Scowcroft, P.G., Turner, D.R., Vitousek, P.M., 2000. Decomposition of *Metrosideros polymorpha* leaf litter along elevational gradients in Hawaii. *Global Change Biology*, 6 (1), 73-85.
- Sevgi, O., 2003. Bayramiç İşletmesi'nde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Yükseltiyeye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri. *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı Doktora Tezi, İstanbul*, s. 221, (Yayınlanmamış).
- Sevgi, O., Tecimen, H.B., Çobanoğlu, G., Sevgi, E., Yılmaz, O.Y. 2011. Alaçam Dağları Karaçam Ormanlarının Liken Ölü Örtü pH'sının İrdelenmesi. *İ.Ü. Orman Fakültesi dergisi*, 61(2), 45-52.
- Sewerniak, P., Jankowski, M., 2017. Topographically-controlled site conditions drive vegetation pattern on inland dunes in Poland. *Acta Oecol.*, 82, 52-60.
- Shein, E., Bannikov, M., Troshina, O., Churkina, O., 2009. Temperature field of complex soils (by the example of the Vladimir opolie region). *Eurasian Soil Science* 42(2), 129-136.
- Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(1), 45-88.
- U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis improvement of saline and alkali soils*. Agri. Handbook, No: 60, USDA.
- Vitousek, P.M., Turner, D.R., Parton, W.J., Sandford, R.L., 1994. Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: patterns, mechanisms and models. *Ecology*, 75, 418-429.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. *Dendroloji Ders Kitabı*. İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü. Y. No: 4265, Fakülte Y. No: 465, İstanbul.
- Zengin, M., 1998. Farklı Meşçereler Altındaki Ölü Örtü ve Toprakların Bazı Hidro- Fiziksel Özellikleri. *Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bakanlık Yayın No: 058, Müdürlük Yayın No:219, İzmit*.
- Zhou, G., Guan, L., Wei, X., Tang, X., Liu, S., Liu, J., Zhang, D., Yan, J., 2008. Factors influencing leaf litter decomposition: an intersite decomposition experiment across China. *Plant Soil*, 311(1), 61-72.



## Kitle kaynaklı veriler kullanılarak anıt ağaçların 3 boyutlu modellenmesi: Boab hapishane ağacı örneği

Ahmet USLU <sup>1</sup>, Murat UYSAL <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kütahya, Türkiye  
<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/11/2022  
Kabul Tarihi : 26/12/2022  
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1204041>  
\*Sorumlu Yazar:  
[ahmet.uslu1@dpu.edu.tr](mailto:ahmet.uslu1@dpu.edu.tr)

### ÖZ

Günümüzde akıllı telefonlar ve mobil uygulamalardaki teknolojik ilerlemelerle birlikte kitle kaynak kullanımı, geniş bir araştırma yelpazesinde verilerin toplanması ve paylaşılması bakımından ortak bir paradoks haline gelmiştir. Özellikle, sosyal medya platformlarında (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube ve Vimeo) herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve videolar, nesnelerin üç boyutlu (3B)

gerçekliğe dayalı dijital modellerini oluşturmak için zaman ve maliyet açısından etkin bir yaklaşım sağlamaktadır. Bu çalışmada, Flickr platformundan ücretsiz olarak elde edilen fotoğraflar ve Hareket ile Nesne Oluşturma (SfM) tekniği kullanılarak Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, Flickr'da paylaşılan kitle kaynaklı fotoğrafların, doğal mirasın 3B belgelenmesi için veri kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Çalışma, SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanılarak doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi alanında çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için referans oluşturabilecek yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal miras, Kitle kaynak kullanımı, Boab Hapishane Ağacı, Flickr, SfM, 3B modelleme

### Araştırma Makalesi

## 3D modeling of monumental trees using crowdsourced data: a case study of the Boab prison tree

### ABSTRACT

Nowadays, with the technological advances in smartphones and mobile applications, crowdsourcing has become a common paradox in terms of collecting and sharing data in a wide range of research. In particular, photos and videos shared publicly on social media platforms (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube, and Vimeo) provide a time and cost effective approach to generating three-dimensional (3D) reality-based digital models of objects. In this study, it is aimed to 3D modelling of the Boab Prison Tree using the free photos obtained from the Flickr platform and the Structure From Motion (SfM) technique. The results of the study show that crowdsourced photos shared on Flickr can be used as a data source for 3D documentation of natural heritage. The study aims to reach researchers who work in the field of 3D documentation of natural and cultural heritage using SfM technique and social media photographs and offers an innovative approach that can be a reference for the conservation of monumental trees and their transfer to the next generation.

**Key Words:** Natural heritage, crowdsourcing, Boab prison tree, flickr, SfM, 3D modeling

### Citing this article:

Uslu, A., Uysal, M., 2022. Kitle kaynaklı veriler kullanılarak anıt ağaçların 3 boyutlu modellenmesi: Boab hapishane ağacı örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 98-103.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Anıt ağaçlar, yaş, çap ve boy itibarıyla kendi türünün alışılmış ölçülerinin çok üzerinde boyutlara ulaşan, bölgenin kültürü ve tarihinde özel yeri bulunan, insanlığın ortak doğal mirası olarak geçmiş ile gelecek arasında köprü kuran tabiat varlıkları olarak tanımlanmıştır (Asan, 1987). Anıt ağaçlar doğal ve beşerî etmenler nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu nedenle anıt ağaçların tespiti, tescillenmesi ve dijital olarak yeniden yapılandırılması büyük önem taşımaktadır. Gerçekliğe dayalı dijital belgeleme, nesnelerin ölçüldüğü, üç boyutlu (3B) modellendiği ve dijital ortamda saklandığı bir uygulamadır (Remondino ve ark., 2010). Gerçekliğe dayalı dijital belgeleme sürecinde kullanım kolaylığı, düşük maliyet ve geometrik doğruluk sağlayan güçlü yaklaşımlardan biri Hareket ile Nesne Oluşturma (SfM) Fotogrametrisi tekniğidir (Remondino ve ark., 2010). Bu teknik, iki boyutlu (2B) görüntülerden güvenilir, hassas ve ayrıntılı 3B fotogerçekçi model üretimi sağladığı için 3B dijital belgeleme araştırmalarında sıklıkla kullanılmıştır (Themistocleous, 2017; Doulamis ve ark., 2020; Uslu ve Uysal, 2021; Alsadik, 2022; Uslu, 2022).

Günümüzde akıllı telefonlar, mobil uygulamalar ve sosyal ağ platformlarındaki teknolojik ilerlemelerle birlikte kitle kaynak kullanımı, geniş bir araştırma yelpazesinde verilerin toplanması ve paylaşılması bakımından ortak bir paradoks haline gelmiştir (Aljoufie ve Tiwari, 2022; Lee ve ark., 2022; Plikynas ve ark., 2022). Özellikle, sosyal medya platformlarında (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube ve Vimeo) herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve videolar, kültürel mirasın 3B gerçekliğe dayalı dijital modellerini oluşturmak için zaman ve maliyet açısından etkin bir yol sağlamaktadır (Snaveley ve ark., 2006; Alsadik ve ark., 2015; Alsadik, 2016; Somogyi ve ark., 2016; Themistocleous, 2017). Bu görüntülerden oluşturulan 3B modeller, görselleştirme ve doğruluk açısından tutarlıdır (Alsadik, 2016). Adil kullanım doktrini, sosyal medya uygulamalarında başkalarının telif hakkıyla korunan materyali, sahibinin izni olmadan öğretim, burs ve araştırma gibi amaçlarla makul bir şekilde kullanılmasına izin vermektedir (Themistocleous, 2017).

Son yıllarda, video, hava verileri ve sosyal medya fotoğraf koleksiyonlarından elde edilen görüntülerle 3B modelleme alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Literatürde, SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanarak kültürel mirasın 3B modellenmesi (Kyriakaki ve ark., 2014; Somogyi ve ark., 2016; Themistocleous, 2017; Doulamis ve ark., 2020; Uslu ve Uysal, 2021; Alsadik, 2022), afetler, yangınlar ve savaşlar nedeniyle yok olan kültür varlıklarının dijitalleştirilmesi (Stathopoulou ve ark., 2015; Vincent ve ark., 2015; Wahbeh ve ark., 2016) ve 3B kent modellerinin oluşturulması (Snaveley ve ark., 2008; Agarwal ve ark., 2011) üzerine araştırmalar yapılmıştır. Ancak SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanarak anıt ağaçların 3B modellenmesi üzerine yapılmış bilimsel bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu boşluğu doldurmak için çalışmada, Flickr platformundan ücretsiz olarak elde edilen fotoğraflar ve SfM tekniği kullanarak Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modellenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Python tabanlı Uygulama Programlama Arayüzü (API) ile Flickr'dan anıt ağacın fotoğraflarının elde edilmesi, SfM ve görüntü eşleştirme teknikleri kullanarak 3B yoğun nokta bulutunun ve 3B katı modelin oluşturulması için bir iş akışı

sunulmuştur. Boab Hapishane Ağacı'nın zemin ölçümleri yapılamadığı için bu çalışmada elde edilen sonuçlar yalnızca 3B görselleştirme ve bilgi edinme amaçlı kullanılabilir. Çalışma, SfM tekniği ve kitle kaynaklı sosyal medya fotoğrafları kullanılarak doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi üzerine çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için referans oluşturabilecek yenilikçi bir iş akışı sunmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı ve çalışmanın materyalleri

Boab Hapishane Ağacı, Batı Avustralya'daki küçük Derby kasabasının 6 km güneyinde yer almaktadır. Yaşı yaklaşık 1500, çevresi 14,7 m ve içi boş olan anıt ağaç, her yıl binlerce kişi tarafından ziyaret edilen önemli bir turistik cazibe merkezidir (Grant ve Harman, 2017). Aborjin halkının modern bir Avustralya kurmaya çalışan Avrupalı pastoralistlere karşı çıktıkları için hapsedildiği tarihi bir yer olarak bilinmektedir (Grant ve Harman, 2017). Şekil 1'de Boab Hapishane Ağacı gösterilmiştir.



Şekil 1. Boab Hapishane Ağacı (Wikipedia, 2022)

Çalışmada veri kaynağı olarak, Sekoya Ulusal Parkı ziyaretçileri tarafından Flickr'da paylaşılan Boab Hapishane Ağacı'nın fotoğrafları, fotogrametrik değerlendirme ve 3B nokta bulutu oluşturma işlemleri için VisualSfM yazılımı ve son olarak 3B katı model oluşturma işlemleri için ise CloudCompare yazılımı kullanılmıştır.

VisualSfM yazılımı ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması, farklı çekim açısına ve çözünürlüğe sahip fotoğraflardan başarılı bir şekilde 3B yoğun nokta bulutu oluşturmaya (Frahm ve ark., 2010) dolayısıyla tercih edilmiştir. CloudCompare yazılımı da ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması, verimli bir nokta bulutu işleme arayüzüne sahip olması, son teknoloji doku oluşturma fonksiyonlarını içermesi, algoritmalara ve tüm parametrelere erişim imkânı sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir.

### 2.2 Çalışmanın yöntemi

Çalışmanın yöntemi Flickr platformundan sosyal medya fotoğraflarının elde edilmesi ve elde edilen fotoğraflar ile SfM

tekniklerini kullanarak 3B model oluşturma aşamalarından oluşmaktadır. Şekil 2’de çalışmanın yöntemi gösterilmiştir.



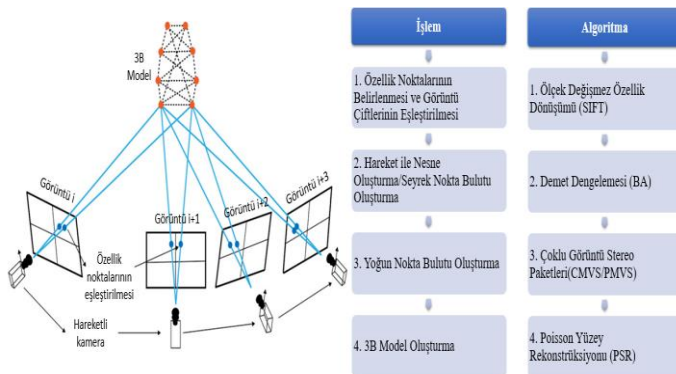
Şekil 2. Çalışmanın yöntemi

### 2.2.1 Sosyal medya fotoğraflarının elde edilmesi

Çalışmada diğer sosyal medya platformlarına kıyasla ücretsiz API desteği sağlaması nedeniyle veri kaynağı olarak Flickr platformu seçilmiştir. Flickr, sosyal medya kullanıcılarının fotoğraf ve videolarını paylaştıkları bir sosyal ağ uygulamasıdır (URL-2). Flickr’da herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve fotoğraflara ilişkin meta veriler, özel API’ler aracılığıyla indirilebilir (Uslu ve Uysal, 2021). Metaveri kaydı, fotoğrafı tanımlayan benzersiz nitelikleri (fotoğraf kimliği ve fotoğrafa bağlanan URL), zamansal nitelikleri (fotoğrafın çekilme tarihi ve saati), coğrafi nitelikleri (enlem ve boylam), metinsel nitelikleri (başlık, açıklama ve etiketler) ve fotoğraf sahibiyile ilgili özellikleri (kullanıcı kimliği, ülke ve şehir) içermektedir. Ücretsiz olmasına rağmen, Flickr API, veri tabanının çökmesini önlemek için sonuç sayısını sorgu başına 4000 kayıtlı sınırlamaktadır (Flickr, 2022).

### 2.2.2 SfM tekniği ile 3B model oluşturma

SfM tekniği, kamera konumu ve geometrisinin bilinmediği durumlarda bir dizi sırasız görüntülerinden bir sahnenin 3B modelini elde etmeyi sağlayan bir fotogrametri tekniğidir (Snaveley ve ark., 2008). SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlem adımları ve algoritma akışı Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlem adımları ve algoritma akışı (Gao ve ark.; Xue ve ark., 2021 düzenlenmiştir)

Bu işlem adımları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır:

- SfM algoritmasını uygulamadan önce tamamlanması gereken birkaç adım vardır. Odak uzaklığı, orijinal görüntünün EXIF (Değişebilir Görüntü Dosyası Formatı) bilgisinden elde edilir. Görüntü özellikleri, SIFT (Ölçek Değişmez Özellik Dönüşümü) algoritması (Lowe, 1999) ile çıkarılır. Özellik noktaları daha sonra K-boyutlu ağaç modeli kullanılarak iki görüntü arasında eşleştirilir. Eşleşen her görüntü çifti için epipolar geometri koşulları hesaplanır. Görüntü eşleştirmeyi optimize etmek için rastgele örnek konsensüs algoritması kullanılır. Farklı görüntü çiftlerinde aynı öznelik noktası sürekli olarak algılanırsa, hareket ve iz oluşur (Snaveley ve ark., 2008).
- SfM algoritmasının ilk adımı, doğrusal olmayan en küçük kareler optimizasyon yöntemi olan demet ayarlamasını başlatmak için uygun görüntü çiftlerini seçmektir. İlk görüntü çifti için grup ayarlaması tamamlandıktan sonra, yeni grup ayarlamalarını yinelemeli olarak yürütmek amacıyla yeni görüntü çiftleri art arda eklenir. Yeni görüntü çifti olmadığında demet ayarlama işlemi tamamlanır. Ardından, tahmini kamera parametreleri ve seyrek nokta bulutu elde edilir (Snaveley vd., 2008; Wu vd., 2011).
- SfM tekniğinden elde edilen parametreler, CMVS (Çoklu Görüntülü Stereo için Kümeleme Görünümleri) ve PMVS (yama tabanlı çok görüntülü stereo görüş) algoritmaları (Furukawa ve Ponce, 2009) kullanılarak yoğunlaştırılmış bir nokta bulutu oluşturulur. CMVS/PMVS işleminden önce hesaplama verimliliği için görüntüler konumlarına göre kümelendirir. Bu şekilde, her kümenin (yani görüntü grubu) yoğun nokta bulutu ayrı ayrı hesaplanır (Ahmadabadian ve ark., 2013).
- Poisson denklemi (Kazhdan ve Hoppe, 2013) çözümlenerek yoğun nokta bulutu modelinin yüzey bilgilerini temsil eden örtük denklem elde edilir. Yüzey çıkarımı ile geometrik varlık bilgisine sahip yüzey modeli ve görüntülerde görünen nesnenin 3B modeli oluşturulur (Kazhdan ve Hoppe, 2013).

Bu çalışmada, SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlemi için üç aşamayı yerine getirmek için VisualSfM yazılımı ve son aşamayı gerçekleştirmek için de CloudCompare yazılımı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1 Flickr platformundan fotoğrafların elde edilmesi

Boab Hapishane Ağacı’nın Flickr platformunda “Boab Prison Tree” etiketi ile kayıtlı 768 adet fotoğrafı, Flickr API’ye ücretsiz erişim sağlayan Python betiği aracılığıyla orijinal boyutlarında, yaklaşık 1,5 saatte indirilmiştir. Veri seti, Boab Hapishane Ağacı’nın fotoğraflarını ve fotoğraflara ait bilgileri (fotoğraf kimliği, çekilme tarihi, kullanılan etiket, enlem ve boylam) içermektedir. İnternet fotoğraf koleksiyonları sırasızdır. Ayrıca, sahne görüntüleri ile katı bir geometriyi paylaşmayan çok sayıda yanlış etiketlenmiş "aykırı" fotoğraf içerirler (Frahm ve ark., 2008). Bu bağlamda fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı ile ilgisi olmayan ve düşük çözünürlükteki fotoğraflar kapsam dışı bırakılmış ve geriye kalan 488 adet

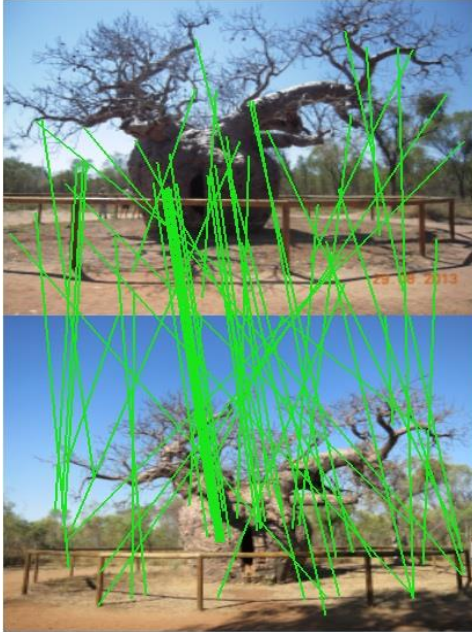
fotoğraf çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Şekil 4’te çalışmada kullanılan fotoğraf koleksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan Flickr fotoğrafları

### 3.2 Sosyal medya fotoğraflarını ve SfM tekniğini kullanarak 3B model oluşturma

Bu aşmada, ilk olarak Boab Hapishane Ağacı’nın fotoğrafları VisualSfM yazılımına yüklenmiştir. Yazılım, SIFT algoritması ile ardışık örtüşen görüntülerdeki özellikleri belirler ve bunları görüntü çiftleri arasında eşleştirir. Bu işlemde her görüntü diğer tüm görüntülerle eşleştiğinden, eşleştirme süresi görüntülerin boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Şekil 5’te SIFT algoritması ile oluşturulan özellik vektörlerinin bir örneği gösterilmiştir.



Şekil 5. SIFT algoritması ile oluşturulan özellik vektörlerinin bir örneği

Sonraki adımda demet ayarlama tekniği ile görüntü kümesindeki en belirgin özelliklerin 3B koordinatlarını temsil eden seyrek nokta bulutu üretilmiştir. Şekil 6’da 488 görüntünün çekim konumları ve seyrek nokta bulutu gösterilmektedir.



Şekil 6. Fotoğrafların çekim konumları ve seyrek nokta bulutu

Daha sonra seyrek nokta bulutu çıktısından orijinal görüntü piksellerindeki renk bilgilerini koruyan çok daha yoğun bir nokta bulutu oluşturmak için CMVS ve PMVS algoritmaları kullanılmıştır. Yoğun nokta bulutu, Boab Hapishane Ağacı’nın etrafındaki arka plandan gelen gürültüyü de içermektedir. VisualSfM yazılımı, düzenleme araçlarını içermediğinden dolayı gürültülü noktaları temizlemek ve 3B model oluşturmak için CloudCompare yazılımı kullanılmıştır. Bu bağlamda yoğun nokta bulutu, her noktanın renk ve 3B koordinatları hakkında bilgi içeren bir Çokgen Dosya Biçimi (.ply) olarak kaydedilmiş ve CloudCompare yazılımına aktarılmıştır. Şekil 7’de gürültülü noktaları temizlenmiş yoğun nokta bulutu gösterilmektedir.



Şekil 7. Boab Hapishane Ağacı’nın yoğun nokta bulutu (1,453,180 adet nokta)

Bu işlemlerin ardından 3B yoğun nokta bulutu, dokulu ve üçgen örgülü bir 3B yüzey oluşturmak için CloudCompare yazılımının Poisson Yüzey Rekonstrüksiyon algoritması ile işlenmiş ve Boab Hapishane Ağacı’nın gerçekçi bir 3B dijital temsili elde edilmiştir (Şekil 8).

3B dijital modelin şeklinin ve dokusunun oldukça başarılı olduğu ancak fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı’nın taç (dallar ve yapraklar) yapısına ait yeterince fotoğraf bulunmadığı için anıt ağacın taç yapısının ayrıntılı 3B modeli elde edilememiştir. Bununla birlikte havadan çekilmiş fotoğraf eksikliğine bağlı olarak anıt ağacın gövdesinin üst bölümünü oluşturan bazı yüzeylerin nokta bulutunda boşluklar oluştuğu ve bu yüzeylerin pürüzlü olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8. Boab Hapishane Ağacı'nın 3B Dijital Modeli

#### 4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sosyal medya fotoğraf koleksiyonlarından 3B modelleme, büyük potansiyele sahip, aktif bir araştırma konusudur. Fotogrametri ve Bilgisayarla Görme alanlarındaki ilerlemeler, nesnelerin 2B fotoğraflarını kullanarak 3B modellerini oluşturan SfM gibi önemli atılımlara yol açmıştır (Kyriakaki ve ark., 2014). Bu çalışma, SfM tekniğine ve sosyal medya fotoğraflarına dayalı olarak kültürel ve doğal mirasın 3B belgelenmesi alanında çalışmalar yapan araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve yönetimi için referans oluşturabilecek yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. İş akışı, Batı Avustralya'daki küçük Derby kasabasının 6 km güneyinde yer alan Boab Hapishane Ağacı'na uygulanmıştır. Bu kapsamda Boab Hapishane Ağacı'nın Flickr'da paylaşılan fotoğrafları Python tabanlı özel API'ler aracılığıyla otomatik olarak indirilmiş ve bir fotoğraf koleksiyonu oluşturulmuştur. Fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı ile ilgisi olmayan, düşük çözünürlükteki fotoğraflar kapsam dışı bırakılmış ve 488 adet fotoğraf çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Bu veri seti VisualSfM yazılımına aktarılmış, yazılımının SFM ve PMVS / CMVS işlevleri kullanılarak anıt ağacın 3B seyrek ve yoğun nokta bulutları oluşturulmuştur. Daha sonra CloudCompare yazılımında yoğun nokta bulutu etrafında istenmeyen gürültülü noktalar temizlenmiş ve yazılımın Poisson Yüzey Rekonstrüksiyon algoritması ile Boab Hapishane Ağacı'nın 3B dijital modeli elde edilmiştir. 3B dijital modelin şeklinin ve dokusunun oldukça başarılı olduğu ancak fotoğraf koleksiyonunun içerisinde havadan çekilmiş fotoğraf eksikliğine bağlı olarak anıt ağacın taç (dallar ve yapraklar) yapısını oluşturan bazı yüzeylerin nokta bulutunda boşluklar oluştuğu ve

bu yüzeylerin pürüzlü olduğu görülmüştür. Alsadik, (2016); Themistocleous, (2017); Uslu ve Uysal, (2021) araştırmalarında bu soruna dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar, bu sorunun üstesinden gelmek için diğer sosyal medya ağlarında kayıtlı görüntüler ve videolar kullanılarak nokta bulutunun iyileştirilebileceği ve 3B modelin doğruluğunun artırılacağı önerisinde bulunmuşlardır. Anıt ağacın sahada ölçümleri ve detaylı geometrik belgelenmesi yapılmadığı için 3B dijital modelin doğruluk araştırması yapılamamıştır. Bu nedenle Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modeli sadece görselleştirme ve bilgi edinme amaçlı kullanılabilir. Çalışmanın sonuçları, Flickr'da paylaşılan fotoğrafların, doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi için veri kaynağı olarak uygunluğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları ve sonuçları göz önünde bulundurularak gelecekteki araştırmalara yönelik bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Çalışma alanından veri elde etmenin mümkün olmadığı durumlarda ve eksik veri sorununun üstesinden gelebilmek için sosyal medya fotoğrafları, kültürel ve doğal mirasın dijital bir temsilini oluşturmak amacıyla kullanılabilir.
- Çalışmada açıklanan metodoloji, kültür ve tabiat varlıklarının video görüntülerinden 3B modeller ve ortofoto görüntüler oluşturmak için kullanılabilir.
- Kültür ve tabiat varlıklarının farklı zamanlarda çekilmiş sosyal medya fotoğrafları kullanılarak bu varlıkların üzerinde meydana gelebilecek hasarları gözlemlemek ve analiz etmek mümkün hale gelebilir.
- Doğal afetler, savaşlar, çatışmalar, terörizm vb. gibi nedenlerden dolayı erişim sağlanamayan kültür ve tabiat varlıklarının 3B modellerini oluşturmak amacıyla sosyal medya ağlarına yüklenen, yerden veya havadan çekilen fotoğraflar ve videolar veri kaynağı olarak kullanılabilir.
- Sosyal medya fotoğrafları ve SfM tekniği kullanılarak oluşturulan 3B modeller sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik teknolojilerine aktarılabilir. Böylece kültürel ve doğal miras alanları sanal ortamlara dönüştürülebilir.

Son yıllarda sosyal medya kullanımının yaygınlaşması, fotoğraf ve video kalitesinin daha yüksek çözünürlüklü hale gelmesine bağlı olarak çalışmada uygulanan yöntem, geleneksel yer ölçümleri ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin yanı sıra kültürel ve doğal miras alanlarının izlenmesi için bir alternatif sunmakta ve gelecekteki araştırmaların önünü açmaktadır.

## Kaynaklar

- Agarwal, S., Furukawa, Y., Snavely, N., Simon, I., Curless, B., Seitz, S. M., Szeliski, R., 2011. Building rome in a day. *Communications of the ACM*, 54(10), 105-112.
- Ahmadabadian, A. H., Robson, S., Boehm, J., Shortis, M., Wenzel, K., Fritsch, D., 2013. A comparison of dense matching algorithms for scaled surface reconstruction using stereo camera rigs. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 78, 157-167.
- Aljoufie, M., Tiwari, A., 2022. Citizen sensors for smart city planning and traffic management: crowdsourcing geospatial data through smartphones in Jeddah, Saudi Arabia. *GeoJournal*, 87(4), 3149-3168.
- Alsadik, B., Gerke, M., Vosselman, G., 2015. Efficient use of video for 3D modelling of cultural heritage objects. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(3), 1.
- Alsadik, B., 2016. Crowdsourcing and web-published videos for 3D documentation of cultural heritage objects. *Journal of Cultural Heritage*, 21, 899-903.
- Alsadik, B., 2022. Crowdsourcing Drone Imagery—A Powerful Source for the 3D Documentation of Cultural Heritage at Risk. *International Journal of Architectural Heritage*, 16(7), 977-987.
- Asan, Ü., 1987. Türkiye ormanlarında saptanabilen anıt nitelikli ağaçların dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37(2).
- Doulamis, A., Voulodimos, A., Protopapadakis, E., Doulamis, N., Makantasis, K., 2020. Automatic 3D Modeling and Reconstruction of Cultural Heritage Sites from Twitter Images. *Sustainability*, 12(10), 4223.
- Flickr, 2022. Fotoğraf paylaşım platformu ve sosyal ağ aracı. SmugMug, <https://www.flickr.com>, Erişim:10.11.2022.
- Frahm, J. M., Pollefeys, M., Lazebnik, S., Gallup, D., Clipp, B., Raguram, R., Wu, C., Zach C., Johnson, T., 2010. Fast robust large-scale mapping from video and internet photo collections. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(6), 538-549.
- Furukawa, Y., Ponce, J., 2009. Accurate, dense, and robust multiview stereopsis. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 32(8), 1362-1376.
- Gao, Z., Doi, A., Sakakibara, K., Hosokawa, T., Harata, M., 2021. Three-Dimensional Measurement and Three-Dimensional Printing of Giant Coastal Rocks. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(6), 404.
- Grant, E., Harman, K., 2017. Inventing a Colonial Dark Tourism Site: The Derby Boab “Prison Tree”. In *The Palgrave Handbook of Prison Tourism* (pp. 735-759). Palgrave Macmillan, London.
- Kazhdan, M., Hoppe, H., 2013. Screened poisson surface reconstruction. *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, 32(3), 1-13.
- Kyriakaki, G., Doulamis, A., Doulamis, N., Ioannides, M., Makantasis, K., Protopapadakis, E., Hadjiprocopis, A., Wenzel, K., Fritsch, D., Klein, M., Weinlinger, G., 2014. 4D Reconstruction of Tangible Cultural Heritage Objects from Web-Retrieved Images. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 3(2), 431-452.
- Lee, J. Y., Wang, S., Figueroa, A. J., Strey, R., Lobell, D. B., Naylor, R. L., Gorelick, S. M., 2022. Mapping Sugarcane in Central India with Smartphone Crowdsourcing. *Remote Sensing*, 14(3), 703.
- Lowe, D. G., 1999. Object recognition from local scale-invariant features. In *Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision* (Vol. 2, pp. 1150-1157).
- Plikynas, D., Indriulionis, A., Laukaitis, A., Sakalauskas, L., 2022. Indoor-guided navigation for people who are blind: Crowdsourcing for route mapping and assistance. *Applied Sciences*, 12(1), 523.
- Remondino, F., Rizzi, A., Girardi, S., Petti, F. M., Avanzini, M., 2010. 3D Ichnology -recovering digital 3D models of dinosaur footprints. *The Photogrammetric Record*, 25(131), 266-282.
- Snavely, N., Seitz, S. M., Szeliski, R., 2006. Photo tourism: exploring photo collections in 3D. In *ACM siggraph 2006 papers*, pp. 835-846.
- Snavely, N., Seitz, S. M., & Szeliski, R., 2008. Modeling the world from internet photo collections. *International journal of computer vision*, 80(2), 189-210.
- Somogyi, A., Barsi, A., Molnar, B., Lovas, T., 2016. Crowdsourcing based 3d modeling. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41(B5).
- Themistocleous, K., 2017. Model reconstruction for 3D visualization of cultural heritage sites using open data from social media: The case study of Soli, Cyprus. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 774-781.
- Uslu, A., Uysal, M., 2021. Kitle Kaynaklı Fotoğraflar Kullanılarak Kültürel Mirasın Üç Boyutlu Modellenmesi ve Web Tabanlı Görselleştirilmesi: Afrodisias-Tetrapylon Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(3), 632-639.
- Uslu, A., 2022. Fotogrametri Tekniği Kullanılarak Anıt Ağaçların Dijital Belgelenmesi: Mızık Çamı Tabiat Anıtı Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1-12.
- Vincent, M. L., Gutierrez, M. F., Coughenour, C., Manuel, V., Bendicho, L. M., Remondino, F., Fritsch, D., 2015. Crowdsourcing the 3D digital reconstructions of lost cultural heritage. In *2015 Digital Heritage*, 1, 171-172.
- Wahbeh, W., Nebiker, S., Fangi, G., 2016. Combining public domain and professional panoramic imagery for the accurate and dense 3D reconstruction of the destroyed bel temple in Palmyra. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 3, 81.
- Wikipedia, 2022. Boab Prison Tree, Derby, Western Australia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Boab\\_Prison\\_Tree,\\_Derby](https://en.wikipedia.org/wiki/Boab_Prison_Tree,_Derby), Erişim: 02.10.2022.
- Wu, C., Agarwal, S., Curless, B., & Seitz, S. M., 2011, June. Multicore bundle adjustment. In *CVPR 2011* (pp. 3057-3064). IEEE.
- Xue, Y., Zhang, S., Zhou, M., Zhu, H., 2021. Novel SfM-DLT method for metro tunnel 3D reconstruction and Visualization. *Underground Space*, 6(2), 134-141. DOI: 10.1016/j.undsp.2020.01.002.



## A simple approach on forest roads drainage structures planning using GIS: A case study of Şile-Turkey

Muhittin İnan <sup>1</sup>, Tolga Öztürk <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istanbul University-Cerrahpaşa, Forestry Faculty, Department of Forest Engineering, 34473, Sariyer/İstanbul, TR

### ARTICLE INFO

Received: 19/10/2022  
Accepted : 23/12/2022  
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1191385>  
\*Corresponding author:  
[inan@iuc.edu.tr](mailto:inan@iuc.edu.tr)

### Abstract

Forest roads provide access to forest resources for conducting several forestry activities such as production, protection, afforestation, management, recreation and firefighting. Both drainage structures and pavement should be completed for forest roads to serve safely and for a long time. This study aimed to determine both cross-sections and types of drainage structures for newly built forest roads, using Geographic

### Research Article

Information System (GIS) techniques. ArcGIS Pro software was used for analysis in the study. The total length of the forest road used in the study area was 7920 m, where 31 drainage structures was planned to be built at stream crossings along the road route. Considering the cross-sections of drainage areas along the route, it has been decided to construct a total of 31 drainage structures, including 25 pipes, 5 culverts and 1 bridge. GIS technology produces accurate and fast results in terms of determining cross-sectional areas in drainage structures on forest roads. A simple GIS-based approach reduces the stabilization and drainage problems and construction and maintenance costs in forest road design compared to traditional land evaluation methods. Thanks to its capacity to process big data and simple hydrological empirical calculations, GIS has significant gains in terms of accuracy and time consumption and is included in the planning forest road designs.

**Key Words:** ArcGIS, drainage structure, pipe, culvert, forest road, Tablot

## Orman yolları drenaj yapılarının CBS kullanılarak planlanmasında basit bir yaklaşım: Şile-Türkiye örneği

### Öz

Orman yolları üretim, koruma, ağaçlandırma, yönetim işleri, rekreasyon ve yangınla mücadele gibi tüm ormancılık çalışmalarının yapılabilmesini sağlayan yapılardır. Drenaj yapıları ve üst yapı orman yollarının uzun süreli ve güvenli bir şekilde hizmet etmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada CBS teknolojisi kullanılarak yeni inşa edilen bir orman yolu üzerindeki drenaj yapılarının kesit alanları ve yerlerinin tespiti yapılmıştır. Çalışmadaki orman yolunun toplam uzunluğu 7920 m olup, yol güzergahı boyunca 31 adet drenaj yapısının yapılacağı planlanmıştır. Yol güzergahı boyunca planlanan 31 drenaj yapısından 25 adedi büz, 5 adedi menfez ve 1 adedi ise köprüdür. GIS teknolojisi kullanılarak drenaj yapılarının kesit alanlarına karar verilmesi hızlı ve doğru olmaktadır. Basit bir GIS tabanlı yaklaşım drenaj yapılarının belirlenmesinde geleneksel yöntemlere göre planlama ve inşa maliyetlerini azaltmaktadır. CBS, büyük veri işleme kapasitesi ve basit hidrolojik ampirik hesaplamalar sayesinde doğruluk ve zaman tüketimi açısından önemli kazanımlar elde etmekte ve orman yolu tasarımlarının planlanmasında kendine yer bulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** ArcGIS, drenaj yapısı, büz, menfez, orman yolu, Tablot

### Citing this article:

İnan and Öztürk., 2022. A simple approach on forest roads drainage structures planning using GIS: A case study of Şile-Turkey. Anatolian Journal of Forest Research, 8(2), 104-110.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0



## 1. Introduction

A complete and timely fulfillment of forestry works is significant for both economy and nature events. Because it is important to deliver forest products from forest to market as soon as possible, using most convenient and economic techniques are very important (Öztürk and İnan, 2010). For this, it is necessary to reach every forest area through planned forest road networks. In particular, appropriate functional plans are made according to the functions of forest roads (production forest, national park, etc.), whereby both density and spacing of forest roads are determined properly (Şentürk et al., 2007). Forest roads are affected by basin waters at ditches and stream crossings, destructing both infrastructure and pavement materials of forest roads (Bayoglu and Hasdemir, 1991). In case the road surface is constantly wet due to precipitation waters, large deformations occur on the road surface during the passage of heavy trucks, especially after production works. In addition, the water coming from cutting slopes, flowing from the road surface and continuing to flow down the embankment slope also cause great damage to the road, whereby the embankment slope may be damaged by erosion over time. Drainage structures can protect forest roads against all these negative effects of rainwaters.

Drainage structures include all facilities such as pipes, culverts, drainage ditches and water bars built along the route to cross forest roads without interruption, protect the road from harmful effects of rain and snow waters, prevent excavation and fill slope depressions, and to ensure regular and continuous transportation in both summer and winter (Erdaş, 1997). Construction and maintenance of forest roads can affect the environmental impact of natural events. Therefore, the planning stages of drainage structures or protective structures are important for protecting the environment and forests. Drainage structures without proper dimension and position can easily become clogged with sediment or wood materials (Merrill and Casaday, 2001). Due to the environmental impact on basins the sediment flow increases in forest areas (Luce and Beverley, 2001). In this case, drainage structures lose their functions in a short time due to clogging (Öztürk and Hasdemir, 2021). For determining the cross-section types and dimensions of the pipes, culverts and bridges to be built in places where the road routes cut the riverbeds has great importance for the safety of these facilities and the road (Çalışkan et al., 2003). In addition, determining the type and size of hydraulic engineering structures and construction of these structures in suitable places considering terrain and road conditions are of great importance in the success of drainage facilities (Schwab, 1994). Drainage structures to be built at stream crossing points on forest roads should not affect the natural flow of streams. This flow channel should also allow to transfer the waters of periodic rains to the opposite side of the road without any problems (Öztürk and Hasdemir, 2021).

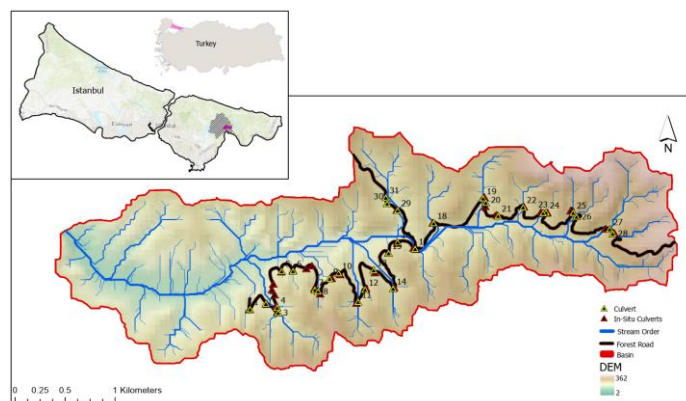
In this study, after determining the locations of drainage structures on the forest road, geographic information systems (GIS) were used to determine the dimensions of drainage structures. For this purpose, the locations of drainage structures on the forest road were determined using the approach specified in the methodology section and then checked using field studies. These locations points were evaluated as Poor points and the basins were delineated. Then, the cross-sectional areas of drainage structures and the types of drainage structures were

determined using empirical formulas. The General Directorate of Forestry (GDF) conducted a study on the same road, based on expert opinion, to determine the drainage structures in 2021. In this study, the locations and types of culverts recommended by GDF were compared with those determined by GIS.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Description of the study area and data

This study was conducted on a newly constructed forest road coded 430 within Yeşilvadi Forest Sub-Directorate affiliated to Şile Forestry Operations Directorate. The total forested and deforested area of the Yeşilvadi is 14424.5 ha and 1541.0 ha, respectively. The Forest Sub-Directorate is located between 41° 08' 41" – 40° 59' 50" North Latitudes and 29° 22' 38" – 29° 34' 30" East Longitudes (Figure 1). The altitude of the region varies between 60 m and 298 m. The research area has a clay- sandy soil structure. The area has covered with dense vegetation, and it is main stand type dominated by Oak (*Quercus robur* L.). Average rainfall in the area is 88.3 mm per year (Anonymous, 2021).



**Fig. 1.** Maps of study area (Yeşilvadi Forest Sub-directorate)

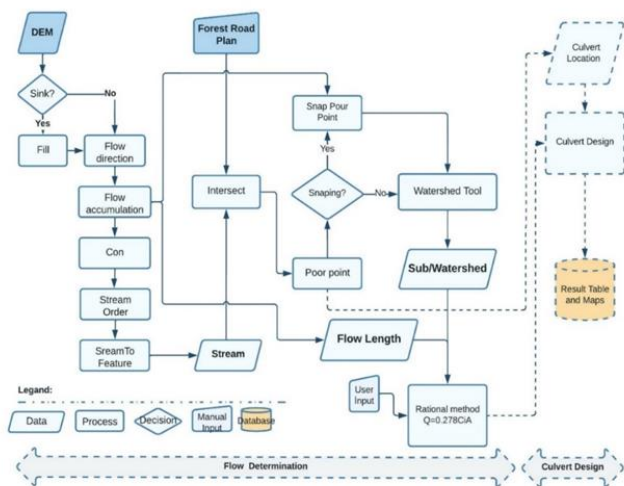
The 7+920 km length forest road was built between June-July 2021 and has a slope ranging from 2% to 10%. The slopes vary between 25-40% on the area where the forest road is located. The width of the road was 5 m. A Caterpillar bulldozer was used in the construction of this road, making a total of 12851 m<sup>3</sup> of excavation. The drainage structures and pavement of the road will be completed in 2023.

### 2.2 GIS data and on-site road measurement

The flow direction and flow accumulation in the watershed were used to generate drainage basins of the research area with the help of the Digital Elevation Model (DEM), and the highest flow rate was considered sufficient for the design of culverts. DEM layers with 1m grid spacing and 1/1000 in scale used in the study were obtained from Istanbul Metropolitan Municipality (IMM). The DEM layers were taken from IMM produced with 2013 LIDAR data. In the measurements, the accuracy analysis of DEM layers set was carried out using DGPS data set with a root mean square error (RMSE) of  $\pm 2.3$  cm. The accuracy of DEM for the research area was approximately 10 cm horizontally and 5 cm vertically.

### 2.3 Methodology

In this study, to determine the cross-sections of the drainage structures built on the road, firstly, watershed areas were determined using GIS techniques in the area. Then, by using several empirical formulas, the amount and collection times of precipitation coming from these sub-watersheds were determined. As a result, the cross-sections and types of drainage structures were gathered. Figure 2 shows the workflow in the study.

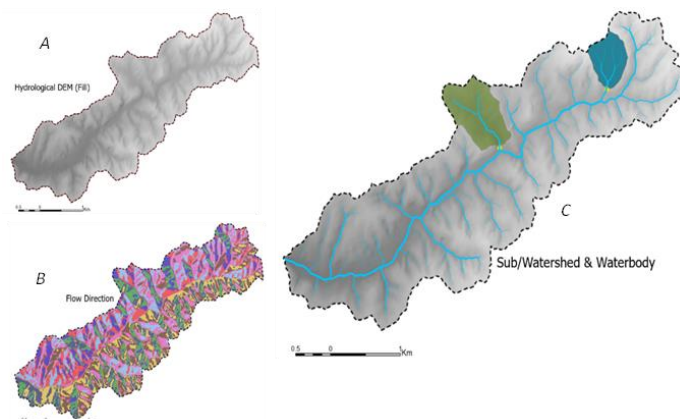


**Fig. 2.** Process workflow: Watershed delineation and culvert design in GIS

### 2.4 Watershed delineation

Watersheds boundaries can be determined analyzing digital terrain model using GIS techniques. Due to the automated interpolation and rasterization processes used during the general development of DEM data, this data contains "sinks" and "spikes" which are defective pixels with low or high height values. In GIS-based hydrological assessments, firstly these depression areas should be removed. ArcGIS Pro "Fill" tool theoretically corrects many sinks errors while producing a depressionless hydrological DEM (Figure 3/A). Depressionless DEM data is used as input to the "Flow Direction" tool to calculate the flow direction data on a cell-by-cell basis. The flow direction was calculated using the D8 algorithm: the out-flow of each cell is in the direction of the neighboring cell with the maximum downward slope angle (Schäuble, et al., 2008). Thus, all cells except the plains have a flow direction and the points with minimum height are considered as the outlets of the DEM. From the flow direction raster (Figure 3/B), the ArcGIS Pro "Flow Accumulation" tool calculates accumulated flow as the accumulated weight of all cells flowing into each downslope cell in the output raster. The flow direction raster also serves as input to the ArcGIS Pro "Flow Length" tool, from which the length of flow paths upstream or downstream of a given point can be calculated (Esri 2005; Tarboton et al., 1991, Inan et al., 2021). This is useful for calculating the travel time of water through a watershed. In the study, the locations of possible culverts were determined by intersecting the forest road line with the river channel. These locations were taken as the pour points of

watersheds and then evaluated with the flow direction map to describe watershed boundaries, using ArcMap Pro "Watershed" tool.



**Fig. 3.** Progression of watershed delineation: (A) Fill, (B) Flow direction, and (C) Delineated sub/watershed

The location of a culvert can only be ignored if it does not coincide with the river channel. However, this culvert location (as a Pour point) and flow accumulation output raster are both inputs to the ArcGIS Pro "Snap" Pour Point tool, which snaps the culvert to the cell of greatest flow accumulation the culvert location lands on a GIS based stream flow path. A flow accumulation raster, together with a snapped culvert location, is sufficient to define a boundary of a watershed that feeds a culvert. The ArcGIS Pro "Watershed" tool is operated to define the sub-watershed boundary, area and perimeter (Figure 3/C).

### 2.5 Culvert design

For forest roads, the empirical formula called Rational Method is used to determine the flow rate of water passing through culverts and pipes. This formula allows for a direct mathematical assessment of the effect of peak flow level, drainage area size, precipitation rate, watershed length and slope on flow (Rothwell, 1978). This method is used for small watersheds, where precipitation is assumed to fall with constant intensity and homogeneity in all basins. It can be said as limitation, this method ignores soil moisture and temperature. Despite this limitation, because of easy use potential, it is widely used (Mahdavi, 2009). The equation of Rational Method is given below (Eq.1);

$$Q = C.I.A/3600 \quad (\text{Eq.1})$$

Q stand for maximum peak discharge with return period equal with storm return period ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), C is coefficient that depends on slope, vegetation, land use, soil and return period and it is variable between 0-1 (Table 1), I is rainfall intensity ( $\text{mm}/\text{h}$ ) and A is area ( $\text{km}^2$ ).

Water collection time refers to the time taken in minutes until raindrops reach drainage structure that is planned to be constructed in surface flow from the farthest point of precipitation basin (Yayla, 2018). The precipitation collection times in the sub-watershed examined along the road route in the research area were found by using the following formula (Eq.2).

**Table 1.** C Coefficient definition (Öztürk and Hasdemir, 2021)

Plant Cover Type	Flow coefficient (C)
Watertight surfaces	0.90-0.95
Vertical and bare surfaces	0.80-0.90
Wavy and bare surfaces	0.60-0.80
Flat and bare surfaces	0.50-0.70
Broad-leaved forests	0.35-0.60
Coniferous forests	0.25-0.50
Farm areas	0.10-0.30

$$Te = 0.0078 \left( \frac{L^{1/2} \cdot 3,2808}{H^{1/2}} \right)^{0,770} \quad (\text{Eq.2})$$

Where L: The distance between the discharge point and the farthest precipitation point to this point (m), H: The elevation difference between these two points (m).

The collection time consists of the sum of above-ground flow time and specific channel flow duration. It is very important to determine the type and dimensions of a hydraulic structure that can allow waters to pass under the road without damaging which the river can bring during the biggest flow in a certain period (25-50-100-year recurrence intervals). While determining the cross-sections of bridges and culverts, the solid materials (stones, logs, branches, etc.) to be carried by the stream should also be considered. Talbot Formula, the first approximation method used for sizing drainage facilities, is applied according to metric measurements (Menemencioglu et al., 2013). Talbot Formula (Eq.3) is given below;

$$S = 5,791.C.\sqrt[4]{A^3} \quad (\text{Eq.3})$$

Where S: Cross-sectional area of drainage structure (m<sup>2</sup>), C: Talbot's coefficient (Table 2), A: Watershed area (km<sup>2</sup>).

**Table 2.** Talbot's Coefficient (C) definition

Ave. Slope (%)	Plant canopy ratio (%)	Plant cover type	Talbot's coefficient (C)
10-20 (Flat)	100	Vegetation	0.2
10-30 (Flat)	100	Broad-leaved	0.3
10-30 (Flat)	100	Coniferous	0.4
30-50 (Rough)	100	Broad-leaved / Coniferous	0.5
30-50 (Rough)	0-70	Broad-leaved / Coniferous	0.6
40-60 (Rough)	0-40	Vegetation	0.7
> 60 (Steep)	100	Forest cover	0.8
> 60 (Too steep)	0	Bare land	0.9

Talbot's coefficient (C) should be determined very accurately as it directly affects the result in transactions. After determining the cross-sections of drainage structures via this formula, the type of drainage facility should be selected using flow calculations. Several factors such as topographic condition of the precipitation watershed, ground structure of the land, and vegetation should be considered when using this formula.

### 3. Results

The newly planned road that is within the borders of Yeşilvadi Forestry Sub-Directorate is coded as 430. The total length of this road is 7920 m. A total of 31 crossing points have been identified where the road intersects the stream along the road route through field studies. First of all, the boundaries of the watershed in these areas where the stream and the road intersect were determined. Depending on these boundaries, the area sizes of the watersheds were found. Several studies have been conducted to determine the cross-sections of the drainage structures to be constructed at these 31 points. Talbot's first approximation method was used to calculate these cross-sections. Talbot's formula was used to determine the drainage structures that should be used in the area and were most suitable for the stream crossing points (Table 3). Talbot's coefficient (C) was considered 0.5 in the research area. The area has a rough terrain and is covered with broad leaved trees.

Menemencioglu et al., (2013) conducted a similar study in the Black Sea region of Turkey, considering the basin as a whole. They determined a total of 164 sub-basin areas decided to construct a total of 4 bridges, 138 culverts and 22 pipes on all forest roads within these basins. Another study was conducted in Istanbul Bahçeköy Directorate of Forestry to examine the suitability of drainage structures built on forest roads and determined that 5 of the 7 culverts built along the road route were not suitable for the area. These drainage structures, which were not suitable as cross-sections, were filled with sediment in a short time and lost their functions (Öztürk 2020). Çalışkan et al., conducted a study for determining locations of drainage structures along the forest road route using GIS and GPS (Çalışkan et al., 2004). By using GIS, it is possible to determine the locations of the drainage structures to be built on forest roads, the basin areas, and the amount of precipitation that may come from the basin areas quickly and precisely. Combining field studies and GIS technology enables the planning of environmentally important drainage structures with high accuracy. The standardization for drainage systems is one of the most important technical developments in forest road construction (Vasileios et al., 2020).

The GDF has planned the location and type of drainage structures on this road in line with field studies and observations. In this plan, a total of 34 drainage structures were determined to be needed along the road route, including 26 pipes (Ø 80 cm plastic pipes) and 8 culverts. According to our study, which we have done with GIS technology and field studies, there is a need for 31 drainage structures along the same road route, including 25 pipes (18 plastic pipes and 7 steel pipes), 5 box culverts and 1 bridge. Steel culverts are used because of the filling in places with large dimensions of (Ø 120 and 150 cm). A total of 5 plastic pipes (Ø 80 cm) were recommended by both studies, one conducted by the GDF and our study by GIS approach. Although the GDF suggested Ø 80 cm pipes at nine same points, our study determined Ø 60 cm pipes to be sufficient for these areas. Although the GDF suggested Ø 80 cm pipes at five same points, our study found Ø 120 and 150 cm steel pipes to be required for these areas (Table 4).

**Table 3.** General characteristics of the drainage areas on the road route

No	Area	Drainage structures elevation	Max. Elevation	Stream Length (L)	Wtr.Total Length	Average Wtr.Slope	Q (Flow 100 yr.)	Prescription Collect Time
	km <sup>2</sup>	m	m	m	m	%	m <sup>3</sup> /h	min
W1	0.04	161	201	178	194	8.3	0.30	4.16
W2	0.01	151	193	42	77	45.5	0.07	2.54
W3	0.38	159	233	911	928	1.8	2.58	6.11
W4	0.43	154	235	962	980	1.8	2.91	5.92
W5	0.01	156	192	69	91	24.2	0.09	3.05
W6	0.0	155	209	214	241	11.2	0.31	3.82
W7	0.01	173	213	75	98	23.5	0.06	2.96
W8	0.07	173	232	192	225	14.7	0.44	3.49
W9	0.01	177	207	53	77	31.3	0.06	3.16
W10	0.01	178	203	51	72	29.2	0.05	3.44
W11	0.19	176	218	431	441	2.3	1.29	6.08
W12	0.02	174	216	157	170	7.7	0.16	3.77
W13	0.01	171	190	87	95	8.4	0.05	4.73
W14	0.14	172	219	383	398	3.8	0.95	5.37
W15	0.01	175	213	42	68	38.5	0.06	2.54
W16	0.01	169	210	70	94	25.6	0.04	2.85
W17	3.25	159	249	2577	2583	0.2	22.03	8.98
W18	0.24	169	210	572	583	1.9	1.63	7.10
W19	0.25	174	230	538	548	1.8	1.69	5.63
W20	0.02	176	207	152	167	9.0	0.12	4.56
W21	0.01	180	198	56	65	13.8	0.05	4.05
W22	0.14	181	254	392	404	3.0	0.95	4.06
W23	0.07	186	253	218	246	11.4	0.47	3.35
W24	0.06	186	253	218	246	11.4	0.39	3.35
W25	0.09	197	252	349	365	4.4	0.60	4.65
W26	0.13	198	259	401	414	3.1	0.88	4.63
W27	0.37	194	252	670	687	2.5	2.51	6.16
W28	0.15	196	251	564	572	1.4	1.02	5.81
W29	0.43	160	213	732	754	2.9	2.91	6.84
W30	0.02	169	203	58	81	28.4	0.13	2.99
W31	0.01	171	211	72	104	30.8	0.13	2.54

**Table 4.** Drainage structures planned according to the determined cross-sectional areas

No	Watershed Area	Cross Sectional Area	C Coefficient	Planning Drainage Structure Types by GIS Methods	Recommended Drainage Structures by Forest General Directorate
	km <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>			
W1	0.044	0.28	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W2	0.01	0.09	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W3	0.38	1.40	0.5	Ø 150 cm steel pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W4	0.43	1.54	0.5	Ø 150 cm steel pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W5	0.013	0.11	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W6	0.046	0.29	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W7	0.009	0.08	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W8	0.065	0.37	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W9	0.009	0.08	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W10	0.007	0.07	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W11	0.19	0.83	0.5	Ø 120 cm steel pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W12	0.023	0.17	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	1.0 x 1.5 box culvert
W13	0.007	0.07	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W14	0.14	0.66	0.5	Ø 120 cm steel pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W15	0.009	0.08	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W16	0.006	0.06	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W17	3.25	7.01	0.5	Bridge	Ø 80 cm plastic pipe
W18	0.24	0.99	0.5	1.2 x 1.2 box culvert	1.5 x 1.5 box culvert
W19	0.25	1.02	0.5	1.2 x 1.2 box culvert	1.0 x 1.5 box culvert
W20	0.017	0.14	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	1.0 x 1.5 box culvert
W21	0.007	0.07	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W22	0.14	0.66	0.5	Ø 120 cm steel pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W23	0.07	0.39	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W24	0.057	0.34	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	Ø 80 cm plastic pipe
W25	0.088	0.47	0.5	Ø 80 cm plastic pipe	1.0 x 1.0 box culvert
W26	0.13	0.63	0.5	Ø 120 cm steel pipe	-
W27	0.37	1.37	0.5	1.5 x 1.5 box culvert	1.0 x 1.0 box culvert
W28	0.15	0.70	0.5	Ø 120 cm steel pipe	1.0 x 1.0 box culvert
W29	0.43	1.54	0.5	1.5 x 1.5 box culvert	1.0 x 1.0 box culvert
W30	0.019	0.15	0.5	Ø 60 cm plastic pipe	-
W31	0.01	1.02	0.5	1.2 x 1.2 box culvert	Ø 80 cm plastic pipe

Box culverts were proposed in both studies, although the sizes were different in basins W23, W24, W32 and W34. In the W22 basin, the cross-sectional area was found to be very large (7.01 m<sup>2</sup>) by GIS calculations, so it was decided to build a bridge in this area. The GDF calculated that pipe would be sufficient at this point. Çalışkan (2003) was determined as cross sections for drainage structures that are less than 1 m<sup>2</sup> was classified as circular cross section pipe or small culvert, between 1 and 2 m<sup>2</sup> as basket handled pipe, between 2 and 8 m<sup>2</sup> as large culvert and larger than 8 m<sup>2</sup> as bridge.

The positioning and construction for drainage structures on forest road is a very important subject. Especially, drainage structures should not change streambed inside stream cross. The changed streambed will enhance to environmental damages. The drainage structures should be positioning on forest road with 30° angle that water in ditches is pass. The sediment stock at the inlet or outlet of culverts are to be less to situation. The environmental impacts can be minimum with correct approach.

#### 4. Conclusions

This study has indicated that GIS technologies, based on the methodology performed in DEM to obtain suitable layers and knowledge such as areas of watershed, road-stream crossing, slope analysis etc. are needed to determine the types and places of drainage structures on forest roads. The results of this study showed available and proper appreciation of the drainage structures in substantial short time for watersheds. The destructive effect of water on forest roads will be minimized by determining the location and types of drainage structures using GIS technology. Since the forest roads will not be affected much by the water coming from the streams, they will be able to serve for a longer period of time. Forest roads are the most important foundation for sustainable forestry operations in worldwide. Besides, these forest roads can prevent forest fires that is important for Turkey. The drainage structures and pavement on forest roads are very important for long-term use of forest roads. Therefore, it will be more precise to determine the dimensions of drainage structures using GIS technology. A GIS can handle more than one project and database and enable foresters to create a GIS database for all road structures and another forestry operations. Planning errors in drainage structures bring negative effects in terms of environmental damage, cost and occupational safety.

#### References

Anonymous, 2021. Yeşilvadi Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı.  
 Bayoğlu, S., Hasdemir, M., 1991. Orman yollarında tesis edilen küçük hidrolik sanat yapılarının seçimi ve boyutlandırması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B4 (3-4), 17-38.  
 Çalışkan, E., 2003. Dağlık Arazide Orman Yolu Sanat Yapılarının Yerlerinin ve Boyutlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Çalışkan, E., Acar, H.H., 2003. Orman Yollarında Hidrolik Sanat Yapılarının İncelenmesi. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 137-143.  
 Çalışkan, E., Karaman, A., Acar, H.H., 2004. By using GIS software the forest road constructions buildings mapping technique (An example for Yeşiltepe Forest District). Journal of Bartın Faculty of Forestry, 6(6), 153-164.  
 Erdaş, O., 1997. Orman yolları, Cilt II, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No.26, Trabzon.  
 Esri, 2005. ESRI (Ed.), ArcGIS 9. Geoprocessing Commands Quick Reference Guide, ESRI Press, Redlands.  
 İnan, M., Özkan, U., Albers, P.P., 2021. Bölüm 7: Uzaktan Algılama Yöntemleri, Akarsu Koridorlarında Hidrolojik Etüt Yöntemleri. Arena Yayınevi, İstanbul.  
 Luce, C.H., Beverley, C.W., 2001. Introduction to special issue on hydrologic and geomorphic effects of forest roads. Earth Surface Processes and Landforms, 26, 111-113.  
 Mahdavi, M., 2009. Applied hydrology, Vol. 2, Tehran University press, 437 p.  
 Menemencioğlu, K., Bilgili, B.C., Günlü, A., 2013. Determining the type and places of drainage structures on forest roads using remote sensing and GIS. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11(2), 1487-1491  
 Merrill, B.R., Casaday, E., 2001. Field Techniques for Forest and Range Road Removal, California State Parks Books, USA.  
 Öztürk, T., İnan, M., 2010. Orman yollarında drenaj yapılarının konumlarının ve boyutlarının belirlenmesinde CBS'nin kullanılması. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Özet Bildiriler Kitabı, Gebze-Kocaeli, 113.  
 Öztürk, T., 2020. Temporal change of drainage structures in forest roads (Study of Bentler Forest Enterprise 2009-2019). Eur J Forest Eng, 6(2), 52-59.  
 Öztürk, T., Hasdemir, M., 2021. Orman Yollarında Sanat Yapıları. Gece Kitaplığı, Ankara.  
 Rothwell, R.L., 1978. Watershed management guidelines for logging and road construction in Alberta: Information report NOR-X-208. Environment Canada, Forestry Service, Edmonton, Alberta, Canada, 52 p.  
 Schäuble, H., Marinoni, O., & Hinderer, M., 2008. A GIS-based method to calculate flow accumulation by considering dams and their specific operation time. Computers & Geosciences, 34(6), 635-646.  
 Schwab, J., 1994. Erosion Control: Planning, Forest Road Deactivation and Hillslope Revegetation. A Guide for Management of Landslide-Prone Terrain in the Pacific Northwest, 2nd ed. 2nd. Victoria, British Columbia.  
 Şentürk, N., Öztürk, T., Demir, M., 2007. Orman Transport Bilgi Sisteminin Oluşturulması (Belgrad Ormanı Örneği), İ.Ü. Rektörlüğü, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Proje No: 243/23082004, İstanbul.  
 Tarboton, D. G., R. L. Bras, I. Rodriguez-Iturbe. (1991): "On the extraction of channel networks from digital elevation data." Hydrological Processes 5, 81-100.  
 Vasileois, G., Sarantis-Angelos, L., Stamatiou, C., Vasileios, D., 2020. Determination of Culverts on Low-Volume Roads using GIS and Remote Sensing. Eighth International Conference on Remote Sensing and

Geoinformation of the Environment (RSCy2020),  
Paphos, Cyprus.  
Yayla, N., 2018. Karayolu Mühendisliği. Birsen Yayınevi,  
İstanbul.



## Yenilenebilir maddelerle hazırlanan cyan renk ofset baskı mürekkebinin basılabilirlik analizleri

Pelin Hayta <sup>1</sup>, Mehmet Oktav <sup>2</sup>, Zafer Özomay <sup>3</sup>, Özlem Ateş Duru <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Gerze Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Sinop, Türkiye,

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Basım Teknolojileri Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup> Marmara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Basım Teknolojileri Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> Nişantaşı Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/11/2022

Kabul Tarihi : 26/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1204219>

\*Sorumlu Yazar:

[pelin@hayta.com.tr](mailto:pelin@hayta.com.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Ofset baskı mürekkepleri içeriğinde yer alan hammaddeler genellikle petrokimyasal maddelerdir. Mürekkep bileşeninde bağlayıcı, çözücü ve katkı maddesi olarak yer alan petrokimyasal maddelerin bazıları baskı esnasında ve sonrasında mürekkep filminden ayrılırlar. Havaya, suya ve toprağa karışabilen bu maddeler insan sağlığı ve çevre için zararlı olabilmektedir. Bu kapsamda çalışmada; iki tür ofset baskı mürekkebi

hazırlanmıştır. Mürekkep 1 Aspir yağı ve *Pinus pinaster* (sahil çamı) reçinesi ile mürekkep 2 mineral yağ ve *Pinus pinaster* reçinesi kullanılarak formüle edilmiştir. Mürekkeplerin farklı tür kağıtlar üzerine ofset baskı tekniğiyle test baskıları yapılmıştır. Baskıları yapılan kağıtların baskı anı ve mürekkep kuruması sonrası renk ölçümleri yapılarak ofset baskı tekniğine uygunluğu incelenmiştir. Ayrıca piyasada kullanılan standart bir cyan renk ofset baskı mürekkebi doğal bileşenlerle hazırlanan iki mürekkeple birlikte analiz edilerek karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında görülmüştür ki; kuruma sonrasında Mürekkep 1 ile baskısı yapılmış olan kağıtlardan uluslararası standartlara göre en iyi sonucu veren Bristol karton olmuştur. Bristol karton  $\Delta E=6,6136$  ve densite=1,2 değerlerinde ölçülmüştür. Mat kuşe kâğıt  $\Delta E=10,94$  ve densite=1,14 değerleriyle bu mürekkeple baskı uygunluğu en düşük kağıt olmuştur. Tüm analizlerin sonucunda doğal bileşenlerin mürekkep içeriğinde kullanılabilmesi fakat nihai standart üretim için bileşenlerin oranlarının değiştirilerek standart değerlerle eş değer sonuçların elde edilebileceği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir yağı, basılabilirlik, ofset baskı mürekkebi, *Pinus Pinaster* reçinesi

### Printability analysis of cyan color offset printing ink prepared with renewable materials

#### ABSTRACT

The raw materials used in the formulation of offset printing inks are generally petrochemicals. The petrochemical substances, contained in the ink component as binders, solvents and additives, are separated from the ink film during and after printing. These substances, which can mix with the air, water and soil, can be harmful to human health and the environment. In this context, two types of cyan color offset printing inks are produced in the study. Ink 1 is formulated with Safflower oil and *Pinus pinaster* resin, while ink 2 is formulated with mineral oil and *Pinus pinaster* resin. Test prints were made with the inks on different types of paper using the offset printing technique. Color measurements of the printed papers during printing and after ink drying were made and their suitability for offset printing technique was examined. In addition, a standard cyan color offset printing ink available on the market was analyzed together with the other two inks and compared to the other two inks with natural components. The results of the study show that; Bristol gave the best results among the papers printed with Ink 1 after drying. Bristol was measured at  $\Delta E=6.6136$  and density=1.2. With  $\Delta E=10.94$  and density=1.14, matte coated paper was the paper with the lowest printing compatibility with this ink. As a result of all analyzes, it was determined that natural components could be used in ink formulation. However, it has been observed that if the proportions of the components are changed for the final standard production, results equivalent to the standard values can be obtained.

**Key Words:** Offset ink, *Pinus Pinaster* resin, printability, safflower oil

Citing this article:

Hayta ve ark., 2022. Yenilenebilir maddelerle hazırlanan cyan renk ofset baskı mürekkebinin basılabilirlik analizleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 111-115.



## 1. Giriş

Baskı mürekkepleri pigment, bağlayıcı, çözücü ve katkı maddeleri olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Mürekkeplerin fiziksel özellikleri olan rengi, transparanlığı, örtücülüğü ve parlaklığı renk veren maddelerin özelliği ile belirlenir (Bhattacharjee ve ark., 2011). Mürekkebe renk veren ve çözünürlüklerine göre sınıflandırılan hammaddeler; pigmentler ve boyar maddeler olarak ikiye ayrılırlar (Yürekli, 1997). Boyar maddeler, su veya solventte çözünürken pigmentler mürekkep içerisinde çözünmeden dağılan yapıdadırlar. Bağlayıcı maddeler; toz halinde bulunan pigment taneciklerinin sıvı mürekkep içerisinde baskı materyaline aktarılacak ince bir mürekkep filmi oluştururlar. Pigment taneciklerinin mürekkep içerisindeki homojen dağılımı önemlidir (Büyükpehlivan ve Oktav, 2021). Bunun yanı sıra bağlayıcılar mürekkebin reolojik ve mekanik özelliklerini belirler (Robert, 2014; Leach ve ark., 1988). Baskı mürekkebi içerisinde bağlayıcı olarak kullanılan reçineler mürekkebin sertlik, parlaklık, yapışkanlık ve esneklik özelliklerine katkıda bulunurlar (Bhattacharjee ve ark., 2011). Kullanılan reçinenin türü ve miktarı mürekkep parlaklığının yüksek veya düşük olmasında etkilidirler (Büyükpehlivan ve ark., 2022). Reçineler doğal ve sentetik olmak üzere iki tipte olurlar. Doğal reçineler bitkisel maddelerden elde edilirler. Sentetik reçineler ise nispeten küçük moleküller arasında yoğunlaşma veya ilave reaksiyonları içeren polimerizasyon ile hazırlanır (Bhattacharjee ve ark., 2011; Tanıştan ve Turan, 2010). Çözücüler ise bağlayıcı maddeyi çözer ve mürekkebin viskozitesini ayarlarlar. Baskı mürekkepleri bileşeninde genel olarak kolofan ve bitkisel yağlar gibi yenilenebilir kaynaklar içerir fakat bununla birlikte mürekkep içeriğinin çoğu önemli çevresel etkiyle sonuçlanan yüksek derecede petrokimyasal hammaddelerden oluşurlar (Robert, 2014). Baskı mürekkeplerinin sıvı kısmını oluşturan mürekkep yağları ve çözücüler, baskı işlemi esnasında buharlaşan uçucu organik bileşiklerdir (Ülgen ve ark., 2012). Petrol türevi madeni yağlar alifatik çözücülerdir ve mürekkepte ağırlıklı olarak naftenik ve parafinik olanlar kullanılır (Aydemir ve ark., 2018). Kendiliğinden kuruyan tabaka ofset mürekkebi pigment, vernik (reçine fenolik ester, ısıyla yerleşen yağ), kurutucu, vaks bileşikleri içerir. Özellikle oda sıcaklığında kolayca buharlaşabilen VOC'ların (uçucu organik bileşiklerin) hemen hemen hepsi insan vücuduna biyolojik olarak zarar veren bir miktar toksisiteye sahiptir (Ülgen ve ark., 2019) ve insan sağlığı için tehlikeli kabul edilir (Erhan ve Bagby 1991; Roy ve ark., 2007; Yürekli, 1995). Ayrıca bu maddeler çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir (Hayta ve Oktav, 2020). Çevrenin olumsuz yönde etkilenmesi ve bu durumun insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda son yıllarda artan bir endişe bulunmaktadır (Ural ve ark., 2018). Petrokimyasal maddelerin oluşturduğu çevre problemleri günümüzde yenilenebilir kaynakların kullanımına olan ihtiyacı arttırmıştır. Mevcut çevresel kaygılar boyalardan ve baskı mürekkeplerinden kaynaklanan uçucu organik içerik olarak ifade edilen solvent emisyonlarının azaltılmasını ve nihai olarak ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir (Aydemir ve ark., 2018). Yenilenebilir kaynaklar arasındaki en temel ve en önemli alternatif bitkisel ürünlerdir. Bitkisel yağ, sürdürülebilir ve yenilenebilir hammadde kaynağıdır. Büyük miktarlarda ve çok kullanılan biyolojik hammaddelerden birini temsil eder. Düşük

toksisiteye sahip olması, doğal bileşen olması gibi avantajları vardır (Saurabh ve ark., 2011). Literatür taramaları göstermektedir ki; bitkisel yağlar ve reçineler üzerine yapılan çalışmalar olmasına rağmen mürekkep üretiminde Aspir yağı ve *Pinus pinaster* (sahil çamı) reçinesi kullanımına ilişkin yeterince çalışma yoktur. Basım sektörünün üretim hacmi düşünüldüğünde en temel hammaddelerden birisi olan mürekkep tüketimi oldukça fazladır. Nihai ticari üretim kapasitesi yüksek olan mürekkeplerin çevre dostu ürünler olması ve basım sektöründe yenilenebilir kaynaklar içeren hammaddelerin kullanılması ekolojik denge açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda çalışmada Aspir yağı ve *Pinus pinaster* reçinesi yenilenebilir kaynak olarak ofset baskı mürekkebi bileşeninde kullanılmıştır.

Aspir, potansiyeli yüksek bitkisel ürünlerden biridir. Hem kuzey hem de güney yarım kürede dünyanın birçok mahsul bölgesinde yetiştirilebilir (Gilbert, 2008). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bir yağlı tohum bitkisi Compositae veya Asteraceae familyasının bir üyesidir (Singh, 2007). Aspir 0,6 1,5 m boyunda, kuraklığa karşı dayanımı yüksek ve tohumlarından elde edilen doymamış yağ asitleri açısından da zengin bir bitkidir (Gümüş ve Küçükersan, 2016; Keleş ve Öztürk, 2012). *Pinus* cinsi kuzey yarımkürede yayılış gösterir ve dünyada 109 türle temsil edilir. Güneybatı Avrupa, Batı Akdeniz ve Kuzeybatı Afrika, sahil çamının (*Pinus pinaster* Ait.) doğal olarak bulunduğu yerlerdir. Türkiye'de 57.837 ha *Pinus pinaster* plantasyonu bulunmaktadır (Güner ve ark., 2019). *Pinus pinaster* 36 m uzunluğa ve 90-120 cm çapa kadar büyüme özelliği bulunan ve reçinesi benzersiz salgı yapılarında sentezlenen kanallarda birikir (Çiçekler ve ark., 2018; Ge' nova ve ark., 2014).

Bu çalışmada iki tür mürekkep hazırlanmıştır. İlk olarak tamamen doğal bileşenli olan aspir yağı-*Pinus pinaster* reçinesi içerikli bir mürekkep hazırlanmıştır. İkinci mürekkep *Pinus pinaster* reçinesinin etkilerini görebilmek amacıyla mineral yağ ve *Pinus pinaster* reçinesi ile aynı oranlarda hazırlanmıştır. Her iki mürekkep aynı laboratuvar koşullarında üretilmiştir. Hazırlanan mürekkeplerin IGT C1 ofset test baskı cihazıyla farklı gramaj ve türlerde kağıtlar üzerine test baskıları yapılmıştır. Karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla aynı numune kağıtlara ayrıca piyasada satılan standart cyan renk ofset baskı mürekkebiyle baskı yapılmıştır. Aspir yağı ve *Pinus pinaster* reçinesinin tabaka ofset baskı mürekkebinde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışmanın yenilenebilir maddeleri aspir yağı ve *P. pinaster* reçinesidir. *P. pinaster* reçinesi Kerpe Araştırma Ormanı alanından asit-pasta yöntemi ile elde edilmiştir. *Pinus* türünde normal reçine kanalları vardır ve yaralama sonucu reçine alınacağı kanallar oluşur. Kanalları çevreleyen ince duvarlı paransim hücreleri kanal boyunca paralel yönde bölünerek çoğalır ve farklılaşarak reçine biyosentezinin yapıldığı epitel hücrelerine dönüşür. Asit-pasta yöntemiyle ağaç üzerine açılan yaraya asit uygulanarak kanallardan reçine sızması sağlanır (Acar ve ark., 1996).



Aspir yağı soğuk pres yöntemiyle aspir bitkisinden elde edilmiştir. Soğuk sıkım tekniğı, rafine edilmeye ihtiyaç duymadan doğrudan tüketilebilen saf, güvenli, besinsel olarak zengin sızma yağlar üretme işlemidir. Bu teknikte yağlı tohumlara presleme sırasında ısıtma uygulanmaz, ayrıca yağlı tohumların soğuk sıkım ile işlenebilmesi için çok temiz, üniform ve uygun nem seviyesine sahip olması gerekir (Aydeniz ve ark., 2014). Karşılaştırma için hazırlanan mürekkepte piyasada satılan standart madeni yağ kullanılmıştır. Yağların teknik özellikleri tablo 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Mürekkep bileşeninde yer alan yağların teknik özellikleri

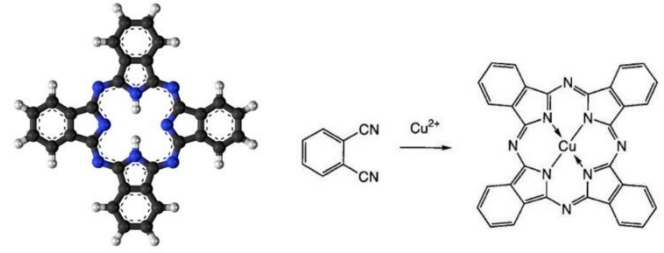
	Aspir yağı	Mineral yağ
<b>Fiziksel özellikler</b>		
Koku	Doğal-Karakteristik	Yüksek
Renk	5 max. Gardner	5 red max. Lovibond
Bağıl yoğunluk (20°C)	0,923-0,926 g/ml	0,84 g/ml
Viskozite (20°C)	~58 mPa/s	~102 mPa/s
<b>Kimyasal özellikler</b>		
İyot değeri (Wijs)	Min. 130 g I <sub>2</sub> /100g	Min. 190 g I <sub>2</sub> /100g
Sabunlaşma değeri	188-194 mg KOH/g	203-210 mg KOH/g
<b>Yağ asidi profili (%)</b>		
C16:0 Palmitic	6.36	
C18:0 Stearic	2.39	
C18:1 Oleic	17.34	
C18:2 Linoleic	73.89	

Test baskıları için 1. Hamur kağıt, Bristol karton, mat kuşe ve parlak kuşe kağıtlardan 3'er numune belirlenmiştir. Numune kağıtların stiffness (sertlik) boy, stiffness (sertlik) en, kül miktarı, kopma mukavemeti en, kopma mukavemeti boy, kontak açısı ve yüzey enerjisi ölçüm sonuçları göz önünde bulundurulmuştur. Bu kağıtların fiziksel özelliklerinin tespiti amacıyla öncelikle standartlara uygun ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler ISO 8791-4 ve TAPPI T 555 standardına uygun olarak yapılmıştır. ISO 2470 beyazlık, ISO 2493 sertlik, ISO 536 gramaj, ISO 534 kalınlık ölçümü değerleri ortalamaları alınarak gerçekleştirilmiştir. Kağıtların teknik özellikleri tablo 2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Test baskı kağıtlarının özellikleri

Teknik özellikler	1.			
	Hamur	Bristol karton	Mat kuşe	Parlak kuşe
Gramaj	80 g/m <sup>2</sup>	300 g/m <sup>2</sup>	250 g/m <sup>2</sup>	250 g/m <sup>2</sup>
Temas açısı WGS	91,30	72,40	64,50	68,40
Yüzey enerjisi ASTM D5946	32,00	38,90	41,70	40,30
Kalınlık µm	102	497	207	226
Beyazlık	84,11	85,72	86,72	86,56
Sarılık	-4,8	3,35	-0,59	-0,34
L* (Parlaklık)	91,88	95,00	94,16	94,39
a* (-a yeşil / +a kırmızı değeri)	0,11	-0,74	-0,55	-1,44
b* (-b mavi / +b sarı değeri)	-2,46	2,04	-0,09	0,39
Parlaklık	-	53,8	43,3	67,5
Perdah µm	5,23	0,94	1,27	1,05
Stiffness Boy 5° L&W mNm	0,4	59,9	5,2	6
Stiffness En 5° L&W mNm	0,2	27,5	4,2	4,3
IGT m/sn	-	0,82	0,86	1,54
Kül % 525 °C	24,27	11,63	47,69	41,3
Kopma mukavemeti boy Nm/g	95,32	25,61	30,12	30,99
Kopma mukavemeti en Nm/g	65,73	17,66	20,77	21,37
Kuşe formasyonu	-	1,9	2,1	0,63

Mürekkep içeriğinde renklendirici olarak cyan renk Pigment Blue 15:3 kullanılmıştır. Pigment Blue 15:3 kimyasal yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Cyan pigment kimyasal yapısı.

## 2.2 Yöntem

### 2.2.1 Ofset baskı mürekkebi hazırlanışı

Mürekkeplerin üretimi için ilk olarak aspir yağı ve *P. pinaster* reçinesinden mürekkep verniğı hazırlanmıştır. Vernik için *P. pinaster* reçineleri içerdiği büyük parça boyutundaki safsızlıklardan temizlenmiştir. Tartım kabında 70 g *P. pinaster* reçinesi, 40 g aspir yağı, 40 g mineral yağ tartılmıştır. Yağlar ayrı ayrı 150 ml lik erlenlere konulmuştur. Çeker ocak içerisinde 150°C'ye ayarlanmış olan ısıtıcılara bu erlenler yerleştirilmiş ve yağlar 150°C'ye ısıtılmıştır. Isıtılan yağların içerisine tartılmış *P. pinaster* reçinesi yavaş yavaş karıştırılarak ilave edilmiştir. Reçine yağlar içerisinde tamamen eritilmiştir. Reçine eridikten sonra kalan safsızlıklar uygun filtreler yardımıyla süzölmüş ve yağlar tekrardan 180°C'ye kadar ısıtılarak 30 dakika pişirilmiştir. Hazırlanan vernikler 120-100°C'ye kadar bekletilerek soğutulmuştur. Soğumadan sonra vernikler cyan renk pigmentle birleştirilerek mürekkep hazırlanmıştır. Mürekkep formülasyonu çizelge 3'te yer almaktadır.

**Çizelge 3.** Hazırlanan mürekkeplerin formülasyonu

Bileşen	Amaç	Oran
Cyan pigment	Renklendirici	% 15
Vernik	Bağlayıcı	% 80-85
Yağ	Çözücü	% 1-5
	Toplam	% 100

### 2.2.2 Mürekkeplerin test baskıları

Test baskıları IGT C1 Test baskı makinasında 300N basınç ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hazırlanan baskı numuneleri zemin ton yoğunluk değerleri 20 gözlemci açısı ve D50 ışık kaynağı altında ölçülmüştür. Test baskıları öncesinde kağıtlar baskı odasında 23 ± 1 °C ve %55 ± 3% bağıl nemde 24 saat şartlandırılmıştır. Renk ve densite ölçümleri yansıtmalı Konica Minolta Spektrofotometre ile D50 aydınlatma, 2° gözlemci, 0/45 veya 45/0 geometri, siyah fon ölçüm koşulları ile yapılmıştır. Kağıtlar üzerine aktarılan mürekkep miktarı çizelge 4'te verilmiştir. Test baskıları ISO 12647-2:2013 standardına uygun olarak yapılmıştır.

**Çizelge 4.** Kağıtlar üzerine aktarılan mürekkep türleri ve miktarları

Kağıt türü	Mürekkep türü ve miktarı		
	Mürekkep 1 (Aspir yağı+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)	Mürekkep 2 (Mineral yağ+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)	Mürekkep 3 (Standart cyan renk ofset baskı mürekkebi)
1. Hamur	0,009 g	0,009 g	0,008 g
Bristol	0,009 g	0,009 g	0,008 g
Mat kuşe	0,0085 g	0,009 g	0,008 g
Parlak kuşe	0,012 g	0,009 g	0,0095 g

Baskı sonrası kolorimetrik ölçümler D50 ışık kaynağı altında, 2° gözlemci, 0/45 veya 45/0 geometrisinde açık polarizasyon filtresiyle 400-700 nm aralığında yapıldı. Test baskılarının renk ölçümleri ISO 12467-2:2013 standardına göre CIE L\*a\*b\* yöntemine göre yapıldı ve renk farklılıkları CIE  $\Delta E^*_{200}$  ISO 13655 standardına göre aşağıda verilen formülle (1) hesaplandı. L\*, siyah (0) ile beyaz (100) arasındaki açıklığı gösterir; a\* yeşillik (-) ile kırmızılık (+) ve b\* mavilik (-) ile sarılık (+) anlamına gelir.

$$\Delta E^*_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b^*}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H^*}{k_H S_H}\right) \quad (1)$$

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Basılabilirlik analizleri

Üretilen mürekkeplerin basılabilirlik analizlerinin yapılabilmesi amacıyla test baskıları üzerinden L\*a\*b, renk desitesi ve  $\Delta E$  ölçümleri yapılmıştır. Baskı anı ölçüm sonuçları tablo 5'te, kuruma sonrası ölçüm sonuçları tablo 6'da gösterilmiştir. Referans değeri ISO 12647-2:2013'e göre tanımlanmıştır ve cyan renk için değerler L\* 54, a\*-36, b\*-49'dur ve  $\Delta E$  sapma tolerans değeri 5'tir. Mürekkeplerin densite değerleri 1.45 değeri referans alınarak ISO 13655:2017 standardına göre değerlendirilmiştir. Baskı anı ve kuruma sonrası ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında renk farkları her kağıt türünde farklı sonuçlanmıştır. Standart değerler ile test baskılarının sonuçları karşılaştırıldığında; standart değerlere en yakın sonuçlar Bristol kartonda alınmıştır. Standarttan en fazla uzak değerler mürekkep 2'de birinci hamur kağıtta görülmüştür. Sonuçlar standart değerlerle birebir eşleşmemiş olsa da mürekkep içeriğinde yapılacak olan bileşen oranlarının değişimiyle uygun hale getirilebilir.

**Çizelge 5.** Mürekkeplerin baskı anındaki ölçüm sonuçları: L\*a\*b\*,  $\Delta E$ , densite

Kağıt türü	Mürekkep türü ve miktarı				
	Mürekkep 1 (Aspir yağı+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)				
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	52,43	-18,25	-50,75	17,90	1,05
Bristol	52,34	-25,96	-51,98	10,60	1,21
Mat kuşe	53,25	-25,37	-52,35	10,61	1,17
Parlak kuşe	52,63	-27,71	-53,4	9,48	1,36
Mürekkep 2 (Mineral yağ+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)					
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	52,27	-21,63	-49,47	14,48	1,01
Bristol	50,51	-30,91	-53,49	7,63	1,52
Mat kuşe	48,85	-30,31	-56,44	10,68	1,63
Parlak kuşe	49,57	-31,86	-56,16	9,38	1,69
Mürekkep 3 (Standart cyan renk ofset baskı mürekkebi)					
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	54,6	-21,42	-50,99	14,72	1,05
Bristol	51,74	-30,84	-52,72	6,75	1,38
Mat kuşe	50,25	-29,43	-54,99	9,64	1,46
Parlak kuşe	52,26	-30,58	-53,78	7,4	1,39

**Çizelge 6.** Mürekkeplerin kuruma sonrası ölçüm sonuçları: L\*a\*b\*,  $\Delta E$ , densite

Kağıt türü	Mürekkep türü ve miktarı				
	Mürekkep 1 (Aspir yağı+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)				
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	52,48	-16,01	-50,19	10,1798	0,97
Bristol	51,8	-25,15	-51,96	6,6136	1,2
Mat kuşe	53,92	-25,32	-51,39	10,94	1,14
Parlak kuşe	53,2	-27,15	-52,9	9,7	1,22
Mürekkep 2 (Mineral yağ+ <i>P.pinaster</i> reçinesi)					
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	55,69	-19,92	-48,44	16,17	0,95
Bristol	51,72	-29,9	-52,54	7,4	1,34
Mat kuşe	49,04	-29,53	-55,7	10,34	1,53
Parlak kuşe	50,44	-31,91	-55,19	8,2	1,59
Mürekkep 3 (Standart cyan renk ofset baskı mürekkebi)					
	L*	a*	b*	$\Delta E$	Densite
1. Hamur	54,48	-20,63	-49,82	15,3	1,02
Bristol	51,87	-30,46	-52,49	6,8	1,34
Mat kuşe	51,06	-28,94	-53,88	9,07	1,42
Parlak kuşe	52,45	-30,69	-53,49	7,12	1,34

### 4. Sonuç

Basılabilirlik analizleri, standart ofset baskı mürekkepleri bileşeninde yer alan mineral yağ ve sentetik reçinelerin yerine aspir yağı ve *Pinus pinaster* reçinesinin kullanılabileceği gösteren sonuçlar vermiştir. Mürekkeplerin bileşenlerine göre basılabilirlik analizleri incelendiğinde; doğal bileşenlerin mürekkep içeriğinde kullanılabileceği fakat nihai standart

üretim için bileşenlerin oranlarının değiştirilerek standart değerlerle eş değer sonuçların elde edilebileceği gözlemlenmiştir. Mürekkep 1 ve mürekkep 2'nin baskı sonrası kuruma sonuçları piyasada satışı bulunan standart cyan renk ofset baskı mürekkebi (mürekkep 3) sonuçlarına yakın değerlerdedir. Bu durum farklı yenilenebilir bitkisel kaynakların mürekkep bileşeninde denenebileceğini göstermektedir.

Yüzey özellikleri göz önünde bulundurulduğunda I. Hamur kağının baskı anı ve baskı sonrası ölçüm sonuçları yenilenebilir kaynaklarla üretilen mürekkeplerin ideal oranlarda hazırlanması halinde optimum baskı sonuçları elde edilebileceğini göstermiştir. Kuşe kağıtlara yapılan baskıların ölçüm sonuçlarından mürekkeplerin kağıt yüzeyi tarafından emilim sağlamaması nedeniyle yüzeyde kalan mürekkep daha yoğun olmuştur. Bristol kartonun  $\Delta E$  değerleri kuruma sonrasında standartlara yakındır. Densite değerleri ise standart değerin altında sonuçlanarak istenilen değerden daha düşük renk yoğunluğu vermiştir. Her kağının yüzey özellikleri, gözenek yapısı gibi özellikleri aynı mürekkeple yapılan baskılarda dahi farklı sonuçlar vermektedir. Hazırlanan mürekkeplerin farklı kağıt yüzey özelliklerine göre; içeriklerine müdahale edilerek baskısı yapılarak uygun sonuçlar alınabileceği tespit edilmiştir.

## Kaynaklar

- Acar, İ., Gül, S., Örtel, E., 1996. Researchs on implementation of acid-paste tapping technique for oleoresin production from Turkish red pine (*Pinus brutia ten.*) forests in Turkey. Ege Forestry Research Institute Technical Bulletin. 5, 12-13.
- Aydemir, C., Yenidoğan, S., Karademir, A., Kandırmaz, E. A., 2018. The examination of vegetable and mineral oil based inks' effects on print quality: green printing effects with different oils, Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials, 1-7, 137-143.
- Aydeniz, B., Güneşer, O., Yılmaz, E., 2014 Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 91, 99-110.
- Bhattacharjee, M., Roy A. S., Ghosh S., Dey M., 2011. Development of karanja oil based offset printing ink in comparison with linseed oil. Journal of Oleo Science, 60, 19-24.
- Büyükpehlivan, G., A., Oktav, M., Özdemir, L., 2022. Baskı mürekkepleri temel terimlerinin tanımlanması. Avrasya Terim Dergisi. 10(1), 1-6.
- Büyükpehlivan, G., A., Oktav, M., 2021. Ofset baskı sistemine ait temel terimler ve değerlendirilmesi. Avrasya Terim Dergisi. 9(2), 63-68.
- Çiçekler, M., Kılılı, U., Tutaş, A., 2018. Investigation on the use of natural rosin in packing paper production. Paper Presented at: 4th International Non-Wood Forest Products Symposium, Bursa, pp. 250-257.
- Erhan, S.Z., Bagby, M.O., 1991. Lithographic and letterpress ink vehicles from vegetable oils, JAOCS, 68, 635-638.
- Ge'nova, M., Caminero, L., Dochao, J., 2014. Resin tapping in pinus pinaster: effects on growth and responsefunction to climate. European Journal of Forest Research. 133,323-333.
- Gilbert, J., 2008. International safflower production – an overview. 7th International Safflower Conference. The Australian Oilseeds Federation, Australia, pp. 1-7.
- Gümüş, E, Küçükersan, S., 2016. The use of safflower in ruminant nutrition. Journal of The Livestock Studies. 56, 25-31.
- Güner, Ş.T., Özel, C., Türkkan, M., Akgül, S., 2019. Changes in carbon concentration of tree components for maritime pine plantations in Turkey. Turkish Journal of Forestry Research. 6, 167-176.
- Hayta, P, Oktav, M., 2020. Yenilenebilir kaynakların mürekkep üretiminde kullanılabilirliğinin incelenmesi. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(2), 805-810.
- Keleş, R, Öztürk, Ö., 2012. Effect of different sowing dates on the seed yield and quality of safflower. International Journal of Agricultural and Natural Sciences. 28, 112-117.
- Leach, R.H., Armstrong, C., Brown, J.F., Mackenzie, M.J., Randall, L., Smith, H.G., 1988. The Printing Ink Manual. Van Nostrand Reinhold (International) Co. Ltd., England.
- Robert, T., 2014. Green ink in all colors-printing ink from renewable resources. Progress in Organic Coatings An International Journal. 78, 287-292.
- Roy, A.S., Bhattacharjee, M., Mondal, R., Ghosh, S., 2007. Development of mineral oil free offset printing ink using vegetable oil esters. Journal of Oleo Science, 56, 623-628.
- Saurabh, T., Patnaik, M., Bhagt, S.L., Renge, V.C., 2011. Epoxidation of vegetable oils: a review. International Journal of Advanced Engineering Technology, 2(4), 491-501.
- Singh, R.J., 2007. Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement Oilseed Crops. CRC Press, USA.
- Tanıştan, B., Turan, S., 2010. Fe-Cr siyah seramik pigment üretiminde ferrokrom kullanımı. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2, 53-65.
- Ural, E., Özomay, Z., Özdemir, L., 2018. Palm yağı katkılı mürekkeplerin baskı kalitesine etkisinin belirlenmesi. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. (6)1, 533-537.
- Ülgen, M., Oktav, M., Çakır, N., 2019. Grafik Sanatları İçin Kimya. Basev Yayınları, İstanbul.
- Ülgen, M., Oktav, M., Gençoğlu, E.N., 2012. Matbaacının Mürekkep Hakkında Bilmesi Gerekenler. Basev Yayınları, İstanbul.
- Yürekli, Ş., 1995. Reçine ve Boya Teknolojisi Cilt 1. Marshall Boya ve Vernik sanayii A.Ş. Yayını, İstanbul.
- Yürekli, Ş., 1997. Reçine ve Boya Teknolojisi Cilt 2. Marshall Boya ve Vernik Sanayii A.Ş. Yayını, İstanbul.



## Ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişki

Nadir Ersen<sup>1\*</sup>, İlker Akyüz<sup>2</sup>, Kadri Cemil Akyüz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Artvin

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 28/11/2022

Kabul Tarihi: 26/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1211214>

\* Sorumlu yazar:

[nadirersen20@artvin.edu.tr](mailto:nadirersen20@artvin.edu.tr)

### ÖZ

### Araştırma Makalesi

Bu araştırmada, Muğla Sıtkı Koçman ve Artvin Çoruh Üniversitelerinin ormancılık bölümünde okuyan öğrencilerin psikolojik dayanıklılık ve umutsuzluk düzeylerinin ve psikolojik dayanıklılık ile umutsuzluk arasında nasıl bir ilişki olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin psikolojik dayanıklılık umutsuzluk düzeylerinin demografik özelliklere göre değişiklik gösterip göstermediği ve yapısal eşitlik modellenmesi kullanılarak da psikolojik dayanıklılığın umutsuzluk üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma örneklemini, ormancılık bölümünde okuyan 372 öğrenci oluşturmaktadır. Ana çalışma değişkenlerini ölçmek için “Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği” ve “Beck Umutsuzluk Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, ormancılık bölümünde okuyan öğrencilerin orta seviyede bir psikolojik dayanıklılık ve umutsuzluk düzeylerine sahip olduğu bulunmuştur. Psikolojik dayanıklılık ve boyutları ile umutsuzluk ve boyutları arasında anlamlı ve negatif bir ilişki bulunmaktadır. Öğrencilerin umutsuzluk seviyelerinin sınıf ve gelir değişkenlerine göre farklılık gösterirken, psikolojik dayanıklılık seviyeleri ise cinsiyet ve sınıf değişkenlerine göre farklılık göstermektedir. Yapısal eşitlik modellenmesi kullanılarak psikolojik dayanıklılığın umutsuzluk düzeyini azalttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ormancılık bölümü, umutsuzluk, dayanıklılık, öğrenci

### The relationship between hopelessness and psychological resilience levels of forestry students

#### ABSTRACT

The aim of this research is to determine the psychological resilience and hopelessness levels of the students studying in the forestry department of Muğla Sıtkı Koçman and Artvin Çoruh Universities and the relationship between psychological resilience and hopelessness. In addition, whether the students' levels of resilience hopelessness vary according to demographic characteristics and the effect of resilience on hopelessness was investigated by using structural equation modeling. The research sample consists of 372 students studying in the forestry department. The “Psychological Resilience Scale” and the “Beck Hopelessness Scale” were used to measure the main study variables. As a result of the research, it was found that the students studying in the forestry department had a moderate level of psychological resilience and hopelessness. There is a significant and negative relationship between psychological resilience and its dimensions and hopelessness and its dimensions. While students' hopelessness levels differ according to class and income variables, psychological resilience levels differ according to gender and class variables. It was determined that psychological resilience reduces the level of hopelessness by using structural equation modeling.

**Key Words:** Department of forestry, hopelessness, resilience, student

*Bu makaleye atf:*

Ersen, N., Akyüz, İ., Akyüz, K.C., 2022. Ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişki. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 116-126.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Umut ve umutsuzluk kavramlarının her ikisi de kişinin geleceğe ilişkin beklentilerinin gerçekleşme fırsatını ifade etse, de bu kavramlar karşıt beklentileri simgelemektedir (şanlı Kula ve Saraç, 2017). Umut, "gerçekleşme beklentisi veya inancının eşlik ettiği arzu ve yerine getirme veya başarı beklentisi ve ayrıca umutların odaklandığı biri veya bir řey" olarak tanımlanmaktadır. Buna karşılık, umutsuzluk, umutlu dūřünmenin veya hedeflerin, yolların veya motivasyonun olmaması olarak tanımlanmaktadır (Synder et al., 2004). Beck'e (1967) göre ise umutsuzluk, gelecekteki durum ve olaylarla ilgili, kendini ve başkalarını ilgilendiren olumsuz beklentiler olarak tanımlanmaktadır. Bu olumsuz beklentilere sahip kişiler sorunlarını çözemeyeceklerini, amaçlarına hiçbir zaman ulaşamayacaklarını ve geleceklerinde olumludan çok olumsuz dönemler olacağını dūřünürler (Collazoni et al., 2020). Ayrıca, yüksek düzeyde umutsuzluk, depresyon ve intihar eğilimi gibi klinik sonuçlarla eşzamanlı ve ileriye dönük olarak ilişkilendirilmiştir. Özetle umutsuzluk, büyük klinik ve araştırma ilgisini hak eden bir olgudur (Marchetti, 2019). Bu çalışmanın konusunu oluşturan üniversite öğrencilerinin umutsuzluk düzeylerini arttıran bir çok faktör (aileden ayrılmadan dolayı oluşan kaygı, yalnızlık korkusu, ekonomik zorluklar, yeni çevreye ve yurt yaşamına uyum sorunu, mezun olduktan sonra iř bulma endişesi gibi) bulunmaktadır (Güngörmüř ve ark., 2015). Öğrenciler, umutsuzluğa neden olan bu faktörlere karşı kendini koruyacak yeterli donanıma sahip değillerse, kendilerini güçsüz hissedebilirler, psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklar yaşayabilirler. Bu faktörler karşısında öğrencilerin daha sağlam durmasını sağlayan en önemli özelliklerinden birisi de psikolojik dayanıklılıktır (Karademir ve Açak, 2019).

Son çeyrek yüzyılda, psikolojik dayanıklılık literatüründe psikolojik sağamlığın bir süreç veya bir özellik olarak alternatif kavramsallaştırmalarına dayanan çok sayıda dayanıklılık tanımı önerilmiştir (Fletcher and Sarkar, 2012). Örnek vermek gerekirse, Curtis and Cichetti (2007) dayanıklılığı "hem sinirsel hem de psikolojik öz-örgütlenmelerden ve ayrıca ekolojik bağlam ile gelişmekte olan organizma arasındaki işlemden etkilenen dinamik bir süreç" olarak ifade etmiştir. Daha basit bir şekilde Luthar et al., (2000) ise dayanıklılığı, "önemli olumsuzluklar bağlamında olumlu adaptasyonu kapsayan dinamik bir süreç" olarak tanımlamıştır. Bu tanımların her ikisi de dayanıklılığın hem dinamik bir süreç hem de bağlamsal temelli olduğunu vurgulamaktadır. Dayanıklılığın süreç kavramsallaştırması, dayanıklılığın kiři-çevre etkileşimleri bağlamında zaman içinde gelişen bir kapasite olduğunu kabul eder. Dayanıklılığın bağlamsal temelli olması ise, dayanıklılığın bağlama özgü olduğunu gösterir ve bir birey potansiyel olarak bir bağlamda son derece dirençliyken başka bir bağlamda dirençli değildir. Psikolojik dayanıklılık bir özellik olarak dūřünüldüğünde, insanların karşılaştıkları şartlara uyum sağlamalarını sağlayan bir özellikler takımıydığını temsil ettiği ileri sürülmüştür. Spesifik olarak, bir birey belirli bir stres kaynağına veya olumsuz yaşam olayına uyum sağlayabilir, ancak bir başka stres kaynağına veya olumsuz olaya uyum sağlayamayabilir. Bu nedenle, sıkıntı ve olumsuz yaşam olaylarına maruz kalan tüm bireylerin psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklara sahip olmadığı kaydedilmiştir. Ayrıca, bazı

bireylerin en yıkıcı olumsuz olaylara veya koşullara maruz kalabilecekleri ve sıkıntıdan sonra iyileşebilecekleri ve hatta gelişebilecekleri açıktır. Yani, psikolojik dayanıklılık bazı bireyler için koruyucu bir etkiye sahip olabilir (Connor and Davidson, 2003; Fletcher and Sarkar, 2012; Vella and Pai, 2019).

Uzun süreli strese, sıkıntıya veya kötü muameleye rağmen normal gelişimini sürdüren bireyler, sıklıkla "dayanıklı" olarak etiketlenir. Kırk yılı aşkın süredir yürütölen araştırmalar, zorlu yaşam koşullarının üstesinden gelen dayanıklı insanları karakterize eden bir kaç temel özelliğın olduğuna işaret etmektedir. Genel olarak savunmasız insanlardan daha esnekler ve kendi içlerinde veya çevrelerinde bulunan çeşitli koruyucu kaynakları (psikolojik/eğilimsel nitelikler, aile desteği ve uyumu, dış destek sistemleri gibi) kullanarak başa çıkarlar. Bu tür koruyucu kaynakların varlığını ölçmek için çeşitli ölçekler de geliştirilmiştir. Bu ölçeklerden biri de Friborg ve arkadaşları tarafından 2003 yılında geliştirilen ve kişisel yeterlilik, sosyal yeterlilik, yapısal stil, aile uyumu ve sosyal kaynaklar olmak üzere beş faktörden oluşan "Psikolojik Dayanıklılık" ölçeğidir (Friborg et al., 2003).

Bu çalışmada, Fiborg et al., (2003) "psikolojik dayanıklılık ölçeği" ve Beck et al. (1974) geliştirdiği "umutsuzluk ölçeği" kullanılarak Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz ve Kavaklıdere Meslek Yüksekokulları ve Artvin Çoruh Üniversitesi Artvin Meslek Yüksekokulundaki ormancılık bölümü öğrencilerinin psikolojik dayanıklılık ve umutsuzluk düzeyleri, psikolojik dayanıklılık ve umutsuzluk düzeylerinin demografik özellikler bakımından farklılık gösterip göstermediği, psikolojik dayanıklılık ile umutsuzluk arasında bir ilişki olup olmadığı ve bu ilişkinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Araştırmanın evreni ve örnekleme

Çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulu'ndan gerekli etik kurul onayı (31/03/2022 tarih ve E-18457941-050.99-45457 sayılı), çalışma kapsamındaki Meslek Yüksekokul yönetimlerinden gerekli izin ve katılımcılardan sözlü onam alınarak yapılmıştır. Çalışma grubunu 2021-2022 eğitim ve öğretim yılında Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz ve Kavaklıdere Meslek Yüksekokulları ve 2021-2023 eğitim ve öğretim yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Artvin Meslek Yüksekokulunda ormancılık bölümlerinde okuyan öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamındaki dönemlerinde Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS) yerleştirme sonuçlarına göre Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve Artvin Çoruh Üniversitesinin ormancılık bölümlerinde toplam 605 öğrencinin tercih ettiği görölmüştür. Anketlerin uygulanacağı toplam öğrenci sayısını belirlemek için aşağıdaki örnekleme belirleme formülü kullanılmıştır (Dorman et al., 1990).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot Z^2}{(N-1) \cdot d^2 + p \cdot q \cdot Z^2} \quad (1)$$

Formülde; n: örnekleme büyüklüğü, N: evren büyüklüğü (605 öğrenci), p: ölçülecek özelliğın evrende meydana gelme olasılığdır (bu çalışma çok amaçlı olduğu için bu oran %50

alınmıştır), q: 1-q (ölçülecek özelliğın evrende bulunma olasılığının olmaması), Z: güven katsayısıdır (%95 güven aralığında Z puanı 1,96 olarak alınmıştır) ve d: kabul edilen örnekleme hatasıdır (%5 alınmıştır)

Formül yardımıyla örnekleme büyüklüğü 235 öğrenci olarak belirlenmiştir. Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak için örnekleme sayısı yüksek tutulmuştur. Bu amaçla çalışma kapsamındaki öğrencilerin çoğunluğuna ulaşılmaya çalışılmıştır ve 372 anket değerlendirmeye alınmıştır.

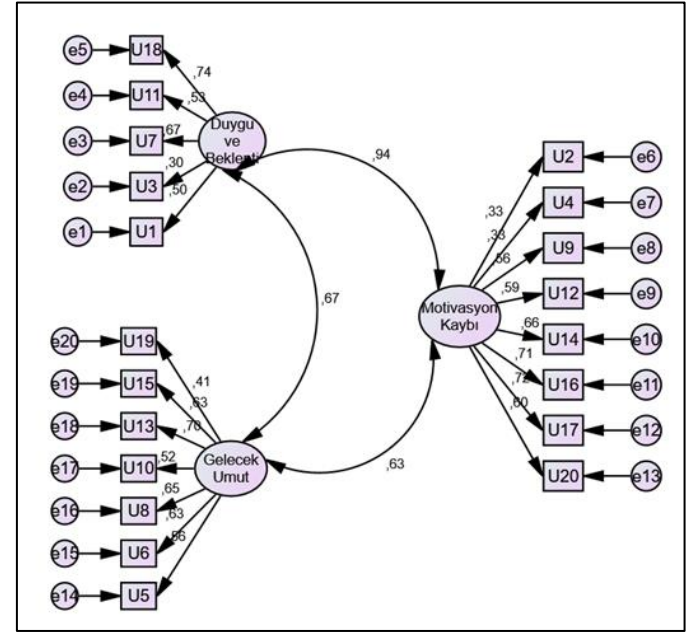
## 2.2 Yöntem

Araştırma saha çalışması olarak planlanmış ve verilerin elde edilmesinde anket tekniğı kullanılmıştır. Anket formları öğrencilere yüz yüze uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan anket formu 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin ifadeler yer almaktadır. İkinci bölümde öğrencilerin umutsuzluk düzeyine ölçen ifadeler yer almaktadır. Öğrencilerin umutsuzluk düzeyini ölçmek için “Umutsuzluk Ölçeğı” kullanılmıştır. Üçüncü bölümde çalışma kapsamındaki öğrencilerin dayanıklılığını ölçülmüştür. Bunun için ise “Psikolojik Dayanıklılık Ölçeğı” kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan “Umutsuzluk Ölçeğı” Beck et al. (1974) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçek Durak ve Palabıyıkoglu (1994) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Beck et al. tarafından geliştirilen bu ölçek 20 sorudan ve geleceğle ilişkin duygular ve beklentiler, motivasyon kaybı ve umut olmak üzere 3 boyuttan oluşmaktadır. Geleceğle ilişkin duygular ve beklentiler boyutu beş (1;3;7;11;18), motivasyon kaybı boyutu sekiz (2;4;9;12;14;16;17;20) ve umut boyutu yedi (5;6;8;10;13;15;19) sorudan oluşmaktadır. Orijinal ölçek “Evet” ve “Hayır” seçeneklerinden oluşurken, bu çalışmada ölçekteki sorular 5’li Likert ölçeğine göre tasarlanmıştır (5=Kesinlikle Katılıyorum, 4=Katılıyorum, 3=Kararsızım, 2=Katılmıyorum, 1=Kesinlikle Katılmıyorum). Olumlu ifadeler içeren sorulara (1, 3, 5, 6, 8, 10,13, 15, 19) ters kodlama yapılmıştır. Çalışmada kullanılan “Psikolojik Dayanıklılık Ölçeğı” Friberg et al. (2003) tarafından geliştirilmiştir ve 37 sorudan ve 5 boyuttan oluşmaktadır. Friberg et al. 2005 yılında 6 boyuttan ve 33 sorudan oluşan başka bir psikolojik dayanıklılık ölçeğı geliştirmiştir (Friberg et al., 2005). Basım ve Çetin (2011) 33 sorudan ve 6 boyuttan oluşan bu ölçeğı Türkçe’ye uyarlamasını yapmıştır

## 3. Bulgular

Bu çalışmada ilk olarak ölçeklere faktör analizi uygulanmıştır. Umutsuzluk ölçeğinin Türkçe’ye uyarlanması daha önceden yapıldığından ölçeğın yapı geçerliliğini test etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi doğrultusunda elde edilen modelin uyum iyiliğini test etmek amacıyla literatürde en fazla tercih edilen  $\chi^2/df$  (ki-kare istatistiğinin serbestlik derecelerine oranı), GFI (uyum iyiliğı indeksi), RMSEA (kök ortalama kare yaklaşım hatası) ve CFI (karşılaştırmalı uyum indeksi) değerleri kullanılmıştır. Modelin uyum indeksleri incelendiğinde modelinin uyum indeksi değerleri şu şekilde çıkmıştır:  $\chi^2/df=2,879$ , GFI=0,881, CFI=0,857 RMSEA=0,071. Literatüre göre  $\chi^2/df$  değeri 5’ten küçük, RMSEA değeri 0,10, CFI ve GFI değeri 0,85’ten küçük olmalıdır (Byrne and Campbell, 1999; Schermelleh-Engel et al.,

2003; Kline, 2011; Çokluk ve ark., 2014). Modelin değerleri genel olarak kabul edilebilir değerler arasındadır. Bu değerler umutsuzluk ölçeğinin geçerliliğini doğrulamaktadır. Araştırmada kullanılan ölçeklerin ve boyutlarının güvenilirliğini test etmek için Cronbach alfa iç tutarlılık testi kullanılmıştır. Bu çalışmada umutsuzluk ölçeğinin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0,876 olarak bulunmuştur. Umutsuzluk ölçeğinin boyutları olan “geleceğle ilişkin duygular ve beklentiler”, “motivasyon kaybı” ve “umut” faktörlerinin Cronbach’s alfa değerleri ise sırasıyla 0,683, 0,788 ve 0,785 çıkmıştır.



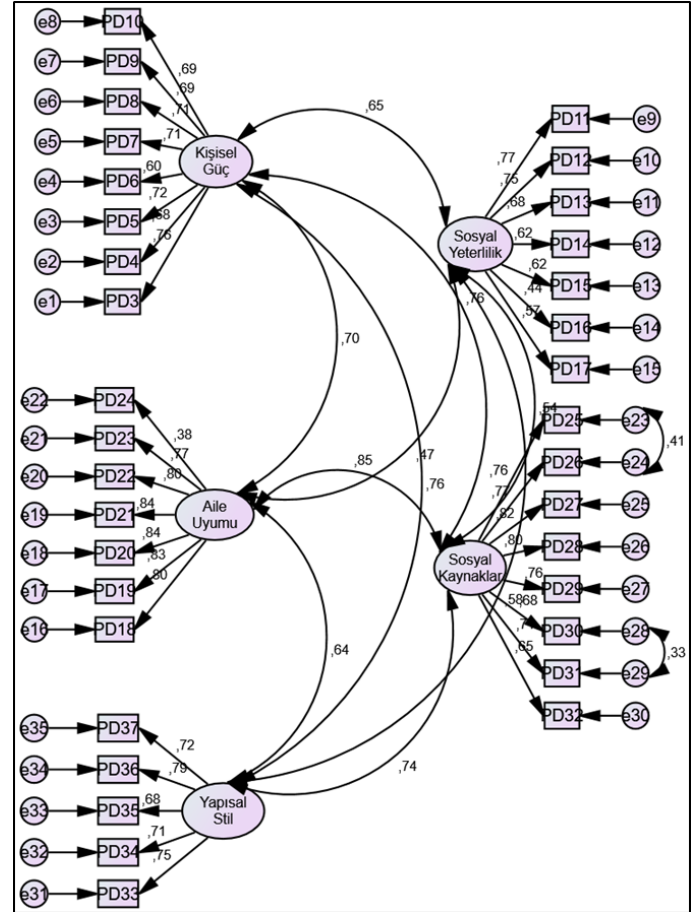
Şekil 1. Umutsuzluk ölçeğinin DF modeli

Friberg et al. (2003) tarafından geliştirilen ve 37 soruluk psikolojik dayanıklılık ölçeğine ise ilk önce Açıklayıcı Faktör Analizi uygulanmıştır. Yapılan açıklayıcı faktör analizi sonucunda bazı sorularda bitişik durumdaki maddeler arasındaki faktör yükü farkının 0,10’dan küçük olduğu görülmüştür ve 1. ve 2. sorular tek tek olarak çıkartılmıştır. Her soru çıkarıldıktan sonra tekrar faktör analizi uygulanmıştır. Yapılan çıkarmalar sonucunda orijinali 37 soru olan ölçek 35 soruya düşmüştür. Ölçeğın boyut sayısında ise bir değışim olmamıştır. Ölçeğın orijinalinde olduğu gibi ölçek “kişisel güç”, “sosyal yeterlilik”, “aile uyumu”, “sosyal kaynaklar” ve “yapısal stil” olmak üzere beş boyuttan oluşmuştur. Kişisel güç boyutu 8, sosyal kaynaklar boyutu 7, aile uyumu boyutu 7, sosyal kaynaklar boyutu 8 ve yapısal stil boyutu 5 sorudan oluşmaktadır. Bu 5 faktör toplam varyansın %59’unu açıklamaktadır. Kişisel güç boyutunun faktör yükleri 0,482 ile 0,760 arasında, sosyal yeterlilik boyutunun faktör yükleri 0,428 ile 0,754 arasında, aile uyumu boyutunun faktör yükleri 0,386 ile 0,749 arasında, sosyal kaynaklar boyutunun faktör yükleri 0,559 ile 0,704 arasında ve yapısal stil boyutunun faktör yükleri 0,662 ile 0,731 arasında, değışmektedir. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett test sonuçlarına bakıldığında da ölçeğın faktör analizine uygun olduğu görülmektedir (KMO: 0,948; Bartlett Test: 0,000) (Çizelge 1). Açıklayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen yapının doğruluğunu belirlemek amacıyla psikolojik dayanıklılık ölçeğine doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Ölçeğle ilişkin sonuçların daha iyi olabilmesi bazı sorular

(örneğin, örgütsel güven ölçeğinde 23 ile 24 arasında ve öğrenen örgüt ölçeğinde 28 ile 29 arasında) modifikasyon yapılmıştır. Diğer bir deyişle, artık değerler arasında kovaryansı yüksek olanlar için yeni kovaryanslar oluşturulmuştur. Modifikasyon yapılan sorular Şekil 2’de gösterilmiştir. Psikolojik dayanıklılık modelinin uyum indeks değerleri  $\chi^2/df = 2,037$ ,  $GFI=0,855$ ,  $CFI=0,923$ ,  $IFI=0,924$  ve  $RMSEA=0,053$  olarak bulunmuştur. Modifikasyon sonucunda elde edilen modele ilişkin değerlerin genel olarak kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir. Bu değerler, psikolojik dayanıklılık ölçeğinin geçerliliğini doğrulamaktadır. Psikolojik dayanıklılık ölçeğinin güvenilirlik katsayısı ise 0,954 olarak bulunmuştur. Ölçeğin boyutlarının güvenilirlik katsayıları incelendiğinde ise “aile uyumu” 0,896, “sosyal kaynaklar” 0,823, “kişisel güç” 0,882, “sosyal yeterlilik” 0,823 ve “yapısal stil” 0,851 çıkmıştır. Bu değerlerden hareketle kullanılan psikolojik dayanıklılık ölçeğinin güvenilir olduğu söylenebilir.

**Çizelge 1.** Psikolojik dayanıklılığa ilişkin açılımlayıcı faktör analizi

	Faktör 1: Aile Uyumu	Faktör 2: Sosyal Kaynaklar	Faktör 3: Kişisel Güç	Faktör 4: Sosyal Yeterlilik	Faktör 5: Yapısal Stil
Soru 3			0,532		
Soru 4			0,666		
Soru 5			0,657		
Soru 6			0,760		
Soru 7			0,643		
Soru 8			0,570		
Soru 9			0,571		
Soru 10			0,482		
Soru 11				0,754	
Soru 12				0,744	
Soru 13				0,623	
Soru 14				0,729	
Soru 15				0,666	
Soru 16				0,428	
Soru 17				0,540	
Soru 18	0,705				
Soru 19	0,696				
Soru 20	0,749				
Soru 21	0,744				
Soru 22	0,720				
Soru 23	0,691				
Soru 24	0,386				
Soru 25		0,679			
Soru 26		0,704			
Soru 27		0,666			
Soru 28		0,610			
Soru 29		0,559			
Soru 30		0,599			
Soru 31		0,619			
Soru 32		0,559			
Soru 33				0,670	
Soru 34				0,731	
Soru 35				0,666	
Soru 36				0,667	
Soru 37				0,662	
Toplam varyansı			59,612		
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)			0,948		
Bartlett's Test of Sphericity		Ki-kare:7748,407; df:595; p:0,000			



**Şekil 2.** Psikolojik dayanıklılık ölçeğinin DF modeli

Çizelge 2’de çalışma kapsamındaki öğrencilerin demografik özellikleri gösterilmektedir. Öğrencilerin %70’inden fazlası erkektir. Yaş aralığı bakımından %88,44’ü 19-25 yaş aralığında, %6,72’si 18 yaş ve altı ve %4,84’ü 26 yaş ve üstüdür. Araştırma katılan öğrencilerin %57,5’i birinci sınıfta okuyorken, %42,5’i ikinci ve üstü sınıfta okumaktadır. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun ailelerinin aylık geliri 6000 TL ve altındadır (%67,74). Öğrencilerin okuduğu program açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerin yaklaşık %76’sı ormancılık bölümünün ormancılık ve orman ürünleri programında okurken, %23,9’u avcılık ve yaban hayatı programında okumaktadır.

**Çizelge 2.** Katılımcıların demografik özellikleri

	Demografik özellikler	Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	272	73,1
	Kadın	100	26,9
Yaş	18 yaş ve altı	25	6,72
	19-25 yaş	329	88,44
	26 yaş ve üstü	18	4,84
Sınıf	1. sınıf	214	57,5
	2 sınıf ve üzeri	158	42,5
Gelir	4500 TL ve altı	144	38,71
	4501-6000 TL	108	29,03
	6001-8000 TL	54	14,52
	8001 TL ve üstü	66	17,74
Program	Ormancılık ve Orman Ürünleri	283	76,1
	Avcılık ve Yaban Hayatı	89	23,9

Çizelge 3'te öğrencilerin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık ölçeklerinden aldıkları puanların ortalamaları ile ölçeklerin ve boyutlarının çarpıklık ve basıklık değerleri gösterilmektedir. Umutsuzluk ölçeğinin puan ortalaması  $\bar{X} = 53,82$ , psikolojik dayanıklılık ölçeğinin puan ortalaması  $\bar{X} = 127,69$  çıkmıştır. Demografik özelliklere göre ölçeklerin ve boyutlarının puan ortalamalarının istatistiksel açıdan farklılıklarını belirlemeden önce normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, ölçeklerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında olduğu görülmüştür. Yani verilerin normal dağılıma sahip olduğu bulunmuştur. Veriler normal dağılım gösterdiği için iki değişken için Bağımsız Örneklem t-testi, ikiden daha fazla değişken için Tek Yönlü ANOVA analizi kullanılmıştır.

**Çizelge 3.** Ölçekler ve boyutlarına ilişkin betimleyici istatistikler

Değişkenler	$\bar{X}$	S. Sapma	Min.	Mak.	Çarpıklık	Basıklık
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	14,245	4,286	5	25	-0,022	-0,474
Motivasyon kaybı	21,758	6,400	8	40	-0,434	0,252
Umut	17,82	5,791	7	35	0,376	0,041
Umutsuzluk ölçeği	53,823	13,825	22	92	-0,137	-0,318
Kişisel güç	28,304	6,976	8	40	-0,406	0,053
Sosyal yeterlilik	24,973	5,733	7	35	-0,465	0,294
Aile uyumu	26,113	6,859	7	35	-0,742	0,094
Sosyal kaynaklar	30,513	7,441	8	40	-0,702	0,172
Yapısal stil	17,788	4,688	5	25	-0,459	0,064
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	127,691	26,164	35	175	-0,691	0,934

Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre cinsiyet değişkeni açısından öğrencilerin umutsuzluk puan ortalamaları farklılık göstermemektedir ( $p=0,111>0,05$ ). Cinsiyet açısından psikolojik dayanıklılık puan ortalamaları farklılık göstermektedir ( $p=0,034<0,05$ ). Umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık ölçeklerinin boyutları incelendiğinde, umutsuzluğun boyutu olan “geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler” ( $p=0,048$ ) boyutu cinsiyete göre farklılık gösterirken, “motivasyon kaybı” ( $p=0,178$ ) ve “umut” ( $p=0,397$ ) boyutları farklılık göstermemektedir. Psikolojik dayanıklılığın boyutları olan “kişisel güç” ( $p=0,038$ ) ve “sosyal kaynaklar” ( $p=0,005$ ) cinsiyete göre farklılık gösterirken, “sosyal yeterlilik” ( $p=0,493$ ), “aile uyumu” ( $p=0,103$ ) ve “yapısal stil” ( $p=0,293$ ) farklılık göstermemektedir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Cinsiyet değişkeni açısından ölçeklerin ve boyutlarının t-testi sonuçları

Değişkenler	Cinsiyet	$\bar{X}$	S.Sapma	t	p
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	Erkek	14,511	4,258	1,985	0,048*
	Kadın	13,520	4,300		
Motivasyon kaybı	Erkek	22,029	6,262	1,350	0,178
	Kadın	21,020	6,737		
Umut	Erkek	17,974	5,902	0,848	0,397
	Kadın	17,400	5,483		
Umutsuzluk ölçeği	Erkek	54,514	13,467	1,596	0,111
	Kadın	51,940	14,660		
Kişisel güç	Erkek	27,849	7,084	-2,082	0,038*
	Kadın	29,540	6,548		
Sosyal yeterlilik	Erkek	24,849	5,599	-0,687	0,493
	Kadın	25,310	6,096		
Aile uyumu	Erkek	25,761	6,950	-1,635	0,103
	Kadın	27,070	6,545		
Sosyal kaynaklar	Erkek	29,860	7,578	-2,818	0,005*
	Kadın	32,290	6,778		
Yapısal stil	Erkek	17,632	4,734	-1,054	0,293
	Kadın	18,210	4,558		
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	Erkek	125,952	26,752	-2,124	0,034*
	Kadın	132,420	23,988		

\* $p<0,05$

**Çizelge 5.** Sınıf değişkeni açısından ölçeklerin ve boyutlarının t-testi sonuçları

Değişkenler	Sınıf	$\bar{X}$	S.Sapma	t	p
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	1.sınıf	14,341	4,353	0,505	0,614
	2.sınıf	14,113	4,205		
Motivasyon kaybı	1.sınıf	21,729	6,103	-0,102	0,919
	2.sınıf	21,797	6,801		
Umut	1.sınıf	18,331	5,935	1,992	0,047*
	2.sınıf	17,126	5,534		
Umutsuzluk ölçeği	1.sınıf	54,401	13,974	0,940	0,348
	2.sınıf	53,038	13,626		
Kişisel güç	1.sınıf	27,532	7,203	-2,498	0,013*
	2.sınıf	29,348	6,535		
Sosyal yeterlilik	1.sınıf	24,607	5,945	-1,434	0,152
	2.sınıf	25,468	5,410		
Aile uyumu	1.sınıf	25,453	7,157	-2,169	0,031*
	2.sınıf	27,006	6,348		
Sosyal kaynaklar	1.sınıf	30,177	7,757	-1,013	0,312
	2.sınıf	30,968	6,988		
Yapısal stil	1.sınıf	17,200	4,808	-2,836	0,005*
	2.sınıf	18,582	4,412		
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	1.sınıf	124,972	26,961	-2,347	0,019*
	2.sınıf	131,373	24,652		

\* $p<0,05$



Öğrencilerin buldukları sınıf düzeyine göre öğrencilerin umutsuzluk puan ortalamaları farklılık göstermezken ( $p=0,348>0,05$ ), psikolojik dayanıklılık puan ortalamaları farklılık göstermektedir ( $p=0,019<0,05$ ). Umutsuzluk ölçeğinin boyutları incelendiğinde, sadece umut boyutunun puan ortalaması öğrencilerin sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir ( $p=0,047<0,05$ ). Psikolojik dayanıklılık ölçeğinin “kişisel güç”( $p=0,013<0,05$ ), “aile uyumu”( $p=0,031<0,05$ ) ve “yapısal stil”( $p=0,005<0,05$ ) boyutlarının puan ortalamaları sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. Sınıf düzeyi açısından diğer umutsuzluk (duygu ve beklentiler, motivasyon kaybı) ve psikolojik dayanıklılık (sosyal yeterlilik, sosyal kaynaklar) boyutlarının puan ortalamaları istatistiksel bakımdan farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

**Çizelge 6.** Program değişkeni açısından ölçeklerin ve boyutlarının t-testi sonuçları

Değişkenler	Program	$\bar{X}$	S. Sapma	t	p
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	O.O.Ü	14,070	4,085	-1,398	0,163
	A.Y.H	14,797	4,855		
Motivasyon kaybı	O.O.Ü	21,558	6,451	-1,074	0,284
	A.Y.H	22,393	6,226		
Umut	O.O.Ü	17,816	5,818	-0,022	0,983
	A.Y.H	17,831	5,737		
Umutsuzluk ölçeği	O.O.Ü	53,445	13,631	-0,939	0,349
	A.Y.H	55,022	14,438		
Kişisel güç	O.O.Ü	28,137	7,118	-0,818	0,414
	A.Y.H	28,831	6,514		
Sosyal yeterlilik	O.O.Ü	24,551	5,717	-2,550	0,011*
	A.Y.H	26,314	5,606		
Aile uyumu	O.O.Ü	25,742	6,987	-1,866	0,063
	A.Y.H	27,292	6,330		
Sosyal kaynaklar	O.O.Ü	30,462	7,572	-0,233	0,816
	A.Y.H	30,674	7,045		
Yapısal stil	O.O.Ü	17,639	4,745	-1,086	0,278
	A.Y.H	18,258	4,496		
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	O.O.Ü	126,533	26,997	-1,524	0,128
	A.Y.H	131,370	23,075		

\* $p<0,05$ , O.O.Ü: Ormanlık ve orman ürünleri, A.Y.H: Avcılık ve yaban hayatı

Çizelge 6 incelendiğinde, öğrencilerin okudukları programa göre umutsuzluk ölçeği ve boyutlarının puan ortalamaları farklılık göstermemektedir ( $p=0,349>0,05$ ). Psikolojik dayanıklılığa ilişkin puan ortalamaları da öğrencilerin programına göre değişiklik göstermemektedir ( $p=0,128>0,05$ ). Sadece psikolojik dayanıklılığın boyutların biri olan sosyal yeterlilik boyutu programa göre farklılık göstermektedir ( $p=0,011<0,05$ ).

Çizelge 7 incelendiğinde öğrencilerin yaş aralığı ile umutsuzluğun boyutlarından olan geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ( $F=3,062$ ;  $p=0,048<0,05$ ). Bu farkın 19-

25 yaş aralığında olan öğrenciler ile 26 yaş ve üstü yaşında olan öğrenciler arasında olduğu görülmüştür.

**Çizelge 7.** Yaş değişkeni açısından ölçeklerin ve boyutlarının ANOVA sonuçları

Değişkenler	Yaş	$\bar{X}$	F	p	Tukey
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	18 yaş ve altı <sup>A</sup>	13,880	3,062	0,048*	B>C
	19-25 yaş <sup>B</sup>	14,401			
	26 yaş ve üstü <sup>C</sup>	11,888			
Motivasyon kaybı	18 yaş ve altı	20,960	0,755	0,471	-
	19-25 yaş	21,899			
	26 yaş ve üstü	20,277			
Umut	18 yaş ve altı	18,080	0,262	0,770	-
	19-25 yaş	17,851			
	26 yaş ve üstü	16,888			
Umutsuzluk ölçeği	18 yaş ve altı	52,920	1,218	0,297	-
	19-25 yaş	54,152			
	26 yaş ve üstü	49,055			
Kişisel güç	18 yaş ve altı	28,360	0,721	0,487	-
	19-25 yaş	28,194			
	26 yaş ve üstü	30,222			
Sosyal yeterlilik	18 yaş ve altı	25,400	1,170	0,312	-
	19-25 yaş	24,835			
	26 yaş ve üstü	26,888			
Aile uyumu	18 yaş ve altı	26,480	0,106	0,900	-
	19-25 yaş	26,054			
	26 yaş ve üstü	26,666			
Sosyal kaynaklar	18 yaş ve altı	31,480	0,555	0,574	-
	19-25 yaş	30,519			
	26 yaş ve üstü	29,055			
Yapısal stil	18 yaş ve altı	17,040	0,350	0,705	-
	19-25 yaş	17,832			
	26 yaş ve üstü	18,000			
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	18 yaş ve altı	128,760	0,165	0,848	-
	19-25 yaş	127,437			
	26 yaş ve üstü	130,833			

\* $p<0,05$

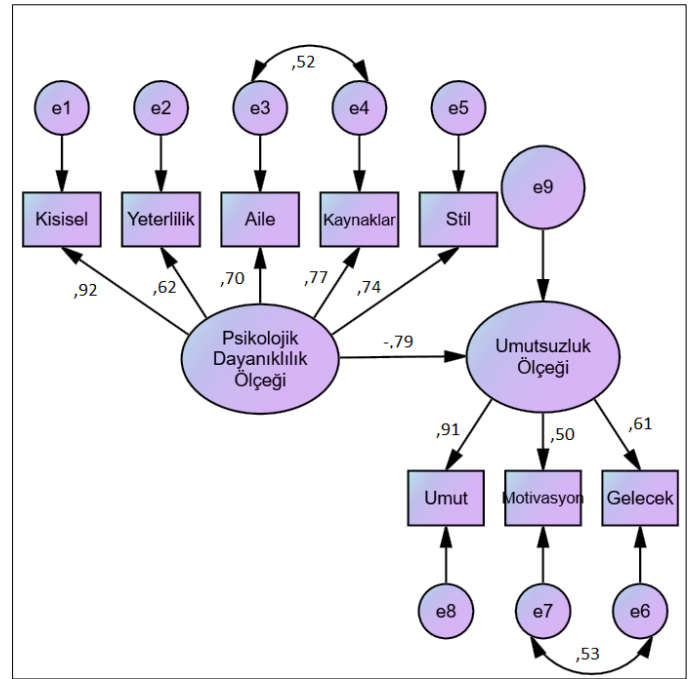
Çizelge 8 incelendiğinde öğrencilerin ailelerinin gelir düzeyleri ile umutsuzluk düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $F=3,641$ ;  $p=0,013<0,05$ ). Bu farkın 4500 TL ve altında aile gelirine sahip olan öğrenciler ile 8001 TL ve üstünde aile gelirine sahip olan öğrenciler arasında olduğu görülmüştür. Gelir düzeyine göre ise öğrencilerin psikolojik dayanıklılık düzeyleri değişmemektedir ( $p=0,447>0,05$ ). Umutsuzluğun boyutları incelendiğinde umutsuzluğun boyutlarından olan geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler ( $F=3,183$ ;  $p=0,024<0,05$ ) ve umut ( $F=4,107$ ;  $p=0,007<0,05$ ) boyutları ile gelir düzeyi arasında anlamlı bir

fark çıkmıştır. Psikolojik dayanıklılığın boyutları incelendiğinde ise dayanıklılığın boyutlarından olan kişisel güç boyutu ile gelir düzeyi arasında fark bulunmuştur ( $F=2,905$ ;  $p=0,035<0,05$ ).

**Çizelge 8.** Gelir değişkeni açısından ölçeklerin ve boyutlarının ANOVA sonuçları

Değişkenler	Gelir	$\bar{X}$	F	p	Tukey
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	14,923	3,183	0,024*	A>D
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	14,231			
	6001-8000 TL <sup>C</sup>	13,981			
	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	13,000			
Motivasyon kaybı	4500 TL ve altı	22,618	2,113	0,098	-
	4501-6000 TL	21,361			
	6001-8000 TL	21,981			
Umut	8001 TL ve üstü	20,348	4,107	0,007*	A>D B>D C>D
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	18,055			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	18,370			
	6001-8000 TL <sup>C</sup>	18,759			
Umutsuzluk ölçeği	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	15,636	3,641	0,013*	A>D
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	55,597			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	53,963			
Kişisel güç	6001-8000 TL <sup>C</sup>	54,722	2,905	0,035*	A<D
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	27,368			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	28,138			
Sosyal yeterlilik	6001-8000 TL <sup>C</sup>	28,592	0,152	0,928	-
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	24,902			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	24,814			
Aile uyumu	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	25,393	0,253	0,859	-
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	25,833			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	26,203			
Sosyal kaynaklar	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	26,697	0,217	0,884	-
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	30,208			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	30,629			
Yapısal stil	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	31,075	1,141	0,333	-
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	17,256			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	18,129			
Psikolojik dayanıklılık ölçeği	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	17,814	0,889	0,447	-
	4500 TL ve altı <sup>A</sup>	125,569			
	4501-6000 TL <sup>B</sup>	127,916			
	8001 TL ve üstü <sup>D</sup>	131,909			

\* $p<0,05$



**Şekil 3.** Psikolojik dayanıklılık ile umutsuzluk arasında oluşturulan yapısal eşitlik modeli

Korelasyon analizi kullanılarak öğrencilerin verdikleri cevaplara göre umutsuzluk ölçeği ve boyutları ile psikolojik dayanıklılık ölçeği ve boyutları arasındaki ilişki tespit edilmiştir ve sonuçları Çizelge 9'da gösterilmektedir. Umutsuzluk ile psikolojik dayanıklılık arasında ( $r= -0,544$ ;  $p=0,000$ ) negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Umutsuzluğun boyutları olan geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler ( $r= -0,375$ ;  $p=0,000$ ), motivasyon kaybı ( $r= -0,352$ ;  $p=0,000$ ), umut ( $r= -0,632$ ;  $p=0,000$ ) ile psikolojik dayanıklılık arasında da negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Psikolojik dayanıklılığın boyutları olan kişisel güç, sosyal yeterlilik, aile uyumu, sosyal kaynaklar ve yapısal stil ile umutsuzluk ve boyutları (duygu ve beklentiler, motivasyon kaybı, umut) arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Psikolojik dayanıklılığın umutsuzluk düzeyi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır ve bunun için model oluşturulmuştur (Şekil 3). Psikolojik dayanıklılığının umutsuzluk üzerindeki etkisini belirlemek için tasarlanan model incelendiğinde modelin uyum indeksi değerleri kabul edilebilir düzeydedir ( $\chi^2/df =3,527$ ,  $GFI=0,960$ ,  $CFI=0,973$ ,  $IFI=0,974$  ve  $RMSEA=0,083$ ). Elde edilen veriler doğrultusunda psikolojik dayanıklılık umutsuzluk düzeyini negatif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır ( $\beta= -0,790$ ;  $p=0,000$ ).

**Çizelge 9.** Değişkenler arası korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Geleceğe ilişkin duygu ve beklentiler (1)	1								
Motivasyon kaybı (2)	0,672**	1							
Umut (3)	0,558**	0,454**	1						
Umutsuzluk ölçeği (4)	0,855**	0,862**	0,802**	1					
Psikolojik dayanıklılık ölçeği (5)	-0,375**	-0,352**	-0,632**	-0,544**	1				
Kişisel güç (6)	-0,498**	-0,428**	-0,681**	-0,638**	0,860**	1			
Sosyal yeterlilik (7)	-0,217**	-0,180**	-0,390**	-0,314**	0,711**	0,573**	1		
Aile uyumu (8)	-0,229**	-0,251**	-0,485**	-0,390**	0,842**	0,619**	0,418**	1	
Sosyal kaynaklar (9)	-0,287**	-0,307**	-0,505**	-0,442**	0,889**	0,668**	0,496**	0,775**	1
Yapısal stil (10)	-0,297**	-0,252**	-0,525**	-0,429**	0,790**	0,643**	0,492**	0,571**	0,639**

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Üniversite öğrencilerinin umutsuzluk ve dayanıklılık düzeyleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Ancak ormancılık bölümü öğrencilerine yönelik bu konu ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamakta veya çok sınırlıdır. Bu çalışmada ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeyleri, umutsuzluk ve dayanıklılık düzeylerinin demografik özelliklerine göre farklılık gösterip göstermediği ve umutsuzluk ile psikolojik dayanıklılık arasındaki ilişki ve psikolojik dayanıklılığın umutsuzluğa etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, ormancılık bölümü öğrencilerin toplam umutsuzluk düzeyi orta seviyede çıkmıştır. Ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk düzeyinin çok yüksek çıkmamasının nedeni olarak son yıllarda mezun olduktan sonra atanma oranlarının yüksek olması olabilir. Aydın ve arkadaşları (2013) da umutsuzluğu akademik başarı durumu, işsizlik kaygısı, okunulan bölüm gibi faktörlerin etkilediğini saptamıştır. Farklı bölümlerde ve üniversitelerde okuyan öğrencilere yönelik yapılan benzer çalışmalarda da (Kılıç ve ark., 2014; Erdoğan ve Akın, 2016; Şanlı Kula ve Saraç, 2017; Zafer, 2019) öğrencilerin geleceğe dair çok umutsuz olmadığı tespit edilmiştir.

Erkek ve kadınların olumsuzluk düzeyleri ile ilgili istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamaktadır. İstatistiksel açıdan bir farklılık bulunmasa da erkeklerin umutsuzluk düzeyleri kadınlardan daha yüksek çıkmıştır. Toplumda erkeğe yüklenen roller ve sorumluluklar erkekleri kaygı ve umutsuzluğa ittiği için erkeklerin umutsuzluk düzeyi daha yüksek çıkmış olabilir. Bu sonuçla benzerlik gösteren çalışmalarda bulunmaktadır (Aba ve Mete, 2018; Ergüt, 2020) Cinsiyete göre umutsuzluk düzeylerinin farklılık gösterdiği çeşitli araştırmalarda bulunmaktadır (Taslak ve Işıkkay, 2015; Şanlı Kula ve Saraç, 2017; Açıkgöz, 2019).

Öğrencilerin umutsuzluk düzeyleri okuduğu programa ve sınıfı göre de farklılık göstermemekte olup, okula yeni başlayan öğrencilerinin umutsuzluk düzeyleri eski öğrencilere göre daha yüksektir. Son yıllarda Orman Bakanlığı çok sayıda orman muhafaza memuru aldığı için yeni öğrencilerin eski öğrencilerinin daha önceden mezun olacağından dolayı boş olan

kadroları dolduracağından atanma şanslarının daha az olacağı düşüncesi olabilir. Okuduğu program açısından da avcılık ve yaban hayatını okuyan öğrencilerin daha umutsuz olduğu bulunmuştur. Her iki programda okuyan öğrencilerin umutsuzluk düzeyleri arasında fark olmamasının nedeni iki programda mezun olan öğrencilerinin iş alanlarının birbirine benzemesi ve orman muhafaza memuru olarak atanma şanslarının birbirine benzer olması olabilir. Aba ve Mete (2018) tarafından yapılan araştırma sonucu da bu çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir. Üst sınıf öğrencilerinin umutsuzluk düzeylerinin daha yüksek olduğu araştırmalarda bulunmaktadır (İmamoğlu, 2017; Tetik ve Yurtsever, 2018; Çay ve Akpınar, 2022).

İstatistiksel açıdan anlamlı olmasa da 19-25 yaş aralığında olan öğrencilerin diğer yaş aralığındaki öğrencilere kıyasla daha umutsuz olduğu bulunmuştur. 26 yaş ve üstündeki öğrenciler geleceğe ve hayata daha umutlu bakmaktadır. Akçöltekin (2016) tarafından yapılan biyoloji bölümünde öğrenin gören öğrencilere yönelik araştırmada da, yaş gruplarına göre öğrencilerin umutsuzluk düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Ailelerin gelir düzeyi ile öğrencilerin umutsuzluk düzeyleri istatistiksel açıdan anlamlı çıkmıştır. Genel olarak gelir düzeyi yüksek öğrencilerin daha umutlu, gelir düzeyi düşük olanlarının daha umutsuz olduğu tespit edilmiştir. Gülec Oyekcin ve ark. (2017) bireylerin kötüleşen ekonomik durumunun umutsuzluk seviyesini arttırdığını söylemiştir. Diğer bir çalışmada ise, en az umutsuz olan öğrencilerin en yüksek gelir sınıfına sahip öğrenciler olduğu bulunmuştur (Zafer, 2019). Çay ve Akpınar (2022) öğrencilerin ailelerinin ekonomik durumu kötüleştiğçe umutsuzluk düzeylerinin yükseldiğini tespit etmiştir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin psikolojik dayanıklılık düzeyi de umutsuzlukta olduğu gibi orta seviyede çıkmıştır. Psikolojik dayanıklılığın boyutları incelendiğinde öğrencilerin kendilerini destekleyen arkadaş ve aile üyelerine sahip olduğu, aileleri ile uyum içinde olduğu ve güçlü kişisel yapıya sahip olduğu söylenebilir. Üniversitede okuyan öğrencilerinin psikolojik dayanıklılık düzeylerinin orta düzeyde olduğu yani bu çalışma bulguları ile örtüşen araştırmalar mevcuttur (Durmuş ve Okanlı, 2018).

Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin psikolojik dayanıklılık düzeyleri istatistiksel bakımından farklılık göstermektedir. Psikolojik dayanıklılık bakımından kız öğrencilerin ortalaması erkek öğrencilere göre daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışma ile benzerlik gösteren literatürde başka araştırmalarda bulunmakta olup (İçel ve Özkan, 2018; Atan ve Ünver, 2019; Polatçı ve Tınaz, 2021), bazı araştırmalarda ise bu çalışmanın aksine erkek öğrencilerin psikolojik dayanıklılık düzeyleri daha yüksek çıkmıştır (Taşğın ve ark., 2017; Karademir ve Açaık, 2019; Liu et al., 2021). Bu çalışma ile tamamen zıt bulguya sahip yani cinsiyetin psikolojik dayanıklılık düzeyi üzerinde etkisinin olmadığı araştırmalarda bulunmaktadır (Aydın ve Egemberdiyeva, 2018; Wu et al., 2020).

İkinci sınıf ve üstü öğrencilerin psikolojik dayanıklılıkları üniversiteye yeni başlayan öğrencilerden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Kaya ve Şarlı (2020) spor bilimlerinde öğrenim gören lisans öğrencilerine ilişkin yaptığı çalışmasında son sınıftaki öğrencilerin psikolojik dayanıklılıkları birinci sınıftakilere göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ve bu çalışmanın bulgusu ile örtüşmektedir.

Öğrencilerin psikolojik dayanıklılıkları okuduğu programa, yaşa ve ailesinin gelirine göre anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur. Her ne kadar anlamlı bir farklılık olmasa da, avcılık ve yaban hayatı programını okuyan, 26 yaşın üstünde olan ve ailesinin gelir düzeyi yüksek olan öğrencilerin dayanıklılıkları daha yüksek çıkmıştır. Psikolojik dayanıklılık düzeyinin okunulan bölüme ya da programa göre değişip değişmediğine yönelik Karademir ve Açaık'ın (2019) bulguları bu çalışma ile örtüşürken, Güven'in (2019) bulguları örtüşmemektedir. Wagnild (2009) yaşın psikolojik dayanıklılığı etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu söylemiştir. Diğer bir araştırmada yaşın psikolojik sağlamlığı anlamlı bir şekilde pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir (Aydın ve Egemberdiyeva, 2018). Güngörmüş ve ark. (2015) ve Kaya ve Şarlı (2020) gelir düzeyinin psikolojik dayanıklılığı pozitif yönde etkileyen faktörlerden biri olduğunu sonucuna varmıştır.

Önceki bulgularla bu çalışmanın bulgularının uyumlu olduğu görülmektedir (MacLeod et al., 2016; Akşit Aşık, 2018; Gülerce ve Maraj, 2021; Nieto et al., 2022; Öztürk ve Maçkallı, 2022). Umutsuzluğun rolü ile ilgili olarak, olumsuz gelecek odaklı düşünmenin dayanıklılık üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Gooding et al., 2012). Nalbant ve Voltan-Acar (2017) ilkököl öğrencilerinin iyimserlik ve psikolojik dayanıklılıklarının geliştirilmesi amacıyla bir program yapmış ve psikolojik dayanıklılığın geliştirilmesi programın çocukların umutsuzluk düzeylerine pozitif yönde etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çunluş ve diğerleri (2021) de arkadaşları ve ailesi ile sorunları olan ve kendini yalnız hisseden öğrencilerin daha depresif ve umutsuz olduğunu belirtmiştir. 2021 yılında yapılan diğer bir çalışmada, psikolojik dayanıklılığın umutluluğu olumlu yönde etkilediği bulunmuştur (Almaçık ve ark., 2021).

## Teşekkür

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ormancılık bölümünde okuyan öğrencilere anketin gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Doç. Dr. Hatice Ulusoy'a teşekkür ederiz

## Kaynaklar

- Aba, G., Mete, M., 2018. Sağlık kurumları işletmeciliği programı öğrencilerinin umutsuzluk ve kaygı düzeylerinin belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(3), 290-300.
- Açıkgöz, A., 2019. Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu son sınıf öğrencilerinde umutsuzluk düzeyi ve ilişkili etmenler. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 5-12.
- Akçöltekin, A., 2016. Türkiye üniversitelerindeki biyoloji öğrencilerinin sosyo-demografik değişkenler bakımından umutsuzluk düzeylerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 689-702.
- Akşit Aşık, N., 2018. Psikolojik dayanıklılık ve umutsuzluğun yaş doyumuna etkisi: otel çalışmaları üzerine bir araştırma. *Journal of Recreation and Tourism Research*, 5(2), 33-41.
- Almaçık, E., Of, M., Yaşar, J., Tülemmez, S., Mirzayev, M., Alfara, H., 2021. Pandemi sürecinde üniversite öğrencilerinin psikolojik dayanıklılıkları ve umutsuzluklarının kariyer geleceği algısı üzerindeki etkileri. *BMİJ*, 9(1), 248-266.
- Atan, T., Ünver, Ş., 2019. Spor bilimleri fakültesi ve ilahiyat fakültesi öğrencilerinin psikolojik dayanıklılık düzeylerinin karşılaştırılması. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(14), 207-222.
- Aydın, M., Egemberdiyeva, A., 2018. Üniversite öğrencilerinin psikolojik sağlamlık düzeylerinin incelenmesi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 3(1), 37-53.
- Aydın, M., Erdoğan, S., Yurdakul, M., Eker, A., 2013. Sağlık yüksekokulu ve sağlık meslek lisesi öğrencilerinin umutsuzluk düzeyleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-5.
- Basım, H.N., Çetin, F., 2011. Yetişkinler için psikolojik dayanıklılık ölçeği'nin güvenilirlik ve geçerlilik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 22(2), 104-114.
- Beck, A.T., 1967. *Depression: Clinical, Experimental, and Theoretical Aspects*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Beck, A.T., Wegssman, A., Lester, D., Trexler, L., 1974. The measurement of pessimism: The Hopelessness Scale. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42(6), 861-865.
- Byrne, B., Campbell, T.L., 1999. Cross-cultural comparisons and the presumption of equivalent measurement and theoretical structure: a look beneath the surface. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 30(5), 555-574.
- Collazoni, A., Stratta, P., Pacitti, F., Rossi, A., Santarelli, V., Bustini, M., Talevi, D., Succi, V., Rossi, R., 2020. Resilience as a mediator between interpersonal risk factors and hopelessness in depression. *Front. Psychiatry*, 11:10.
- Connor, K.M., Davidson, J.R.T., 2003. Development of a new resilience scale: the Connor Davidson resilience scale (CD-RISC). *Depression and Anxiety*, 18(2), 76-82.
- Curtis, W.J., Cicchetti, D., 2007. Emotion and resilience: a multilevel investigation of hemispheric electroencephalogram asymmetry and emotion regulation in maltreated and nonmaltreated children. *Development Psychopathology*, 19(3), 811-840.
- Çay, M., Akpınar, B., 2022. Sosyal hizmet bölümü öğrencilerinin iş bulma endişeleri ve umutsuzluk

- düzelelerine yönelik bir araştırma. Toplum ve Sosyal Hizmet, 33(3), 707-734.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş., 2014. Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları. Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Çunkuş, N., Karaatlı Tikbaş, P., Adana, F., Arslantaş, H., 2021. Hemşirelik bölümü öğrencilerinde depresif belirtiler ve umutsuzluk düzeyi ile ilişkili faktörler. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 4(1), 6-14.
- Dorman, J.S., LaPorte, R.E., Stone, R.A., Trucco, M., 1990. Worldwide differences in the incidence of type I diabetes are associated with amino acid variation at position 57 of the HLA-DQ beta chain. Proceedings of the National Academy of Sciences, 87(19), 7370-7374.
- Durak, A., Palabıyıkoglu, R., 1994. Beck Umutsuzluk ölçeği geçerlilik çalışması. Kriz Dergisi, 2(2), 311-319.
- Durmuş, M., Okanlı, A., 2018. Üniversite öğrencilerinin problem çözme becerileri ile psikolojik dayanıklılık düzeylerinin değerlendirilmesine yönelik bir araştırma. Yaşam Becerileri Psikoloji Dergisi, 2(4), 177-189.
- Erdoğan, E.G., Akın, B., 2016. Hemşirelik son sınıf öğrencilerinin iş bulma endişeleri ve umutsuzluk düzeyleri. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 32(1), 72-89.
- Ergüt, Ö., 2020. Üniversite öğrencilerinin umutsuzluk düzeyi ile iş deneyimi ve iş bulma beklentileri arasındaki ilişkinin sınıf düzeyinde incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 38, 232-252.
- Fletcher, D., Sarkar, M., 2012. A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. Psychology of Sport and Exercise, 13, 669-678.
- Friborg, O., Barlaug, D., Martinussen, M., Rosenvinge, J. H., Hjemdal, O., 2005. Resilience in relation to personality and intelligence. International Journal of Methods in Psychiatric Research, 14(1), 29-42.
- Friborg, O., Hjemdal, O., Rosenvinge, J.H., Martinussen, M., 2003. A new rating scale for adult resilience: what are the central protective resources behind healthy adjustment?. International Journal of Methods in Psychiatric Research, 12(2), 65-76.
- Gooding, P.A., Hurst, A., Johnson, J., Tarrier, N., 2012. Psychological resilience in young and older adults. International Journal of Geriatric Psychiatry, 27, 262-270.
- Gulec Oyekcin, D., Sahin, E.M., Aldemir, E., 2017. Mental health, suicidality and hopelessness among university students in Turkey. Asian Journal of Psychiatry, 27(29), 185-9.
- Gülerce, H., Maraj, H.A., 2021. Resilience and hopelessness in Turkish society: exploring the role of spirituality in the COVID-19 pandemic. Journal of Economy Culture and Society, 63, 1-15.
- Güngörmüş, K., Okanlı, A., Kocabeyoglu, T., 2015. Hemşirelik öğrencilerinin psikolojik dayanıklılıkları ve etkileyen faktörler. Journal of Psychiatric Nursing, 6, 9-14.
- Güven, H.İ., 2019. Üniversite öğrencilerinin bilişsel çarpıtma düzeyleri, stresle başa çıkma stratejilerinin psikolojik dayanıklılık üzerindeki rolü. Yüksek Lisans Tezi, Yakınöğü Üniversitesi, Lefkoşa.
- İçel, S., Özkan, B., 2018. Sağlık Yüksekokulu hemşirelik öğrencilerinin psikolojik dayanıklılıklarının incelenmesi. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 6(73), 240-251.
- İmamoğlu, G., 2017. Resim eğitimi ve temel eğitim öğrencilerinde umutsuzluk ve kişilik özelliklerinin incelenmesi. İdil, 6(37), 2489-2504.
- Karademir, T., Açak, M., 2019. Ünitersiteli sporcuların psikolojik dayanıklılık düzeylerinin incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 16(2), 803-816.
- Kaya, F.Ş., Şarlı, E., 2020. Spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin problem çözme becerilerinin psikolojik dayanıklılık ve benlik saygısı ile ilişkisi. Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları, 5(1), 60-77.
- Kılıç, S., Tektaş, N., Pala, T., 2014. Devlet ve vakıf meslek yüksekokulu öğrencilerinin umutsuzluk düzeylerinin karşılaştırılması ve umutsuzluk düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 18(2), 169-186.
- Kline, R.B., 2011. Principles and Practice of Structural Equation Modeling. The Guilford Press, New York.
- Liu, Y., Pan, H., Yang, R., Wang, X., Rao, J., Zhang, X., Pan, C., 2021. The relationship between test anxiety and emotion regulation: the mediating effect of psychological resilience. Annals of General Psychiatry, 20(40), 1-9.
- Luthar, S.S., Cicchetti, D., Becker, B., 2000. The construct of resilience: a critical evaluation and guidelines for future work. Child Dev., 71(3), 543-562.
- MacLeod, S., Musich, S., Hawkins, K., Alsgaard, K., Wicker, E.R., 2016. The impact of resilience among older adults. Geriatric Nursing, 37, 266-272.
- Marchetti, I., 2019. Hopelessness: a network analysis. Cognitive Therapy and Research, 43, 611-619.
- Nalbant, A., Voltan-Acar, N., 2017. İyimserlik ve psikolojik dayanıklılığın geliştirilmesi programının risk altında bulunan çocukların umutsuzluk düzeylerine etkisi. Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi, 4(1), 31-38.
- Nieto, M., Visier, M.E., Silvestre, I.N., Navarro, B., Serrano, J.P., Martínez-Vizcaıno, V., 2022. Relation between resilience and personality traits: The role of hopelessness and age. Scandinavian Journal of Psychology, 63(7), 1-7.
- Öztürk, Ö., Maçkalı, Z., 2022. Umutsuzluk ile psikolojik dayanıklılık arasındaki ilişkide problem odaklı baş etme stratejilerinin aracı rolü: umutsuzluk, psikolojik dayanıklılık ve stresle baş etme. Klinik Psikoloji Dergisi, 6(1), 94-107.
- Polatçı, S., Tınaz, Z.D., 2021. Kişilik özelliklerinin psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkisi. OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 17(36), 2890-2917.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., Müller, H., 2003. Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. Methods of Psychological Research, 8(2), 23-74.
- Snyder, C.R., Kahle Wroblecki, K., Parenteau, S.C., Berg, C.J., 2004. Hope and hopelessness, In: Leonard, J.H. (Eds), Handbook of Primary Care Psychology. Oxford University Press, New York, pp. 145-155.
- Şanlı Kula, K., Saraç, T., 2017. Üniversite öğrencilerinin umutsuzluk düzeylerinin incelenmesi: Ahi Evran üniversitesi örneği. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18(1), 1-16.
- Taslak, S., Işııkay, Ç., 2015. Hemşirelik bölümü öğrencilerinin eğitim algıları ile kaygı ve umutsuzluk düzeylerine yönelik

- bir araştırma: Sağlık Yüksekokulu rneği. SD Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3), 108-115.
- Tařęın, ., Bozgeyikli, H., Boğazlıyan, E.E., 2017. Üniversite genęlerin işsizlik kaygıları ile psikolojik dayanıklılıkları arasındaki ilişki. HAK-İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 6(15), 551-567.
- Tetik, S., Yurtsever, H., 2018. n lisans ğrencilerinin umutsuzluk algılarının ęeřitli değişkenler açısından incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 9( 21), 39-56.
- Vella, S.L.C., Pai, N.B., 2019. A theoretical review of psychological resilience: defining resilience and resilience research over the decades. Archives of Medicine and Health Sciences, 7(2), 233-239.
- Wagnild, G., 2009. A review of the resilience scale. Journal of Nursing Measurement, 17(2), 105-113.
- Wu, Y., Yu, W., Wu, X., Wan, H., Wang, Y., Lu, G., 2020. Psychological resilience and positive coping styles among Chinese undergraduate students: a cross-sectional study. BMC Psychology, 8(79), 1-11.
- Zafer, C., 2019. Cinsiyet ve ekonomik gelir düzeyine göre niversite öğrencilerin umutsuzluk düzeylerinin tespiti. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1), 307-324.



## İğne yapraklı orman ağaçlarında tohum ve kozalak zararlıları

Ergin Yılmaz <sup>1,2</sup>, Sezgin Ayan <sup>3</sup>, Sabri Ünal <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Ormancılık 100/2000 Doktora Programı, 37100, Kastamonu

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, Devrekâni Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Meslek Yüksekokulu, 37700, Kastamonu

<sup>3</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, 37100, Kastamonu

<sup>4</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı, 37100, Kastamonu

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/06/2022

Kabul Tarihi : 12/09/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1130967>

\*Sorumlu Yazar:

[yilmazergin@kastamonu.edu.tr](mailto:yilmazergin@kastamonu.edu.tr)

yayıllı alanları bularak, istila alanlarını ve zarar boyutunu artırabilecektir. Bu nedenle, ağaçların kozalak gibi generatif organlarında olumsuz etki gösteren türlerin bilinmesi kaliteli tohum elde edilebilmesi açısından ayrı bir önem arz etmektedir. Yerli ve yabancı çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre birçok ağaç türünde tohum ve kozalaklarda zarar yapan türler listelenmiştir. Buna göre; 12'si Türkiye odunsu florasındaki doğal iğne yapraklı orman ağacı türü olmak üzere, toplam 82 odunsu taksonda 71 tohum ve kozalak zararlı listelenmiştir. Bu zararlıların 57'si konofag, 14'ü ise seminifag böcek türü olarak tespit edilmiştir. Bazı zararlı türlerinin birden çok ağaç türünde zarara yol açtığı belirlenmiştir. Ağaç türü çeşitliliği açısından zarar spektrumu en geniş türler sırasıyla; Hemiptera takımından *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (1910) (38 ağaç türü), Lepidoptera takımından *Dioryctria abietella*'yı (16 ağaç türü), 6'şar tür ile *Dioryctria abietivorella*, *D. mendacella* ve *D. rubella* takip etmektedir. En fazla tohum ve kozalak zararlısı 18 farklı herbivor türü ile *Picea abies* (L.) Karst. türünde tespit edilmiştir. Bu türü 9 zararlı ile *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, 7 türle *Picea glauca* (Moench) Voss ve *Pinus sylvestris* L. subsp. hamata (Steven), 6 türle *Picea mariana* [Mill] B.S.P. ve *Pinus strobus* L., 5 tür ile *Abies alba* Mill, *Cedrus libani* A. Rich ve *Pinus pinaster* Aiton, 4'er türle *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch, *Pinus brutia* Ten., *Pinus pinea* L., *Abies lasiocarpa* (Hooker) Nuttall, *Pinus nigra* Arnold ve *Cupressus sempervirens* L. takip etmiştir. Bu araştırmada ayrıca, ağaç türlerine en fazla zarar yapan türlerin mücadelesi üzerinde de durulmuştur. İklim değişimi etkilerinin her geçen gün daha şiddetli hissedildiği günümüz koşullarında plantasyon ve gençleştirme başarısı üzerinde dayanıklı klon, genotip ve popülasyonlarının seçim ve kullanımı daha önemli hale gelmiştir. Bu da geleceğin ıslah çalışmalarında resistant ıslahının daha yoğun ve etkin bir araç olarak kullanımını gündeme getirebilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Konifer türleri, kozalak zararlıları, tohum zararlıları, mücadele yöntemleri

### Seeds and cone pests on conifer species

#### ABSTRACT

In this study, it is aimed to create a list of insects that cause damage to the seeds and cones of coniferous forest trees. The acceleration of international trade in both seed trade and forest products leads to the spread of many pests around the world. In addition, with the effect of climate change, many species will be able to find new distribution areas and increase the invasion areas and the extent of damage. For this reason, knowing the species that negatively affect the generative organs of trees such as cones is of particular importance in terms of obtaining quality seeds. According to the results obtained from domestic and foreign literature studies, the species that damage seeds and cones in many tree species are listed. Accordingly, 71 seed and cone pests were listed in a total of 82 woody taxa, 12 of which are natural coniferous forest tree species in the woody flora of Turkey. Of these pests, 57 were identified as conofag and 14 as seminiphag insect species. It has been determined that some pest species cause damage to more than one tree species. In terms of tree species diversity, the species with the widest damage spectrum are respectively; *Leptoglossus*

*Citing this article:*

Yılmaz, E., Ayan, S., Ünal, S., 2022. İğne yapraklı orman ağaçlarında tohum ve kozalak zararlıları. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 127-141.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

*occidentalis* Heidemann (1910) (38 tree species) from Hemiptera, *Dioryctria abietella* (16 tree species) from Lepidoptera are followed by *Dioryctria abietivorella*, *D. mendacella* and *D. rubella* with 6 species each. The highest number of seed and cone pests were detected in 18 different herbivores and *Picea abies* (L.) Karst. species. This species includes *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco with 9 species, *Picea glauca* (Moench) Voss and *Pinus sylvestris* L. subsp. *hamata* (Steven) with 7 species, *Picea mariana* [Mill] B.S.P. and *Pinus strobus* L., with 6 species, *Abies alba* Mill, *Cedrus libani* A. Rich and *Pinus pinaster* Aiton with 5 species, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch, *Pinus brutia* Ten., *Pinus pinea* L., *Abies lasiocarpa* (Hooker) Nuttall, *Pinus nigra* Arnold and *Cupressus sempervirens* L. followed with 4 species each. This study also focused on the control of the species that cause the most damage to tree species. In today's conditions, where the effects of climate change are felt more and more severely, selection and use of resistant clones, genotypes and populations have become more important on plantation and rejuvenation success. This brings the use of resistant breeding as a more intensive and effective tool in future breeding studies.

**Key Words:** Coniferous forests, cone pests, seed pests, control methods

## 1. Giriş

Dünyada, pek çok ağaç türü üzerinde ortaya çıkan patojen ve böcek salgınlarnın önemi her geçen gün artmakta ve gerek abiyotik gerekse biyotik faktörlerin etkisi ile orman kaynakları önemli derecede tahrip edilmektedir. Biyotik faktörlerin içerisinde özellikle böcek ve hastalık etmenleri önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgelerde, iklim şartlarının ılıman olması ve çeşitli bitki türlerinin bulunması ormanlarımızda böcek faunası anlamında çok çeşitli türlerin yaşamasına ve yayılmasına yol açmıştır (Tosun, 1977).

Kozalak ve tohum zararlısı böcekler, birçok orman ağacı türünde tohum hasadını ve kalitesini önemli ölçüde olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle tohum veriminin yüksek olduğu bir dönemde tohumların böcekler tarafından tahrip edilmesi durumunda tohum hasadı istenilen düzeyde olmayabilmekte ve bu durum yeni plantasyonların tesisini olumsuz etkileyebilmektedir (Keen, 1958). Bu nedenle; tohum ve kozalakların sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesi için tohum ve kozalak zararlılarını tanımak ve bunlara karşı mücadele yöntemlerini uygulamak gerekmektedir (Çanakçıoğlu, 1993). Bu bağlamda, sağlıklı tohum elde etmek için güçlü, böcek hasarlarına dayanıklı, genetik açıdan da kaliteli bireylerden tohum elde edilmesi ayrı bir önem arz etmektedir. Çünkü bitkilerin herhangi bir kısmında zarar yapıp, gelişmesini engelleyen böcekler dolaylı olarak meyve, tohum ve kozalak gelişimini de etkileyebilmektedir (Çanakçıoğlu, 1993). Türkiye’de gerek tohum bahçelerinin kurulması ve gerekse üstün ağaçlardan elde edilen tohumlar ile ağaçlandırma yapılması, kozalak ve tohum böceklerinin etkisinin tohum üretimi konusundaki önemini arttırmaktadır. Böceklerin vermiş olduğu hasar ormancılık açısından düşünüldüğünde, böcekler tarafından meydana getirilen tohum hasarı ve kayıplar silvikültürel çalışmaları etkileyecek ve başarısızlıkla sonuçlanmasına sebep olabilecektir (Parlak, 2017).

Tohum ve kozalıklara zarar veren böcekler olan ilgi 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır (Bakke, 1963). Yapılan araştırmalar esas olarak; bu böceklerin biyolojilerine, dağılımlarına ve ilişkili oldukları doğal düşmanlara odaklanmıştır (Trägårdh, 1917; Holste, 1922; Bakke, 1955).

Ancak, Spessivtseff (1924) böceklerin neden olduğu tohum ve kozalak zararı konusundaki endişelerini ifade etmiştir. Üstün tohumlar elde etmek, bunun sonucunda da ağaç gelişimini arttırmak için tesis edilen tohum bahçelerinde odak nokta böceklerin mücadelesine kaymıştır (Wiersma, 1978). Zararlı böceklerin tanımlanması ve tohum bahçesi yöneticileri

tarafından potansiyel böcek sorunlarının tanınması, zararlı yönetiminde kritik ilk adımdır. Tohum ve kozalak zararlılarına karşı yönetim sistemlerinin geliştirilmesi özellikle tohum bahçeleri için çok önemli bir husustur (Groot ve ark., 1994). Bu nedenle; salt fenotipik seleksiyona dayalı kaliteli popülasyon ve bireylerin tespiti, tohum meşçeresi, tohum plantasyonu ve klonal tohum bahçeleri seçim ve tesisi için değişen iklim koşulları altında yeterli olamayabilecektir.

Dünya’da kozalak ve tohum zararlıları ile ilgili çalışmalar mevcut olmasına rağmen, bu çalışmalarda iklim, coğrafi şartlar ve ağaç türleri ile böcek türlerinin benzerliği göz önüne alındığında, özellikle Avrupa kıtasında yapılan araştırmalar ön plana alınmıştır. Bu bağlamda Skrzypczyńska ve ark. (1994) Norveç’te 1991’den 1993’e kadar ki süreçte; 629 adet *Picea abies* L. Karst. (Batı ladini) kozalığını incelemiş ve Batı ladini kozalaklarında 12 türü temsil eden 3521 böcek tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, Batı ladini kozalaklarının *Cydia strobiliella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), *Dioryctria abietella* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae), *Eupithecia pini* Retz. (Lepidoptera: Geometridae), *Kaltenbachiola strobi* (Winnertz, 1853) (Diptera: Cecidomyiidae), *Megastigmus strobilobius* Ratzeburg, 1848 (Hymenoptera: Torymidae) ve *Plemeliella abietina* Seitner, 1908 (Diptera: Cecidomyiidae) tarafından zarara uğratıldığını tespit etmişlerdir. Yine Skrzypczyńska ve ark. (1995) Polonya’da 1991-1993 yıllarında Gümüşi göknara (*Abies alba* Mill.) ait 450 adet kozalağı incelemişlerdir. Sonuç olarak, *Megastigmus suspectus* Borries, 1895 (Hymenoptera: Torymidae), *Resseliella piceae* Seitner, 1906 (Diptera: Cecidomyiidae), *Earomyia impossibile* Morge, 1959 (Diptera: Lonchaeidae), *Barbara herrichiana* Obraztsov, 1960 (Lepidoptera: Tortricidae) ve *Dioryctria abietella* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae)’nın gümüşi göknar kozalaklarında zarara yol açtığını belirlemişlerdir.

Türkiye ormanlarında kozalak ve tohum zararlısı Lepidoptera türleri ile ilgili yapılan araştırmalarda Öymen (1990), *Barbara osmana* Obr.’nın (Lepidoptera: Tortricidae) *Cedrus libani* A. Rich. (Toros sediri) kozalak ve tohumlarında; *Cydia conicolana* (Heyl)’nın (Lepidoptera: Tortricidae) çam (*Pinus* L.) türlerinin kozalak ve tohumlarında; *Pammema mariana* (Zemy)’nin (Lepidoptera: Tortricidae) *Juniperus exelsa* Bieb. (Boylu ardıç)’nın üzümü kozalaklarında; *Dioryctria abietella* D. & Schiff (Lepidoptera: Pyralidae) çam, göknar ve ladin türlerinin kozalaklarında önemli zararlar yaptığını ve ekonomik olarak da önemli kayıplar meydana getirdiklerini belirtmektedir. Çanakçıoğlu ve Mol (2000) Türkiye’deki kozalak ve tohum zararlıları üzerine yapılan



araştırmaları derlediği çalışmasında, tohum ve kozalak zararlılarının, tohum ve kozalak gelişimini engelleyerek, verimli tohum eldesini engellediğini, bu hususun, Türkiye ormancılığı açısından önemli bir sorun olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca Can ve Özçankaya (2006), tohum bahçelerine önemli zararlar veren türler üzerine yaptıkları çalışmada, *Dioryctria mendacella*, *D. pineae* ve *D. abietella*'nın yaygın kozalak zararlısı türler olduğunu, Türkiye'de iğne yapraklı türlerin kozalaklarında ciddi zararlara yol açtığını vurgulamışlardır. Özçankaya ve ark. (2013) İzmir Bergama Kozak havzasında *Pinus pinea* L. kozalaklarında zararlı böceklerin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, kozalıklara en fazla zararın *Dioryctria pineae* Staudinger (Lep., Pyralidae) tarafından verildiğini belirlemiştirler. Özek ve Avcı (2017) Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nde bulunan göknar, çam ve sedir ormanlarındaki kozalak zararlısı türlerin, biyolojileri, zararları ve doğal düşmanlarının belirlenmesini amaçladıkları çalışmalarında; *Camptomyia pinicola* Mamaev (Diptera: Cecidomyiidae), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), *Dioryctria mendacella* Staudinger (Lepidoptera: Pyralidae), *D. abietella* Denis & Schiffermüller, *D. peltieri* Joannis, *Cydia conicolana* Heylaerts (Lepidoptera: Tortricidae) ve *Gravitar mata osmana* Obraztsov olmak üzere 3 takımdan toplam 7 zararlı tür saptamışlardır. Bu türlerden *D. peltieri*'nin ise Türkiye orman faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğunu belirtmişlerdir. İpekdal ve ark. (2019) ise çam kozalak emici böceğinin (*Leptoglossus occidentalis*) genel özellikleri ve söz konusu zararlı ile ilgili dünyada ve Türkiye'de yapılan çalışmaların son durumunu özetlemiştirler.

Teknolojik gelişmeler ve küresel ticaretin bir sonucu olarak, orman ürünleri giderek artan bir hız ve frekansla dünya çapında hareket ettirilmektedir. Bu hareket, organizmaların dağılımlarını sınırlayan doğal bariyerleri aşmasına izin vererek, biyolojik istilalarda önemli bir artışa neden olmaktadır (Liebhold ve ark., 1995). Bununla birlikte, ağaç tohumlarının ticaretine ilişkin bitki sağlığı düzenlemeleri, Avrupa Birliği ülkeleri de dahil olmak üzere, bazı ülkelerde mevcut değildir. Avrupa Birliği'nde, bitkileri veya bitki ürünlerine zarar verebilecek organizmaların girişine karşı uygulanacak koruyucu önlemleri detaylandıran direktifler bulunmaktadır. Fakat özellikle Avrupa dışı ülkelere ithal edilen ürünlerde odunsu bitki kozalaklarının ve tohumlarının herhangi bir kontrole tabi tutulmadığı da bilinmektedir (European-Union, 2000a). Orman üreme materyallerinin pazarlanmasına ilişkin Avrupa direktifi, yalnızca orman tohumları sevkiyatlarının ithalatının tür saflığı ve çimlenme kalitesi gerekliliklerine uyması gerektiğini belirtmektedir (European-Union, 2000b). Son dönemde, 2007 yılında getirilen tek kısıtlama, *Pinus* sp. ve *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas göknarı) tohum ve kozalaklarının, *Gibberella circinata*'dan sorumlu mantar patojeninden arınmış olması gerektiğidir (European-Union, 2007). İnternet üzerinden ticaretin giderek yoğunlaşması, tohumların bütün dünyada serbest bir şekilde hareket etmesine izin vermektedir. Ek olarak, tohumlarla ilişkili çoğu böceğin endofitik yaşam tarzı, nakliye ve ithalat işlemleri sırasında varlıklarının tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Çoğu durumda, yalnızca tohumların dışını incelemek, tohumların X ışınıyla tespit edilebilecek herhangi bir böceğin larva kanıtını sağlamamaktadır (Auger-Rozenberg ve Roques, 2012). Bu çalışmada, orman ekosistemlerini oluşturan konifer

taksonlarında tohum ve kozalıklara zarar veren herbivor böcek türlerinin bir listesinin oluşturulması amaçlanmıştır. Ayrıca, en çok zarara neden olan zararlı türlerle ilgili mücadele yöntemlerine de değinilmeye çalışılmıştır.

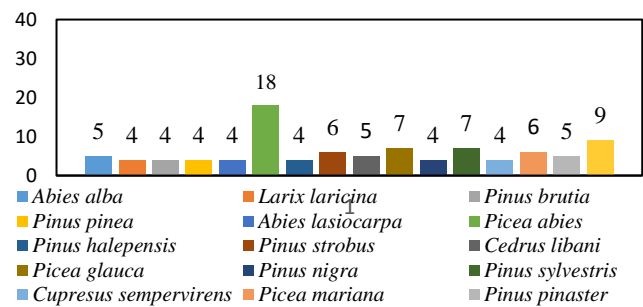
## 2. Material ve Yöntem

Çalışma objesini konifer taksonları ve bu taksonlarda zarar yapan tohum ve kozalak zararlıları oluşturmaktadır. Bu bağlamda Türkiye geneli için bir alanyazın araştırması yanında dünyada yayımlanmış pek çok makale de taranmak suretiyle tohum ve kozalak zararlısı olan herbivor türleri belirlenmeye çalışılmıştır. Alanyazın bildirişlerinden yararlanılarak elde edilen verilerden konifer türlerinin tohum ve kozalaklarında zarar meydana getiren böcek türlerini listelenmiştir. Çalışmada, kozalak ve tohum zararlılarının yarıcıkları ve mevsimlik kozalak ve tohum zararlıları liste dışında tutulmuştur. Çalışmada hem ağaç türü bazında zarar görme durumu hem de zararlı böceklerin zarar spektrumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 İğne yapraklı odunsu taksonlar ve tohum zararlıları

İğne yapraklı orman ağaçlarında tohum ve kozalaklarda zarara yol açan türlerin listelendiği Tablo 1'de görüldüğü gibi 12'si Türkiye'nin doğal iğne yapraklı odunsu taksonlarında olmak üzere, toplam 82 farklı odunsu taksonun tohum ve kozalaklarında zarar yapan 71 tür tespit edilmiştir. Bazı herbivor türlerinin birden fazla ağaç türünde zarara yol açtığı, çalışma sonucunda belirlenmiştir. En çok zararlı türün bulaştığı ağaç türünün *Picea abies* olduğu (18 farklı herbivor tür) belirlenmiş; *Picea abies*'i 9 türle *Pseudotsuga menziesii*, 7 türle *Picea glauca* ve *Pinus sylvestris*, 6 türle *Pinus strobus* ve *Picea mariana*, 5 türle *Abies alba*, *Cedrus libani* ve *Pinus pinaster*, 4 türle *Larix laricina*, *Pinus nigra*, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *Abies lasiocarpa* ve *Cupressus sempervirens* takip etmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Konifer türlerindeki zararlı herbivor sayıları

**Çizelge 1.** Konifer türlerinin kozalak ve tohumlarında zarar yapan herbivor türleri

No	TAKIM	HERBİVOR ZARAR GRUBU (Konofag <sup>(1)</sup> /Seminifag <sup>(2)</sup> )	ZARAR VERDİĞİ AĞAÇ TÜRÜ	KAYNAKLAR
	LEPIDOPTERA			
<b>Familiya: TORTRICİDAE</b>				
1	<i>Cydia conicolana</i> (Heylaerts, 1874) (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Pinus nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. brutia</i> , <i>Pinus laricio</i>	Tosun (1977); Medvedev (1987); Roques (1983); Çanakçıoğlu ve Mol (2000); Karanikola (2002); Özek ve Avcı (2017)
2	<i>Gravitar mata osmana</i> Obraztsov, 1952 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Cedrus libani</i>	Çanakçıoğlu (1963); Erdem (1968); Tosun (1977); Çanakçıoğlu (1982); Özek ve Avcı (2017)
3	<i>Barbara osmana</i> Obraztsov, 1952 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Cedrus libani</i>	Şad (1969); Çanakçıoğlu (1982); Roques (1983)
4	<i>Pammena mariana</i> (Zerny, 1920) (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Juniperus excelsa</i>	Öymen (1990)
5	<i>Cydia kamijoi</i> (Oku, 1968) (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Abies koreana</i> , <i>A. sachalinensis</i>	Oku (1968); Shin ve ark. (2018)
6	<i>Laspeyresia strobilella</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Solem (1971); Skrzypczyńska (1980)
7	<i>Pseudococcyx tessulatana</i> (Staudinger, 1871) (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cantini ve Battisti (2001)
8	<i>Choristoneura occidentalis</i> Freeman, 1967 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Strong ve ark. (2001)
9	<i>Barbara herrichiana</i> Obraztsov, 1960 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Abies alba</i>	Roques (1983); Skrzypczyńska (1998); Roques ve El Alaoui El Fels (2005)
10	<i>Eucosma tocullionana</i> Heinrich, 1920 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Pinus strobus</i>	DeBarr ve ark. (1982); Duryea ve Phillip (2012)
11	<i>Barbara fulgens</i> Kuznetsov, 1969 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Picea koraiensis</i>	Roques ve ark. (1994)
12	<i>Henricus fuscodorsana</i> Kearfott, 1904 (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Picea glauca</i> , <i>P. mariana</i> , <i>P. sitchensis</i>	Cameron (1987)
13	<i>Cydia strobilella</i> L. (Lepidoptera: Tortricidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska ve ark. (1994)
<b>Familiya: PYRALİDAE</b>				
14	<i>Dioryctria mendacella</i> (Staudinger, 1859) (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus brutia</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>Pinus pinaster</i>	Tosun (1977); Öymen (1990); Çanakçıoğlu ve Mol (2000); Özçankaya ve Balay (2011); Özek ve Avcı (2017)
15	<i>Dioryctria abietella</i> (Denis & Schiffmüller, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Picea orientalis</i> , <i>Abies nordmanniana</i> , <i>A. cilicica</i> , <i>A. equi-trojani</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>Abies excelsa</i> , <i>A. alba</i> , <i>A. pectinata</i> , <i>Pinus montana</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. strobus</i> , <i>P. laricio</i> var. <i>austriaca</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Picea abies</i>	Defne (1954); Çanakçıoğlu (1963); Erdem (1968); Tosun (1977); Öymen (1990); Sekendiz (1991); Yüksel (1996); Kozioł (2010); Özçankaya ve Balay (2011); Özek ve Avcı (2017)
16	<i>Dioryctria peltieri</i> Joannis, 1908 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Cedrus libani</i> , <i>Cedrus atlantica</i>	Knölke (2007); Boivin ve Auger-Rozenberg (2016); Özek ve Avcı (2017)
17	<i>Dioryctria pinea</i> (Staudinger, 1859) (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Cedrus libani</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. pinaster</i>	Baldasseroni (1957); Zocchi (1961); Öymen (1990); Triggiani (2016)
18	<i>Dioryctria sp.</i> Zeller, 1846 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus elliottii</i>	Hanula ve ark. (1984); Bracalini ve ark. (2013)
19	<i>Dioryctria clarioralis</i> Walker, 1863 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus palustris</i>	Ebel ve ark. (1974); Tauer ve ark. (1983); Brissette ve ark. (1991)
20	<i>Dioryctria amatella</i> Hulst, 1887 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus taeda</i>	Tauer ve ark. (1983); Fidgen ve Sweeney (1996)
21	<i>Dioryctria abietivorella</i> Grote, 1878 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>P. glauca</i> , <i>P. abies</i> , <i>P. mariana</i> , <i>Pinus strobus</i> , <i>P. banksiana</i>	Fidgen ve Sweeney (1996); Trudel ve ark. (1999)
22	<i>Dioryctria rubella</i> Herrich-Schaeffer, 1901 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus kesiyi</i> , <i>P. merkusii</i> , <i>P. caribaea</i> , <i>P. taeda</i> , <i>P. massoniana</i> , <i>P. radiata</i>	Wang and Song (1985); Tian ve Yan (1989); Qian (1992)
23	<i>Dioryctria yuemanella</i> Caradja, 1937 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus yunnanensis</i>	Wang ve Song (1985)
24	<i>Dioryctria simplicella</i> Heinemann, 1863	Konofag	<i>P. sylvestris</i> , <i>P. brutia</i>	Charles ve Roques (1977); Neunzig (2003); Roux- morabito ve ark. (2008); Whitehouse ve ark. (2011); Aslan (2018)

## Çizelge 1'in devamı

25	<i>Dioryctria pryeri</i> Ragonot, 1893 (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Pinus taiwanensis</i> , <i>P. tabulaeformis</i> , <i>P. massoniana</i> , <i>P. koraiensis</i>	Wang (1997)
26	<i>Assara terebrella</i> (Zincken, 1818) (Lepidoptera: Pyralidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska (1982); Roques (1988)
<b>Familiya: GEOMETRIDAE</b>				
27	<i>Eupithecia abietaria depruneata</i> Staudinger, 1897 (Lepidoptera: Geometridae)	Konofag	<i>Pinus koraiensis</i> , <i>Picea abies</i>	Byun ve ark., (1998); Koziol (2010)
28	<i>Eupithecia analoga</i> Djakonov, 1926 (Lepidoptera: Geometridae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Koziol (2010)
29	<i>Eupithecia pini</i> Retz. (Lepidoptera: Geometridae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska ve ark., (1994)
<b>Familiya: OLETBREUTIDAE</b>				
30	<i>Laspeyresia youngana</i> (Kearfott) (Lepidoptera: Oletbreutidae)	Konofag	<i>Picea glauca</i>	Weatherston ve ark. (1977); Timonin ve ark. (1980)
31	<i>Barbara colfaxiana</i> Kearfott, 1907 (Lepidoptera: Oletbreutidae)	Konofag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Weatherston ve ark. (1977); Moser ve ark. (1987)
<b>Familiya: GELECHIIDAE</b>				
32	<i>Mesophleps oxycedrella</i> (Millière, 1871) (Lepidoptera: Gelechiidae)	Seminifag	<i>Juniperus phoenicea</i> , <i>J. macrocarpus</i>	Li ve Sattler (2012)
<b>Familiya: BLASTOBASIDAE</b>				
33	<i>Holocera immaculella</i> McDunnough, 1930 (Lepidoptera: Blastobasidae)	Konofag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Ruth (1980); Hedlin ve Norman (1963); Ruth (1980); Schowalter ve ark. (1985)
<b>TAKIM: DIPTERA</b>				
<b>Familiya: CECIDOMYIIDAE</b>				
34	<i>Camptomyia pinicola</i> Mamaev, 1961 (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. uncinata</i>	Can (2003); Cilbircioğlu ve Ünal (2008); Özek ve Avcı (2017)
35	<i>Resseliella</i> sp. Seitner, 1906 (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Larix laricina</i>	Chatelain ve Goyer (1980); Aslan (2018)
36	<i>Dasineura rachiphaga</i> (Tripp, 1955) (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Picea mariana</i>	Timonin ve ark. (1980); Prévost (1990)
37	<i>Resseliella piceae</i> Seitner, 1906 (Diptera: Cecidomyiidae)	Seminifag	<i>Abies alba</i>	Skrzypczyńska (1985); Skuhřavá ve ark. (2005); Akkuzu ve Ünal (2009)
38	<i>Contarinia oregonensis</i> Foote, 1956 (Diptera: Cecidomyiidae)	Seminifag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Gries ve ark. (2002)
39	<i>Contarinia washingtonensis</i> Johnson, 1963 (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Ruth (1980); Schowalter ve ark. (1985)
40	<i>Plemeliella abietina</i> Seitner, 1908 (Diptera: Cecidomyiidae)	Seminifag	<i>Picea abies</i> , <i>P. glauca</i> , <i>P. obovata</i> , <i>P. pungens</i>	Skrzypczyńska (1982); Seifert ve ark. (2000); Dajoz (2009); Tigabu ve ark. (2004); Koziol (2010)
41	<i>Resseliella skuhřavayorum</i> Skrzypczyńska, 1975 (Diptera: Cecidomyiidae)	Seminifag	<i>Larix decidua</i>	Skrzypczyńska (1985); Roques ve ark. (1996)
42	<i>Asynapta nearkeeni</i> (Foote, 1956) (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Abies lasiocarpa</i> , <i>A. grandis</i>	Kulhavy (1974); Kulhavy ve ark. (2019)
43	<i>Thomasiniana ingrca</i> Mamajev, 1971 (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska (1982); Orłinski (2006)
44	<i>Kaltenbachiola strobi</i> (Winnertz, 1853) (Diptera: Cecidomyiidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska (1982)
<b>Familiya: ANTHOMYIIDAE</b>				
45	<i>Hylemya (Lasiomma) viarium</i> Hockett, 1965 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Larix laricina</i>	Amirault (1989)
46	<i>Strobilomyia neanthracina</i> Michelsen, 1988 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Picea glauca</i> , <i>P. mariana</i> , <i>P. engelmannii</i> , <i>P. sitchensis</i>	Tripp (1954); Tripp ve Hedlin (1956); Hedlin (1973); Sweeney ve ark. (1990); Turgeon ve Sweeney (1993); Fidge ve ark. (1998); Mason ve Huber (2002)
47	<i>Lasiomma melania</i> Ackland, 1965 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Larix decidua</i> , <i>L. sibirica</i> , <i>L. gmelinii</i> , <i>L. leptolepis</i> , <i>L. kaempferi</i>	Roques (1988); Berryman (2013)
48	<i>Strobilomyia anthracina</i> (Czerny, 1906) (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Picea mariana</i> , <i>P. abies</i>	Stein (1916); Czerny (1906); Kramer (1917); Seguy ve Zaharoff (1923); Kangas ve Leskinen (1944); Ringdahl (1951); Yakovlev (1960); Bakke (1961); Hennig (1967); Suwa (1971); Fan ve ark. (1982); Roques (1983); Koziol (2010)
49	<i>Strobilomyia appalachensis</i> Michelsen, 1988 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Picea mariana</i>	Turgeon ve Sweeney (1993); Turgeon ve ark. (1994)
50	<i>Hylemya (Pegohylemyia) abietis</i> Hockett, 1953 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Abies lasiocarpa</i>	Kulhavy ve ark. (2019)

Çizelge 1'in devamı

51	<i>Hylemyia anthracina</i> Malloch, 1918 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska (1982a)
52	<i>Lasiomma anthracina</i> Czemy, 1906 (Diptera: Anthomyiidae)	Konofag	<i>Picea glauca</i>	Timonin ve ark. (1980); Grebenschikova ve Naumov (1985)
<b>Familiya: LONCAEIDAE</b>				
53	<i>Earomyia aquilonia</i> McAlpine, 1956 (Diptera: Lonchaeidae)	Konofag	<i>Larix laricina</i> , <i>Abies mabilis</i> , <i>A. concolor</i> , <i>A. grandis</i> , <i>A. magnifica</i>	McAlpine (1956); Groot ve ark. (1994)
54	<i>Earomyia impossibile</i> Morge, 1959 (Diptera: Lonchaeidae)	Konofag	<i>Abies alba</i>	Morge (1962); Stadnickij ve ark. (1978); Nanu (1979); Kühhorn (1982); Skrzypczyńska (1982b)
55	<i>Earomyia</i> sp. Zetterstedt, 1842 (Diptera: Lonchaeidae)	Konofag	<i>Picea abies</i> , <i>Abies lasiocarpa</i>	Kozioł (2010); Kulhavy ve ark. (2019)
56	<i>Earomyia scbistopyga</i> Collin, 1953 (Diptera: Lonchaeidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Skrzypczyńska (1982)
<b>TAKIM: HYMENOPTERA</b>				
<b>Familiya: TORYMIDAE</b>				
57	<i>Megastigmus wachtli</i> Seitner, 1916 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Cupressus sempervirens</i>	Zocca ve ark. (2008)
58	<i>Megastigmus suspectus</i> Borries, 1895 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Abies alba</i>	Skrzypczyńska (1978)
59	<i>Megastigmus schimitscheki</i> Novitzky, 1954 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Cedrus libani</i>	Roques ve Skrzypczyńska (2003); Tosun (1977)
60	<i>Megastigmus laricis</i> Marcovitch, 1914 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Larix laricina</i>	Harry (1986)
61	<i>Megastigmus spermotrophus</i> Wachtli, 1893 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Hedlin ve Norman (1963); Cram ve ark. (2012)
62	<i>Megastigmus lasiocarpa</i> Crosby, 1913 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Abies lasiocarpa</i>	Moyer ve Parker (1973); Kulhavy (1974); Kulhavy ve ark. (1975); Kulhavy ve ark. (2019)
63	<i>Megastigmus strobilobius</i> Ratzeburg, 1848 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Picea abies</i>	Seifert ve ark. (2000); Kozioł (2010)
64	<i>Megastigmus atedius</i> Walker, 1851 (Hymenoptera: Torymidae)	Seminifag	<i>Pinus strobus</i>	DeBarr ve ark. (1982)
<b>TAKIM: COLEOPTERA</b>				
<b>Familiya: CURCULIONIDAE</b>				
65	<i>Pissodes validirostris</i> (Sahlberg, 1834) (Coleoptera: Curculionidae)	Konofag	<i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus cembra</i>	Boivin ve Auger-Rozenberg (2016)
66	<i>Conophthorus coniperda</i> Schwarz & E.A., 1895 (Coleoptera: Curculionidae)	Konofag	<i>Pinus strobus</i>	Hedlin ve ark. (1980)
67	<i>Conophthorus resinosae</i> Hopkins, 1915 (Coleoptera: Curculionidae)	Konofag	<i>Pinus resinosa</i>	Mattson (1980); Groot (1991); Groot ve ark. (1994)
<b>Familiya: ANOBIIDAE</b>				
68	<i>Ernobius bicolor</i> White, 1983 (Coleoptera: Anobiidae)	Konofag	<i>Picea abies</i>	Schooley (1983)
<b>TAKIM: HETEROPTERA</b>				
<b>Familiya: LYGAEIDAE</b>				
69	<i>Orsillus maculatus</i> (Fieber, 1861) (Heteroptera: Lygaeidae)	Konofag	<i>Cupressus sempervirens</i>	Guido ve ark. (1997); Roques ve Battisti (1999); Battisti ve ark. (1999); Battisti ve ark. (2000)
<b>TAKIM: HEMIPTERA</b>				
<b>Familiya: COREIDAE</b>				
70	<i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann (1910)	Seminifag	<i>P. halepensis</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. albicaulis</i> , <i>P. armandii</i> , <i>P. cembroides</i> , <i>P. contorta</i> , <i>P. coulteri</i> , <i>P. densiflora</i> , <i>P. flexilis</i> , <i>P. griffithii</i> , <i>P. jeffreyi</i> , <i>P. lambertiana</i> , <i>P. monticola</i> , <i>P. mugo</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. ponderosa</i> , <i>P. radiata</i> , <i>P. resinosa</i> , <i>P. rigida</i> , <i>P. sabiniana</i> , <i>P. strobus</i> , <i>Pinus x schwerinii</i> , <i>P. taeda</i> , <i>P. macrocarpa</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Tsuga canadensis</i> , <i>T. mertensiana</i> , <i>Picea glauca</i> , <i>P. excelsae</i> , <i>P. abies</i> , <i>Cedrus atlantica</i> , <i>C. deodora</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Abies</i>	Koerber (1963); McPherson ve ark. (1990); Gall (1992); Tovar ve ark. (1995); Taylor ve ark. (2001); Bates ve ark. (2002a); Vanin ve ark. (2005); Kment ve Banar (2008); Protic (2008); Maltese ve ark. (2009); Kollar ve ark. (2009); Barta (2009); Fent ve Kment (2011); Tamburini ve ark. (2012); Lesieur ve ark. (2014b); Gapon (2015)

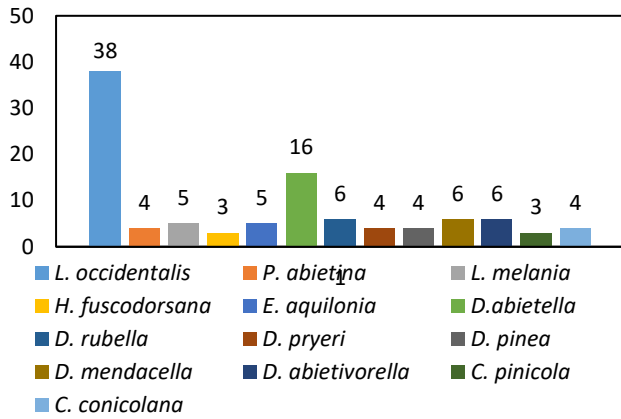
Çizelge 1'in devamı

			<i>bormülleriana</i> , <i>A. magnifica</i> , <i>Cupressus sempervirens</i>	
<b>TAKIM: HOMOPTERA</b>				
<b>Familya: ADELGİDAE</b>				
71	<i>Pinus pini</i> (Macquart, 1819) (Homoptera: Adelgidae)	Konofag	<i>Pinus pinaster</i>	Zwolinski ve ark. (1989)

<sup>1</sup> **Konofag böcekler:** Larvaları çeşitli kozalak bölgelerinde beslenen, tohum pullarına ve tohumlarına zarar veren böcekler (kozalak ve tohum zararlısı),

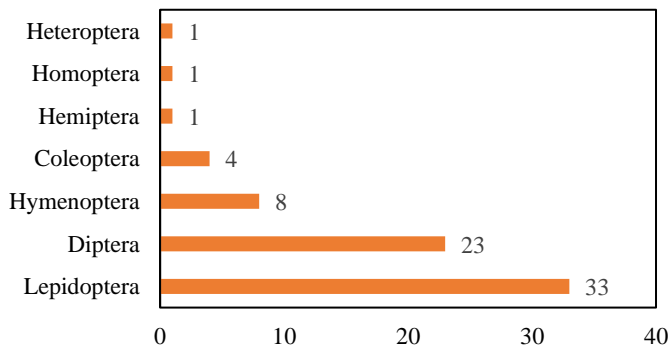
<sup>2</sup> **Seminifag böcekler:** Larvaları sadece tohumlar içinde beslenen böcekler (Yalnızca tohum zararlısı)

İğne yapraklı ağaçlara zarar veren herbivor türleri incelendiğinde, Hemiptera takımı, Coreidae familyasına ait olan *L. occidentalis*'in 38 farklı iğne yapraklı ağaç türünde zarara yol açtığı belirlenmiştir. Lepidoptera takımı, Pyralidae familyasına ait olan *Dioryctria abietella*'nın ise toplam 16 farklı iğne yapraklı ağaç türünde zarara yol açtığı saptanmıştır. Bu türleri, altı farklı ağaç türüne zarar veren *D. abietivorella*, *Dioryctria mendacella* ve *Dioryctria rubella* takip etmektedir. Ayrıca, *E. aquilonia* ve *Lasiomma melania* beş, *Dioryctria pryeri*, *P. abietina* ve *C. conicolana*'nın dört, *H. fuscodorsana* ve *C. pinicola*'nın üç farklı iğne yapraklı ağaç türüne zarar verdiği belirlenmiştir (Şekil 2).



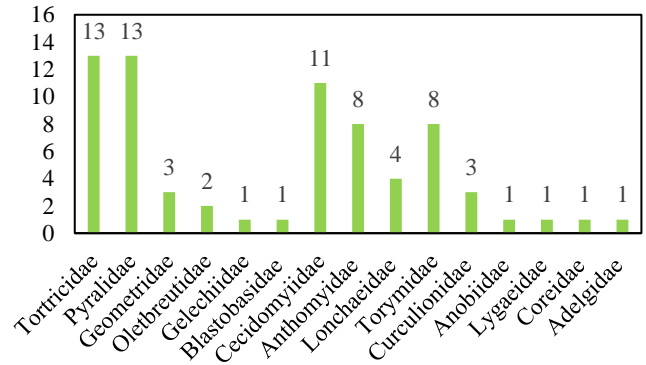
Şekil 2. Konifer türlerinde en çok zarar yapan herbivor türleri

Zararlı türler arasında özellikle Lepidoptera takımına ait tür çeşitliliği dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Lepidoptera takımının 33 farklı böcek türü ile iğne yapraklı ağaç türlerinin tohum ve kozalaklarında zararlara yol açtığı belirlenmiştir. Diptera takımı 23, Hymenoptera takımı 8, Coleoptera takımı 4, Homoptera takımı 1, Hemiptera takımı 1 ve Heteroptera takımı 1 türle tohum ve kozalaklarda hasara yol açmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Tohum ve kozalaklarda hasara yol açan böcek takımlarına ait herbivor böcek sayıları

Lepidoptera takımından tespit edilen türlerin familyalara göre dağılımı şu şekildedir: 13 tür Tortricidae, 13 tür Pyralidae, 3 tür Geometridae, 2 tür Oletbrotidae ve 1'er tür ile Gelechiidae ile Blastobasidae. Diptera takımından tespit edilen türlerin familyalara göre dağılımı ise şu şekildedir: 11 tür Cecidomyiidae, 8 tür Anthomyiidae ve 4 tür Lonchaeidae. Hymenoptera takımında tespit edilen türlerin tamamı Torymidae familyasındadır. Coleoptera takımında ise 3 türün Curculionidae, 1 türün ise Anobiidae familyasından olduğu, Hemiptera takımının Lygaeidae, Heteroptera takımının Coreidae ve Homoptera takımının Adelgidae familyasından birer türle temsil edildiği bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Tohum ve kozalaklarda hasara yol açan böcek takımlarının familya olarak dağılımı

Elde edilen bulgulardan Skrzypczyńska (1982, 1986, 1994 ve 1995)'e göre herbivor zararlarına göre yapılan gruplandırma sonucunda, 57 böcek türü konofag, 14 böcek türü ise seminifag böcek türü olarak belirlenmiştir.

### 3.2 Bazı tohum zararlıları ve mücadele yöntemleri

Ağaçların üreme yapıları; tohum veya meyve, polen, çiçek, fındık ve kozalak gibi yapıları içermektedir. Diğer böcek gruplarıyla kıyaslandığında, 1980'lere kadar entomolog ve ekologların meyve yapıları ile beslenen böcekler üzerine oldukça az sayıda çalışma yaptıkları anlaşılmaktadır. Gizli yaşam biçimleri, basit dış meyve incelemesi tespit etmelerini zorlaştırmaktadır. Bu durum böceklerin tohumlu bitkiler üzerindeki ekonomik etkilerinin belirlenmesini de etkilemektedir. Ancak hem sertifikalı tohum hem de tohum bahçelerine dayanan ağaç ıslah ve plantasyon programlarının artması, tohum böceklerinin ekolojisi ve etkisi hakkında araştırma ve geliştirme ihtiyacını giderek artırmıştır (Roques, 1983). Orman ağacı tohum ve kozalaklarına saldıran böcekler, ekonomik sonuçları ve bitki dinamiklerindeki ekolojik rolleri açısından da oldukça önemlidir (Udval ve Batkhuu, 2013).

Alanyazın verilerinden de anlaşılacağı üzere, *L. occidentalis* birçok ağaç türünde zarar yapan işgalci bu tür olarak öne

çıkılmaktadır. Oldukça geniş bir konukçu yelpazesine sahip olan bu tür için Werner (2011) 48 konukçu türü belirtmiş; Barta (2009) ise Slovakya'da 18 iğne yapraklı türde zarara yol açtığını bildirmiştir. Ayrıca kızılçık, sumak ve Antep fıstığı gibi çok çeşitli bitkilerin meyveleri ile de beslenebilmektedir (Cranshaw, 2004). Birçok ağaç türünde zarara yol açan *L. occidentalis* ile mücadele etmek için mekanik, kimyasal, tuzak kullanılarak ve biyolojik mücadele uygulanmaktadır. Mekanik mücadele olarak, kozalakların plastik ağlarla örtülmesi işlemi gerçekleştirilmektedir (Strong ve ark., 1998; Bates ve ark., 2002a; Strong ve ark., 2001; Strong, 2006). Summers ve Ruth (1987) *L. occidentalis*'e karşı kimyasal mücadele kapsamında erken dönemde insektisit kullanımının etkili olduğunu bildirmiş olup Dimethoae ve Permethrin'in sözü edilen zararlıya karşı başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. Tuzak kurularak yapılan mücadele için termal tuzak kullanımı önerilmektedir (Takács ve ark., 2008; Zahradnik, 2012). Biyolojik mücadele için ise parazitoit ve avcılara ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. İpekdağ ve ark. (2019)'da *L. occidentalis* için Türkiye ve Dünyadaki son durumla ilgili bilgileri içeren bir çalışma yaparak türün daha iyi tanımlanmasını ve böceklerle ilgili yapılacak çalışmalar için kaynak niteliğinde bir kitapçık hazırlamışlardır. *L. occidentalis*'ten sonra *Dioryctria abietella*'nın orman ağaçlarına en fazla zarar veren ikinci tür olduğu belirlenmiştir. *Dioryctria abietella* uçuş süresi geç ve uzun olan bir türdür. Larvalar çeşitli kozalak ve sürgün dokularıyla beslenmekte olup larvalar oldukça hareketlidir. Bazen kozalak yüzeyinde bulunan larvaların kozalaklar arasında hareket edebildiği belirlenmiştir. Bu nedenle Annala (1973) *D. abietella*'nın sistemik ve yayılma etkisi olmayan insektisitler kullanılarak kontrol edilebileceğini öne sürmüştür. Ayrıca *Bacillus thuringiensis* bakterisinin, başta Lepidoptera takımına ait herbivor böceklere karşı bakteriyel bir insektisit olarak çeşitli suşlarda ve preparatlarda kullanıldığı da bilinmektedir (Morris 1982). Kuzey Amerika'da çam ağaçlarına zarar veren *Dioryctria* türleri, *B. thuringiensis* ile kontrol altına alınmıştır (McLeod ve ark., 1984; Cameron, 1989). Fransa'da da *B. thuringiensis* kullanılmış, az da olsa başarı elde edilmiş fakat, *D. abietella* üzerindeki etkinliği ile ilgili yayınlanmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır (Weslien, 1999). İsveç'te kurulmuş tohum bahçelerinde de bir çeşit insektisit olan permethrin kullanılmış (Anonim, 1998) fakat biyolojik alternatifleri tercih eden sivil toplum kuruluşlarının ve kamu kurumlarının kimyasal mücadeleyi terk etme yönünde güçlü bir eğilimi bulunmaktadır (Thor ve ark., 1997). Rosenberg ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada *D. abietella*'ya karşı ağaç gövdelerine enjekte edilebilen yeni geliştirilen sistemik insektisitlerin, geleneksel ilaçlamaya kıyasla hem böcek hasarını hem de çevredeki olumsuz yan etkileri azaltmanın olası bir yolu olabileceğini belirtmişlerdir. Ağaç gövdelerine enjekte edilebilen bazı insektisitler *Picea abies* üzerinde test edilmiştir. İlk denemede bifenthrin, deltamethrin, abamectin ve imidacloprid enjekte edilmiş; ikinci denemede ise bu insektisitlerden ikisi abamectin ve imidacloprid enjekte edilmiştir. İkinci denemede, insektisit muamelesi ayrıca çiçek uyarıcı hormon olan gibberellin (GA<sub>4/7</sub>) ile birleştirilmiştir. Çalışma sonucunda zararı azaltan tek insektisit abamectin olduğu, abamectin ve GA<sub>4/7</sub>'nin beraber kullanılmasının belirli böcek türlerinden kaynaklanan hasarı azalttığı ve çiçeklenmeyi arttırmasının mümkün olabileceğini göstermiştir. *Dioryctria mendacella* ile mücadelede larvaların toplanma esnasında (sonbahar/kış) kozalak içinde olduğundan,

saldırıya uğrayan kozalakların gözlemlenmesi ve yok edilmesi, popülasyonları azaltmanın etkili bir yolu olabilmektedir. Hasat edilmemiş kozalakların veya toprak yüzeyinde kalan kozalakların yok edilmesi, birçok zararlı türün kışı geçiren popülasyonlarının azaltılmasına hizmet eden tamamlayıcı bir önlemdir (Sousa ve ark., 2017). *Dioryctria pinea* türü için spesifik olarak literatürde biyolojik ve kimyasal mücadele ile ilgili bilgiye ulaşılamamakla birlikte *Dioryctria* spp. türlerine genel olarak emamektin benzoat, imidakloprid, emamektin benzoat ve tiyametoksamın uygulamaları gerçekleştirilmiştir (Grosman ve ark., 2002). Can ve Özçankaya (2006) doğal düşmanlarının *Carpelimus* sp. (Col., Staphylinidae) *Pseudoperichaeta nigrolineata* (Walker) (Dipt., Tachinidae) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Çanakçıoğlu (1963) *P. nigrolineata*'yı *D. pineae*'nin larva parazitoiti olarak bildirmektedir.

Mücadelede kullanılan kimyasalların ağaçlara tekrar tekrar uygulanması, tohum bahçelerinde pestisit kalıntılarının birikmesine yol açarak zararlı böcekler ile doğal düşmanları arasındaki dengeyi bozabilmektedir. Tohum bahçelerinde kimyasal mücadele tekrar tekrar kullanılırsa, böceklerin insektisitlere karşı dirençli hale gelmelerine de neden olabilmektedir. Ayrıca, bazı insektisitlerin tohumlar üzerinde fitotoksik etkileri de olabildiğinden, tohum kalitesini düşürmektedir (Annala, 1973).

Orman böcek zararlılarının mekansal dağılımı, yırtıcıların varlığı, beslenme kaynağı kullanılabilirliği, habitat heterojenliği, iklim ve yayılma kapasitesi gibi birçok içsel ve dışsal faktörden etkilenmektedir (Aukema ve ark., 2008). Zararlı türlerin mekansal ve zamansal dinamiklerini ve bunlara dahil olan faktörleri anlamak, olası istilanın derecesini ve böceklerin yeni alanlara yayılmalarını tahmin etmek için gereklidir (Gumpertz ve ark., 2000; Sakai ve ark., 2001). Halen etkisi görülen ve yakın gelecekte tesiri daha da artacak olan iklim değişikliği ile orman zararlılarının yaygınlık ve zarar şiddetleri ile hasarların artacağı tahmin edilmektedir (Pinkard ve ark., 2010; Chen ve ark., 2011; Wainhouse ve ark., 2014).

#### 4. Sonuçlar

Orman ekosistemlerinin önemli öğeleri olan konifer taksonlarında tohum ve kozalaklara zarar veren herbivor böcek türlerinin bir listesinin oluşturulması amacıyla hazırlanan bu çalışma sonucunda, Lepidoptera takımına ait 6 familya (Tortricidae, Pyralidae, Geometridae, Oletbrentidae, Gelechiidae, Blastobasidae) ile 33 tür, Diptera takımına ait 3 familya (Cecidomyiidae, Anthomyiidae, Loncaidae) 23 tür, Hymenoptera takımına ait 1 familya (Torymidae) 8 tür, Coleoptera takımına ait 2 (Curculionidae, Anobiidae) familya 4 tür, hemiptera takımına ait 1 familya (Coreidae) 1 tür, Homoptera takımına ait 1 familya (Adelgidae) 1 tür ve Heteroptera takımına ait 1 familya (Lygaeidae) ve 1 tür listelenmiştir.

Uzun vadeli orman yönetimi planlamasının değişen iklim senaryolarının böcek dinamikleri üzerindeki potansiyel etkilerini dikkate alarak ve orman zararlılarının olası potansiyel etkilerini tahmin etmek için güvenilir araçlar geliştirmesi artık zorunludur (Gumpertz ve ark., 2000).

Uzun vadeli orman yönetimi planlamasının değişen iklim senaryolarının böcek dinamikleri üzerindeki potansiyel

etkilerini dikkate alarak ve orman zararlılarının olası potansiyel etkilerini tahmin etmek için güvenilir araçlar geliştirmesi artık zaruridir (Gumpertz ve ark., 2000). Özellikle uzun hayat döngülerine sahip orman ağaçlarının değişen çevre koşulları, evrimleşen patojenlere ve zararlılara karşı uyum sağlamaları daha yavaş olması nedeniyle daha da önemlidir. Zararlı yönetim sistemlerinin geliştirilmesi ise özellikle tohum bahçeleri ile ilgili olup, oldukça önem arz etmektedir (Groot ve ark., 1994). Çok sayıda belirsizliğe ve birçok faktörün etkileşimli ve birikimli etkilerine karşı, ağaçlandırma, yapay gençleştirme ve restorasyon çalışmalarında türe özgü ve probleme yönelik mücadele stratejileri geliştirmek öncelikli ve elzem bir husustur. Birçok ülkede orman sağlığı izleme programları, böcek ve hastalık salgınlarının erken dönemde tespit edilmesini kolaylaştırmaktadır (Sniezko ve Koch, 2017). Gatehouse (1991), zararlı böceklerin mücadelesinde kimyasal pestisitlerin kullanımı yanında alternatif uygulamaların var olduğunu; bu amaçla predatör ve parazit böceklerin kullanımı ve feromon tuzaklar veya kısır böceklerin ortama bırakılmasıyla fertil yetişkinler arasında çiftleşmenin engellenmesi gibi biyolojik kontrol yöntemleri uygulanabildiğini bildirmektedir. Bununla birlikte en etkili yöntemin, böcek saldırısına karşı kalıtsal olarak dayanıklı tür, populasyon, genotip ve klonların tespit edilerek seçilmesi ve geliştirilmesidir. Kısaca, geleceğe yönelik plantasyonlar ve bu plantasyonların tesisinde kullanılacak tohum kaynakların tesisi salt biyokütle artımı yüksek, kalite gövde sunan populasyon ve genotiplere değil aynı zamanda böcek zararlılara karşı resistant populasyon ve bireylere dayandırılmalıdır.

Orman ağaçlarındaki ıslah çalışmaları büyük genom yapıları ve ağaçların üreme sürelerinin uzunluğu sebebiyle oldukça yavaş ilerleyen bir süreçtir. Ancak, son yıllardaki genomik teknolojilerindeki hızlı ilerleme, ıslah sürelerinin kısalmasına yardımcı olabilme potansiyelindedir. Özellikle birim alandaki odun üretiminin artırılması hedefine odaklanan hızlı gelişen tür plantasyon ormancılığında klasik ıslah ve orman biyoteknolojisi uygulamaları birlikte kullanılarak iklim değişiminin olası olumsuz tesirlerine karşı böceklerle dirençli populasyon/ağaçların seleksiyonu ve geliştirilmesi artık Türkiye ormancılığının vakit geçirmeden odaklanması gereken öncelikli bir konudur.

## Kaynaklar

Akkuzu, E., Ünal, S., 2009. Forest gall midge fauna (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(6), 915-922.

Amirault, P.A., 1989. The cone and seed insects of tamarack in eastern North America. *Proceedings, 3<sup>rd</sup> Cone and Seed Insects Working Party Conference S. Vol. 2*, pp. 07-01.

Annala, E., 1973. Chemical control of spruce cone insects in seed orchards. *Comm. Inst. For. Fenn.* 32, 3–11.

Anonim, 1998. The National Chemical Inspectorate's list of approved pesticides, etc. 1998. Printgraf, Stockholm, 248 pp. ISSN 0283-1945. (In Swedish with guide to English readers.).

Aslan, B., 2018. Kastamonu Taşköprü-Tekçam Klonal Tohum Bahçesindeki Kozalak Zararlıları ve Bazı Doğal Düşmanlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu.

Auger Rozenberg, M.A., Roques, A., 2012. Seed Wasp Invasions Promoted by Unregulated Seed Trade Affect Vegetal And Animal Biodiversity. *Integrative Zoology* 7, 228–246.

Aukema, B.H., Carroll, A.L., Zheng, Y., Zhu, J., Raffa, K.F., Dan Moore, R., Taylor, S.W., 2008. Movement of Outbreak Populations of Mountain Pine Beetle: Influences of Spatiotemporal Patterns And Climate. *Ecography*, 31(3), 340-358.

Bakke, A., 1955. Insects reared from spruce cones in northern Norway 1951. A general view with special stress on parasitic hymenoptera of the subfamilies Chalcidoidea and serphoidea. *Norsk Entomologisk Tidsskrift*, 9(3/4), 152-212.

Bakke, A., 1961. Skogsinsekter. Skadeinsekter på skogen i Norge. Oslo, Aschehoug & Co. pp. 166.

Bakke, A., 1963. Studies on the spruce cone insects. *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonidae), and their parasites (Hymenoptera) in Norway. *Medd Nor Skogforsöksves*, 19, 1-151.

Baldasseroni, V., 1957. Dei gravissimi danni arrecati alle pine di *Pinus pinea* da farfalle del Gen. *Dioryctria* Zell. *L'It. For. Mont*, 1, 1-2.

Barta, M., 2009. New facts about distribution and host spectrum of the invasive Nearctic conifer pest, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in south-western Slovakia. *Folia faunistica Slovaca*, 14(23), 139-142.

Bates, S.L., Lait, C.G., Borden, J.H., Kermod, A.R., 2002. Measuring the impact of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) on seed production in lodgepole pine using an antibody-based assay. *Journal of Economic Entomology*, 95(4), 770-777.

Battisti, A., Cantini, R., Feci, E., Frigimelica, G., Guido, M., Roques, A., 2000. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L., in Italy. *Seed Science and Technology*, 28(3), 731-740.

Battisti, A., Roques, A., Colombari, F., Frigimelica, G., Guido, M., 1999. Efficient transmission of an introduced pathogen via an ancient insect-fungus association. *Naturwissenschaften* 86(10), 479–483.

Berryman, A.A., 2013. Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications. *Springer Science & Business Media* (Eds.), Germany.

Boivin, T., Auger-Rozenberg, M.A., 2016. Native fruit, cone and seed insects in the Mediterranean Basin. *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham, 47-88.

Bracalini, M., Benedettelli, S., Croci, F., Terreni, P., Tiberi, R., Panzavolta, T., 2013. Cone and seed pests of *Pinus pinea*: assessment and characterization of damage. *Journal of economic Entomology*, 106(1), 229-234.

Brissette, J.C., Barnett, J.P., Landis, T.D., 1991. Container seedlings. In: *Forest regeneration manual*. Springer, Dordrecht, pp.117-141.

Byun, B. K., Chul Su, K., Kim, J.K., 1998. *Eupithecia abietaria debrunneata* Staudinger (Lepidoptera: Geometridae) feeding on the cone of the Korean white pine New to Korea. *Korean Journal of Entomology*, 28(4), 341-343.

- Cameron, D.E., 1987. The association of seed and cone predator populations and cone crop production in Engelmann spruce. All Graduate Theses and Dissertations. 7302.
- Cameron, R.S., 1989. Promising new pesticides for cone and seed insect control in southern United States. In Miller, G. E. (ed.), Proceedings of the 3rd Cone and Seed Insects Working Party Conference. Working Party S2.07-01, Victoria, B.C., 26–30 June 1988. Pacific Forestry Centre, Forestry Canada, Victoria B.C., pp. 193–202.
- Can, P., 2003. İzmir ve Manisa illeri Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçelerinde bulunan kozalak ve tohum tararlıları, zarar şekilleri ve bulunma dönemlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Can, P., Özçankaya, M.İ., 2006. Ege Bölgesi Tohum Bahçelerinde Kozalak Zararlılarının ve Mücadele Yöntemlerinin Belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, 108 s., İzmir.
- Cantini, R., Battisti, A., 2001. Impact and control of the cone tortricid *Pseudococcyx tessulatana* (Staudinger), damaging the cone crop of a selected clone of cypress (*Cupressus sempervirens* L.) in Italy, Journal of Pest Science, 74(4), 107-110.
- Charles, P.J., Roques, A., 1977. Notes on the biology of *Dioryctria mutata* Fuchs (Lepidoptera Phycitidae) an enemy of shoots and cones of Scots pine in the forest of Fontainebleau [France]. In Annales de Zoologie Ecologie Animale.
- Chatelain, M.P., Goyer, R.A., 1980. Seasonal attack periods of cone-feeding insects of loblolly pine cones. Annals of the Entomological Society of America, 73(1), 49-53.
- Chen, A.C., Hill, J.K., Ohlemuller, P., Roy, D.B., Thomas, C.D., 2011. Rapid Range Shifts in Species Associated With High Levels of Climate Warming. Science 333, 1024– 1026.
- Cilbircioğlu, C., Ünal, S., 2008. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in forest trees of Turkey. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 25 (1), 13-23.
- Cram, M.M., Michelle, S.F., Katy, M.M., 2012. Forest Nursery Pests. Department of Agriculture, Forest Service, Washington D.C.
- Cranshaw, W.S., 2004. Conifer seed bugs. Insect series. Trees & shrubs; no. 5.588.
- Czerny, L., 1906. Zwei neue Chortophila-Arten aus Oberösterreich (Dipt.). Wiener Entomologische Zeitung, 25, 251-254.
- Çanakçıoğlu, H., 1963. Orman Ağaçlarımızın Tohumlarına Arız Olan Böcekler ve Bazı Önemli Türlerin Mücadeleleri Üzerine Araştırmalar. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 343, Seri No: 17, s: 100, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., 1982. Türkiye Ormanlarının Zararlı Tortricidae (Lepidoptera) Türleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A, 32(1), 17-43.
- Çanakçıoğlu, H., 1993. Orman Koruma, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Üniversite Yayın No:3624, Fakülte Yayın No: 411, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., 2000. Tohum ve Kültür Zararlıları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 4210, Fakülte No: 462, s. 334, İstanbul.
- Dajoz, R., 2009. Insects on flowers, fruits and seeds. In Insects and forests. Technique and Documentation, Intercept Ltd., pp. 333–347, Paris.
- DeBarr, G.L., Barber, L.R., Maxwell, A.H., 1982. Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insects. Forest Ecology and Management, 4(1), 1-18.
- Defne, M., 1954. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Göknarların Zararlı Böcekleri ve Mücadele Metodları. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Vekâleti, Orman Umum Müdürlüğü Yayınları, Seri No: 12, Sıra No: 105, s. 228, İstanbul.
- Duryea, M.L., Phillip Dougherty, M., 2012. Forest regeneration manual. Vol. 36. Springer Science Business Media, Germany.
- Ebel, B.H., Harry, O., Yates, III., 1974. Insect-Caused Damage and Mortality to Conelets, Cones, and Seed of Short leaf Pine. Journal of Economic Entomology, 67(2), 222-226.
- Erdem, R., 1968. Ormanın Faydalı ve Zararlı Böcekleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 1265, Orman Fakültesi No: 118, s. 182, İstanbul.
- European-Union, 2000a. Council directive 1999/105/ EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material. Official Journal of the European Communities 15. 1. 2000, L11: 17–40.
- European-Union, 2000b. Council directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. Official Journal of the European Communities 10.7. 2000, L169: 1–112.
- European-Union, 2007. Commission decision 2007/433/ EC of 18 June 2007 on provisional emergency measures to prevent the introduction into and the spread within the Community of *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell. Official Journal of the European Communities, 22.6.2007, L161: 66–9.
- Fan, Z.D., Ge, F.X., Zhang, R.S., Fang, S.Y., 1982. On Chinese species of genus *Lasiomma*, especially those injurious to the coniferous cones (Diptera: Anthomyiidae). Journal of North-Eastern Forestry Institute, 10(1), 1-12.
- Fent, M., Kment, P., 2011. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. North-Western Journal of Zoology, 7 (1), 72-80.
- Fidgen, L.L., Quiring D.T., Sweeney J.D., 1998. Effect of cone size on adult and larval foraging behavior of *Strobilomyia neanthracina* and *Strobilomyia appalachensis* (Diptera: Anthomyiidae). Environmental entomology, 27(4), 877-884.
- Fidgen, L.L., Sweeney J.D., 1996. Fir coneworm, *Dioryctria abietivorella* (Grote) (Lepidoptera: Pyralidae), prefer cones previously exploited by the spruce cone maggots *Strobilomyia neanthracina* Michelsen and *Strobilomyia appalachensis* Michelsen (Diptera: Anthomyiidae). The Canadian Entomologist, 128(6), 1221-1224.
- Gall, W.K., 1992. Further eastern range extension and host records for *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae): well-documented dispersal of a household nuisance. The Great Lakes Entomologist, 25(3), 3.



- Gapon, D.A., 2015. First record of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Morocco. *Heteropterus Revista de Entomologia*, 15 (2), 161-163.
- Gatehouse, J.A., 1991. Breeding for Resistance to Insects. In: *Advanced Methods in Plant Breeding and Biotechnology* (Ed. Murray D.R.), CAB International Wallingford Oxon, pp. 250-276.
- Grebenshchikova, V.P., Naumov, F.V., 1985. Ecological features of Diptera in communities of cone-inhabiting insects. *Systematics of Diptera (Insecta). Ecological and morphological principles*, 18-22.
- Gries, R., Khaskin G., Gries G., Bennett R.G., King G.S., Morewood P., Slessor K.N., Morewood, W.D., 2002. (Z, Z)-4, 7-Tridecadien-(S)-2-yl acetate: sex pheromone of Douglas-fir cone gall midge, *Contarinia oregonensis*. *Journal of Chemical Ecology* 28(11), 2283-2297.
- Groot, P.D., Turgeon, J.J., Miller, G.E., 1994. Status of cone and seed insect pest management in Canadian seed orchards. *The Forestry Chronicle*, 70(6), 745-761.
- Groot, P.D., 1991. *Biosystematics of Conophthorus hopkinsi* (Coleoptera: Scolytidae) in eastern North America. Doctoral Dissertation, Theses (Dept. of Biological Sciences)/Simon Fraser University, USA, America.
- Grosman, D.M., Upton, W.W., McCook, F.A., Billings, R.F., 2002. Systemic insecticide injections for control of cone and seed insects in loblolly pine seed orchards—2 year results. *Southern Journal of Applied Forestry*, 26(3), 146-152.
- Guido, M., Battisti, A., Roques, A., 1997. Mortality factors affecting cones and seeds of *Cupressus sempervirens* prior seed dispersal. In: *Proc. 5<sup>th</sup> Cone and Seed Insects W.P. Conference*. September 1996, Monte.
- Gumpertz, M., We, C., Pye, J.M., 2000. Logistic Regression For Southern Pine Beetle Outbreaks With Spatial And Temporal Autocorrelation. *For. Sci.* 46(1), 95-107.
- Hanula, J.L., DeBarr, G.L., Harris, W.M., Berisford, C.W., 1984. Factors affecting catches of male coneworms, *Dioryctria* spp. (Lepidoptera: Pyralidae), in pheromone traps in southern pine seed orchards. *Journal of Economic Entomology*, 77(6), 1449-1453.
- Harry, J., 1986. Sampling gay men. *Journal of Sex Research*, 22 (1), 21-34.
- Hedlin, A.F., 1973. Spruce cone insects in British Columbia and their control. *Canadian Entomologist*, 105(1), 113-122.
- Hedlin, A.F., Merkel, E.P., Tovar, C.D., Koerber, T.W., Yates III, H.O., Ebel, B.H., 1980. *Cone and Seed Insects of North America Conifers*. Ottawa, Ontario: Canadian Forest Service, Washington DC: USDA-Forest Service and Secretaria de Agricultura Recursos Hydroicos, Mexico City, 78-80.
- Hedlin, A.F., Norman, E., 1963. Life history and habits of a midge, *Contarinia washingtonensis* Johnson (Diptera: Cecidomyiidae), in Douglas-fir cones. *The Canadian Entomologist*, 95(11), 1168-1175.
- Hennig, W., 1967. Anthomyiidae [part]. In Lindner, E. (ed.) *Die Fliegen der Palaearktischen Region*, 7(2), 145-192, pls. 10-15. Stuttgart.
- Holste, G., 1922. Fichtenzapfen- und fichtensamenbewohner Oberbayerns. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 8(1), 125-160.
- İpekdal K., Oğuzoğlu Ş., Oskay F., Aksu Y., Doğmuş Lehtijarvi H.T., Lehtijarvi A.T., Can T., Aday Kaya A.G., Özçankaya M., Avcı M., 2019. Western Conifer Seed Bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (1910) (Hemiptera: Coreidae) Current Situation in the World and Turkey. *Trukish General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey*.
- Kangas, E., Leskinen, K., 1944. *Pegohylemyia anthracinan* Czerny (Dipt., Muscidae) als Zapfenschadling an der Fichte. *Suomen Hyon-teistieteeilinen Aikakauskirja*, Vol. 9, pp. 195-212.
- Karanikola, P., 2002. *Cydia* (Laspeyresia, Enarmonia) *conicolana* Heyl. (Lepidoptera, Tortricidae) an important seedworm infesting cones in plantations of *Pinus brutia* Ten. in North Greece. *Ereuna* 15, 71-80.
- Keen, F.P., 1958. *Cone and seed insects of western forest trees* (No. 1169). US Department of Agriculture.
- Kment, P., Baňář, P., 2008. Additional records of the invasive Nearctic bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Croatia. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 17(2), 141-147.
- Knölke, S., 2007. A Revision of the European Representatives of the Microlepidopteran Genus *Dioryctria* Zeller, 1846 (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). Doctoral Dissertation, Imu, Ludwig Maximilians Universität München, Germany.
- Koerber, T.W., 1963. *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera, Coreidae), a newly discovered pest of coniferous seed. *Annals of the Entomological Society of America*, 56(2), 229-234.
- Kollár, J., Hrubík, P., TKáčová, S., 2009. Monitoring of harmful insect species in urban conditions in selected model areas of Slovakia. *Plant Protection Science*, 45(3), 119-124.
- Kozioł, M., 2010. Variability of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) cone entomofauna in the Tatra National Park in association with the development of cones. *Journal of Forest Science*, 56(4), 154-164.
- Kramer, H., 1917. *Die Musciden der Oberlausitz*. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Gorkitz*, 28, 257-352.
- Kulhavy, D.L., Dale, J.W., Schenk, J.A., 1975. A checklist of the cone and seed insects of Idaho. *Forest. Wildlife and Range Experiment Station. Universtiy of Idaho, Info. Ser. No: 6*, pp. 28.
- Kulhavy, D.L., 1974. *Cone and seed insects of grand and subalpine firs in northern Idaho*. College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. Master Thesis, University of Idaho.
- Kulhavy, D.L., Schenk, J. A., Hudson, J., 2019. Cone and seed insects of subalpine fir during a year of low cone production in northern Idaho. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 73, 25-28.
- Kühlhorn, F., 1982. *Unterordnung Brachycera, Fliegen*. *Die Forstschädlinge Europas*. Bd, 4, 359-382.
- Lesieur, V., Courtial, B., Roques, A., Auger-Rozenberg, M.A., 2014. Isolation and characterization of 11 polymorphic microsatellite markers in the highly invasive Western

- conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera, Coreidae). Conservation genetics resources, 6(3), 617-619.
- Li, H., Sattler, K., 2012. Taxonomic revision of the genus *Mesophleps* Hübner, 1825 (Lepidoptera: Gelechiidae). Zootaxa, 3373, 1-82.
- Liebholt, A.M., Macdonald, W.L., Bergdahl, D., Mastro, V.C., 1995. Invasion By Exotic Forest Pests- A Threat To Forest Ecosystems. Forest Science, 41(30), 1-49.
- Maltese, M., Caleca, V., Carapezza, A., 2009. Primi reperti in Sicilia su diffusione e biologia di *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere. In Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi Italiani, Taormina (Italy), 3, 1413-1418.
- Mason, P.G., Huber, J.T., 2002. Biological control programmes in Canada, 1981–2000 CABI Publishing. Wallingford, United Kingdom.
- Mattson, W.J., 1980. Cone resources and the ecology of the red pine cone beetle, *Conophthorus resinosae* (Coleoptera: Scolytidae). Annals Entomological Society of America, 73 (4), 390-396.
- McAlpine, J.F., 1956. Cone-infesting lonchaeids of the genus *Earomyia* Zett., with descriptions of five new species from western North America (Diptera: Lonchaeidae). The Canadian Entomologist, 88(4), 178-196.
- McLeod, P.J., Yearian, W.C., Young, S.Y., 1984. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* for coneworm, *Dioryctria* spp., control in southern pine seed orchards. J. Georgia Entomol. Soc. 19: 408–413.
- McPherson, J.E., Packauskas, R. J., Taylor, S.J., O'brien, M.F., 1990. Eastern range extension of *Leptoglossus occidentalis* with a key to *Leptoglossus* species of America north of Mexico (Heteroptera: Coreidae). The Great Lakes Entomologist, 23(2), 5.
- Medvedev, G.S. (Ed.), 1987. Keys to the Insects of the European. Nauka Publishers, India, pp. 991.
- Ruth, D.S., 1980. A guide to insect pests in Douglas-fir seed orchards. A guide to insect pests in Douglas-fir seed orchards., (BC-X-204).
- Weatherston, J., Hedlin, A.F., Ruth, D.S., MacDonald, L.M., Leznoff, C.C., Fyles, T.M., 1977. Chemical and field studies on the sex pheromones of the cone and seed moths *Barbara colfaxiana* and *Laspeyresia youngana*. Experientia, 33(6), 723-725.
- Summers, D., Ruth, D. S., 1987. Effect of diatomaceous earth, malathion, dimethoate and permethrin on *Leploglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), a pest of conifer seed. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 84, 33-38.
- Morge, G., 1962. Monographie der palaearktischen Lonchaeidae (Diptera). Beitr. Ent. 12 (3-4), 381-434.
- Morris, O.N., 1982. Bacteria as pesticides: forest applications. In Kurstak, E. (ed.), Microbial and Viral Pesti-cides, pp. 239–288. Marcel Dekker, New York. ISBN 0-8247-1686-8.
- Moser, J.C., Smiley, R.L., Otvos, I.S., 1987. A new Pyemotes (Acari: Pyemotidae) reared from the douglas-fir cone moth. International journal of acarology, 13(2), 141-147.
- Moyer, M.M., Parker, D.L., 1973. A revised list of seed and cone insects collected from native conifers in the Intermountain Region. Branch of Forest Insect and Disease Prevention and Control. U.S. Dept. Agr. Forest Serv., pp.15, Ogden, Utah.
- Nanu, N., 1979. Earomyia impossibile Morge iE. Grusia Morge daunatori ai conurilor de brad din Romania. Tib. Stiin. Nat. 17, 125-131.
- Neunzig, H.H., 2003. Pyraloidea, Pyralidae (part), Phycitinae (part): R. B. Dominick et al. The moths of America North of Mexico, fasc. 15.5. The Wedge Entomological Research Foundation, National Museum of Natural History, Washington, DC.
- Oku, T., 1968. New or little known species or the subfamily *Olethreutinae injuriosa* to coniferous trees from Japan (Lepidoptera: Tortricidae), 36, 227-236, Kontyu.
- Orlinski, A.D., 2006. Outcomes of the EPPO project on quarantine pests for forestry 1. Eppo Bulletin, 36(3), 497-511.
- Öymen, T., 1990. Türkiye'de iğne yapraklı ağaçlarda zarar yapan Lepidoptera türleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 40(3), 59-66.
- Özçankaya, I.M., Balay, S.N., Bucak, C., 2013. Effects of Pests and Diseases on Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Conelet Losses in Kozak Catchment Area, 29-33. In: Mediterranean Stone Pine for Agroforestry (Eds: S. Mutke, M. Piqué & R. Calama). Ciheam, Options Méditerranéennes, Zaragoza. 112 pp.
- Özçankaya, İ.M., Balay, N.S., 2011. Ege Bölgesi'nde çam türlerinin kozalaklarında zarar yapan *Dioryctria* (Lep., Pyralidae) türleri ve doğal düşmanları. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 23-25 Kasım, Antalya, s. 138-143.
- Özek, T., Avcı, M., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında tespit edilen kozalak zararlıları. Turkish Journal of Forestry, 18(3), 178-186. DOI: 10.18182/tjf.316818.
- Parlak, S., 2017. An invasive species: *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann) how does it affect forestry activities? Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(3), 531-542.
- Pinkard, E. A., Battaglia, M., Bruce, J., Leriche, A., Kriticos, D.J., 2010. Process-Based Modelling of The Severity and Impact of Foliar Pest Attack on Eucalypt Plantation Productivity Under Current And Future Climates. For. Ecol. Manage. 195(259), 839–847.
- Prévost, Y.H., 1990. Spruce cone axis midge, *Dasineura rachiphaga* Tripp (Diptera: Cecidomyiidae), in cones of black spruce, *Picea mariana* (Mill.) BSP. The Canadian Entomologist 122(3), 441-447.
- Protic, L., 2008. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Serbia. Acta Entomol. Serbica, 13, 81-84.
- Qian, F., 1992. The progress of branch-shoot pest's study in China. Shaanxi Forest Science and Technology, 19(2), 13–20.
- Ringdahl, O., 1951. Flugor från Lapplands, Jämtlands och Härjedalens fjälltrakter (Diptera Brachycera). Opuscula entomologica, 16, 113-186.
- Roques, A., 1983. Les Insectes Ravageurs des Cônes et Graines de Conifères en France. No.634.975.R6, INRA, Paris.

- Roques, A., 1988. The larch cone fly in the French Alps. Dynamics of forest insect populations. Springer, Boston, MA, pp. 1-28.
- Roques, A., Battisti, A., 1999. Pest of cypress. In: Cypress. A Practical Handbook. (Ed. by Teissier du Cros E. et al.), Studio Leonardo, Florence, Italy, pp. 79-95.
- Roques, A., El Alaoui El Fels, M.A., 2005. Overview of The Arthropod Fauna That Colonies Seed Cones in The Mediterranean Region. Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems, INRA, 59-78.
- Roques, A., Jianghua, S., Sanyang, F., Xudong, Z., Xueke, Z., 1994. New cone and seed pests collected in Northeastern China *Barbara fulgens* Kuznetsov (Lepidoptera: Tortricidae) the lustrous spruce cone moth. Journal of Northeast Forestry University, 5(1), 28-33.
- Roques, A., Skrzypczyńska, M., 2003. Seed-infesting chalcids of the genus *Megastigmus* Dalman, 1820 (Hymenoptera: Torymidae) native and introduced to the West Palearctic region: taxonomy, host specificity and distribution. Journal of Natural History, 37(2), 127-238.
- Roques, A., Sun J., Zhang X., Pan, Y., Xu, Y., 1996. Cone flies, *Strobilomyia* spp. (Diptera: Anthomyiidae), attacking larch cones in China, with description of a new species. Mitteilungen Schweizerische Entomologische Gesellschaft, 69(3-4), 417-429.
- Rosenberg, O., Almqvist, C., Weslien, J., 2012. Systemic insecticide and gibberellin reduced cone damage and increased flowering in a spruce seed orchard. Journal of economic entomology, 105(3), 916-922.
- Roux-Morabito, G., Gillette, N.E., Roques, A., Dormont, L., Stein, J., and Sperling, F.A.H., 2008. Systematics of the *Dioryctria abietella* species group (Lepidoptera: Pyralidae) based on mitochondrial DNA. Annals of the Entomological Society of America, 101: 845-859. doi:10.1603/0013-8746(2008)101[845:SOTDAS]2.0.CO;2.
- Sakai, A.K., Allendorf, F.W., Holt, J.S., Lodge, D.M., Molofsky, J., With, K.A., Baughman, S., Cabin, R.J., Cohen, J.E., Ellstrand, N.C., McCauley, D.E., O'Neil, P., Parker, I.M., Thompson, J.N., Weller, S.G., 2001. The Population Biology of Invasive Species. Annu. Rev. Ecol. Syst. 32, 305-332.
- Schooley, H.O., 1983. A deathwatch cone beetle (Anobiidae: *Ernobius bicolor*) reduces the natural storage of black spruce seed in Newfoundland. The Forestry Chronicle, 59(3), 139-142.
- Schowalter, T.D., Haverty M.I., Koerber T.W., 1985. Cone and seed insects in Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, seed orchards in the western United States: distribution and relative impact. The Canadian Entomologist, 117(10), 1223-1230.
- Séguy, E., Zaharoff, B., 1923. Faune de France: Diptères Anthomyiides. Presses Universitaires de France, Lechevalier.
- Seifert, M., Wermelinger, B., Schneider, D., 2000. The effect of spruce cone insects on seed production in Switzerland. Journal of applied entomology, 124(7-8), 269-278.
- Sekendiz, O.A., 1991. *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.'nın Doğu Karadeniz Bölümü Ormanlarındaki Zararlı Böcekleri ile Koruma ve Savaş Yöntemleri. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 678, Sıra No: 73, s. 200, Ankara.
- Shin, Y.M., Nam, J.W., Kim, D.K., Byun, B.K., Kim, I.K., 2018. Two lepidopteran pests and damage on the cones of *Abies koreana* (Pinaceae) in Jeju Island, Korea. Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 11(1), 80-86.
- Skrzypczyńska, M. G., Sikora, Z., Guzek, R., 1995. Cono- and seminiphagous insects of fir (*Abies alba* Mill.) in the Babia Góra National Park and its surroundings in southern Poland. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 68(2), 34-36.
- Skrzypczyńska, M., 1978. *Megastigmus suspectus* Borries, 1895 (Hymenoptera, Torymidae), its morphology, biology and economic significance. Zeitschrift für angewandte Entomologie, 85(1-4), 204-215.
- Skrzypczyńska, M., 1980. The spruce cone pest *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lep., Tortricidae) in Poland. Przegląd Zoologiczny 24(3), 317-320.
- Skrzypczyńska, M., 1982a. Szkodniki nasion i szyszek jodły pospolitej *Abies alba* Mill. na wybranych stanowiskach w Beskidzie Sadeckim w latach 1976-1980. Acta agraria et silvestria. Series silvestris.
- Skrzypczyńska, M., 1982b. The entomofauna of the cones of spruce, *Picea abies* (L.) Karst. in Poland. Zeitschrift für angewandte Entomologie, 94(1-5), 21-32.
- Skrzypczyńska, M., 1985. "Gallmidge (Cecidomyiidae, Diptera) pests in seeds and cones of coniferous trees in Poland I." Zeitschrift für Angewandte Entomologie 100(1-5), 448-450.
- Skrzypczyńska, M., 1986. Insects of cones and seeds of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. in Poland. In: Roques A. (ed.): Proceedings of the 2nd Conference IUFRO W.P, Vol.2, Sp.07- 01, Briançon (France), 3-5 September, France.
- Skrzypczyńska, M., 1998. Insect pests and their parasitoids inhabiting cones of fir *Abies alba* Mill. in Poland. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 71 (3), 50.
- Skrzypczyńska, M., Kożuch, J., Gibas, S., 1994. Conophagous and seminiphagous insects of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the Babia Góra National Park and its surroundings I. Journal of Applied Entomology, 118(1-5), 321-326.
- Skuhrová, M., Bayram, Ş., Çam, H., Tezcan, S., Can, P., 2005. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 29(1), 17-34.
- Sniezko, R.A., Koch, J., 2017. Breeding trees resistant to insects and diseases: putting theory into application, Biol Invasions 19, 3377-3400.
- Solem, J.O., 1971. Larvae of the Norwegian species of *Phryganea* and *Agrypnia* (Trichoptera, Phryganeidae). Norsk Entomol Tidsskr, 18, 79-88.
- Sousa, E., Pimpão, M., Valdivieso, T., Naves, P., Branco, M., 2017. Cone pests of stone pine in the Mediterranean Basin. Mediterranean Pine Nuts from Forests and Plantations; Carrasquinho, I., Correia, AC, Mutke, S., Eds, 91-107.
- Spessivtseff, P., 1924. Grankottmätarna (*Eupithecia abietaria* och *strobilata*) och deras skadegörelse [The spruce cone loopers (*Eupithecia abietaria* and *E. strobilata*) and their

- damage]. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 21, 295-310.
- Stadnickij, G.V., Jurčenko G.I., Smetanin A.N., Grebenščikova V.P., Pribylova, M.V., 1978. Pests of cones and seeds of coniferous stands. Moskva, Izdatel'stvo Lesnaja Promyšlennost, 168.
- Stein, P., 1916. Die Anthomyiden Europas. Tabellen zur Bestimmung der Gattungen und aller mir bekannten Arten, nebst mehr oder weniger ausführlichen Beschreibungen. Arch. Naturgesch. 81 A 10 (1915), 1-224.
- Strong W., Bennett R.G., Hales G., 1998. *Leptoglossus* and low seedset in southern Pli seed orchards. Seed and seedling Extension Topics, British Columbia Ministry of forest, 11(1), 11-13.
- Strong, W.B., 2006. Seasonal changes in seed reduction in lodgepole pine cones caused by feeding of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). The Canadian Entomologist, 138(6), 888-896.
- Strong, W.B., Bates, S.L., Stoehr, M.U., 2001. Feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) reduces seed set in lodgepole pine (Pinaceae). The Canadian Entomologist, 133(6), 857-865.
- Suwa, M., 1971. Notes on the genus *Lasiomma* Stein in Japan, with descriptions of two new species (Diptera: Anthomyiidae). Kontya, 39, 28-36.
- Sweeney, J.D., Miller, G.E., Ruth, D.S., 1990. Sampling seed and cone insects in spruce. Information Report-Newfoundland and Labrador Region, Forestry Canada NX-274, 63-75.
- Şad, H.C., 1969. Antalya Orman Başmüdürlüğü Mintakasında İ.Ü. Orman Fakültesi son sınıf öğrencileri ile yapılan ekskürsiyondan notlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 225-240.
- Takács, S., Hardin, K., Gries, G., Strong, W., Bennett, R., 2008. Vibratory communication signal produced by male western conifer seed bugs (Hemiptera: Coreidae). The Canadian Entomologist, 140(2), 174-183.
- Tamburini, M., Maresi, G., Salvadori, C., Battisti, A., Zottele, F., Pedrazzoli, F., 2012. Adaptation of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* to Trentino, an Alpine region (Italy).
- Tauer, C.G., Eikenbary, R.D., LeHar, G.M. 1983. Light Trapping Cone and Seed Insects (Lepidoptera: Tortricidae and Pyralidae) of Pine in Southeastern Oklahoma. Environmental Entomology, 12(3), 753-757.
- Taylor, S.J., Tescari, G., Villa, M., 2001. A Nearctic pest of Pinaceae accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in northern Italy. Entomological News, 112(2), 101-103.
- Thor, M., Nohrstedt, H.O., Weslien, J., 1997. Possible environmental effects of stump treatment with borate, *Phlebiopsis gigantea* and urea—a literature study. Skogforsk, Report 1/1997, 60 pp. ISSN 1103-6648.
- Tian H., Yan A., 1989., A study on the splendid knot-horn moth (*Dioryctria rubella* Hampson). Journal of Nanjing Forestry University, 13(1), 54-63.
- Tigabu, M., Odén, P.C., Shen, T.Y., 2004. Application of near-infrared spectroscopy for the detection of internal insect infestation in *Picea abies* seed lots. Canadian Journal of Forest Research, 34(1), 76-84.
- Timonin, M.I., Fogal, W.H., Lopushanski, S.M., 1980. Possibility of using white and green muscardine fungi for control of cone and seed insect pests. The Canadian Entomologist, 112(8), 849-854.
- Tosun, İ., 1977. Akdeniz Bölgesi İğne Yapraklı Ormanlarında Zarar Yapan Böcekler ve Önemli Türlerin Parazit Ve Yırtıcıları Üzerine Araştırmalar. Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 612, Seri No: 24, İstanbul, S. 201.
- Tovar, D.C., Montiel, J.T. M., Bolanos, R.C., Yates, H.O., Lara, J.F., 1995. Insectos forestales de México. US Department of Agriculture.
- Trägårdh, I., 1917. Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 13-14, 1141-1214.
- Triggiani, O., 2016. Osservazioni sulla bioetologia della *Dioryctria pineae* (Stgr.) (Lepidoptera: Phycitidae) e sul suo parassitoide *Elachertus geniculatus* (Ratz.) (Hymenoptera: Chalcidoidea). Entomologica, 21, 141-153.
- Tripp, H.A., 1954. The instars of a maggot (*Pegohylemyia*) inhabiting white spruce cones. Canadian Entomologist, 86, 185-189.
- Tripp, H.A., Hedlin, A.F., 1956. An ecological study and damage appraisal of white spruce cone insects. Forestry Chronicle, 32, 400-410.
- Trudel, R., Bauge, É., Guertin, C., Cabana, J., 1999. Performance of the fir coneworm *Dioryctria abietivorella* (Grote) as affected by host species and presence or absence of seed cones. Agricultural and forest entomology, 1(3), 189-194.
- Turgeon, J.J., Roques, A., Groot, P.D., 1994. Insect Fauna of Coniferous Seed Cones: Diversity, Host Plant Interactions, And Management. Annual Review Of Entomology, 39(1), 179-212.
- Turgeon, J.J., Sweeney, J.D., 1993. Hosts and distribution of spruce cone maggots (*Strobilomyia* spp.) (Diptera: Anthomyiidae) and first record of *Strobilomyia appalachensis* Michelsen in Canada. The Canadian Entomologist, 125(4), 637-642.
- Udval, B., Batkhuu, N.O., 2013. Seed and Cone Characteristics of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) From Diverse Seed Sources in Northern Mongolia. Eurasian Journal of Forest Research, 16(1), 57-62.
- Vanin, S., Uliana, M., Bonato, L., Maistrello, L., 2005. Nuove segnalazioni di *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera, Coreidae) nell'Italia nord-orientale. Società Veneziana di Scienze Naturali, Lavori, 30, 149.
- Wainhouse, D., Inward, D.J.G., Morgan, G., 2014. Modelling Geographical Variation in Voltinism of *Hylobius abietis* Under Climate Change And Implications for Management. Agric. For. Entomol. 16, 136-146.
- Wang, P.Y., Sung, S.M. 1985. Revision of Chinese coneworms *Dioryctria* of the *sylvestrella* group (Lepidoptera: Pyralidae, Phycitinae). Acta Entomologica Sinica, 28(3), 302-313.
- Wang, R.L., 1997. Chemical control of cone pests of *Pinus taiwanensis*. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology 17(5), 42-46.
- Werner, D.J., 2011. Die Amerikanische Koniferen-Samen-Wanze *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae)

- als Neozoon in Europa und in Deutschland: Ausbreitung und Biologie. *Entomologie heute*, 23, 31-68.
- Weslien, J., 1999. Biological Control of the Spruce Coneworm *Dioryctria abietella*: Spraying with *Bacillus thuringiensis* Reduced Damage in a Seed Orchard. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14(2), 127-130.
- Whitehouse, C.M., Roe, A.D., Strong, W.B., Evenden, M.L., Sperling, F.A.H., 2011. Biology and management of North American cone-feeding *Dioryctria* species. *The Canadian Entomologist*. 10.4039/n10-045.
- Wiersma, N., 1978. Cone and seed insects in Europe. In: *Proceedings Flowering and seed development in trees: a symposium*, Mississippi State University, May 15-18, America, pp. 291-304.
- Yakovlev, B.P., 1960. On *Hylemyia laricicola* Karl (Diptera, Anthomyiidae) injuring cones and seeds of the fir-tree in Karelia. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 39, 802-805.
- Yüksel, B., 1996. Türkiye’de Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)’nde zarar yapan böcekler ve bazı türlerin yırtıcı ve parazitleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zahradnik, T.D., 2012. Exploitation of electromagnetic radiation as a foraging cue by conophagous insects (Doctoral dissertation, Science: Biological Sciences Department).
- Zocca, A., Zanini, C., Aimi, A., Frigimelica, G., La Porta, N., & Battisti, A., 2008. Spread of plant pathogens and insect vectors at the northern range margin of cypress in Italy. *Acta oecologica*, 33(3), 307-313.
- Zocchi, R., 1961. Contributo alla conoscenza degli Insetti delle piante forestali. V. Il Gen. *Dioryctria* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) in Italia. *Redia* 46, 9-11.
- Zwolinski, J.B., Grey, D.C., Mather, J.A., 1989. Impact of pine woolly aphid, *Pineus pini* (Homoptera: Adelgidae) on cone development and seed production of *Pinus pinaster* in the southern Cape." *South African Forestry Journal*, 148(1), 1-6.



## İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: İklim akılcı ormancılık bakış açısı

Murat Sargıncı <sup>1</sup>, Fadime Beyazyüz <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Konuralp, Düzce

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:02/07/2022  
Kabul Tarihi:27/09/2022  
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1139640>  
\* Sorumlu yazar:  
 fadimebeyazyuz@gmail.com

### ÖZ

Antropojenik iklim değişikliği zamanımızın temel sorunu olarak tanımlanmaktadır. Teknolojinin hayatımıza girmesiyle yaşanan olumlu gelişmelerin yanında iklim ve doğaya verilen zararın, özellikle iklim değişikliği etkisinin en aza indirgenmesine yönelik farklı çözümler ortaya atılmıştır. Bunların ortak paydası iklim değişikliği ile mücadelede sosyal çevre faktörü ile uyum (adaptasyon) ve azaltım stratejilerine ağırlık

verilmesidir. Son yıllarda orman ekosistemlerinin bütünlüğünün korunması ve işlevselliğinin sürdürülebilmesi için gelecekte etkisinin artacağı öngörülen iklim değişikliğinden olabildiğince az etkilenmesi ve bu değişiklikten kaynaklanan olumsuz etkilere uyum sağlanması İklim Akılcı Ormancılık (İKAKO) adı verilen stratejiler geliştirilmektedir. Bu stratejiler ormanlar ve orman sektöründe pratikteki uygulamaları yönlendirmek için ölçüt ve göstergelerle desteklenen sürdürülebilir uyumlu orman yönetimleridir. Bu anlamda çalışmanın amacı iklim ve iklim değişikliğine karşı dünya ve ülkemiz özelinde yapılan bilimsel çalışmalar ve bu soruna karşı son yıllarda geliştirilen reflekslerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Ayrıca Dünya ve Türkiye özelinde iklim değişikliğinin nasıl tanımlandığı, ne gibi senaryolar üzerinden soruna yaklaşıldığı ve iklim değişikliğinin ormanlara etkisinin ne olacağı sorularına cevap aranacaktır.

### Derleme Makale

**Anahtar Kelimeler:** Uyum (adaptasyon), iklim değişikliği, iklim akılcı ormancılık (İKAKO), azaltım

## Effects of climate change on forests: Climate-smart forestry perspective

### ABSTRACT

Anthropogenic climate change is defined as the fundamental problem of our time. Different solutions have been proposed to minimize the damage to the climate and nature, especially the effect of climate change in addition to the positive developments in technology. The solutions have the same goal to focus on adaptation and mitigation strategies together with the social environment factor in the fight against climate change. Strategies called as Climate Smart Forestry (CSF) have been developed to protect the integrity of forest ecosystems, maintain their functionality, adapt to the negative effect, and be affected as little as possible by climate change in the future. These strategies are sustainable compatible forest management supported by criteria and indicators to guide practical applications in forests and the forest sector. In this sense, the study aims to reveal the scientific studies conducted in the world and our country against climate and climate change and the reflexes developed in recent years. Moreover, answers will be sought to the questions of how climate change is defined in the world and Turkey, what kind of scenarios the problem is approached and what the impact of climate change will be on forests.

**Key Words:** Adaptation, climate change, climate-smart forestry (CSF), mitigation

*Bu makaleye atıf:*

Sargıncı, M., Beyazyüz, F., 2022. İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: iklim akılcı ormancılık bakış açısı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 142-149.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

İklim hava durumu ile karıştırılan bir terimdir, ancak hava durumundan çok farklıdır çünkü, hava durumu günden güne veya yıldan yıla değişirken iklim genellikle 30 yıl veya daha fazla olarak tanımlanan uzun süreler boyunca atmosferik değişiklikleri ölçmektedir. Bir bölgenin iklimi mevsimsel sıcaklık ve yağış ortalamalarını ve rüzgâr modellerini içermektedir. Dünya tarihi boyunca iklim sürekli değişmiştir. İklim değişikliği, fosil yakıtların kullanımı, dünya çapında ormansızlaşmanın artışı, yanlış arazi kullanımı ve sanayileşme gibi çeşitli insan faaliyetleri sonucunda güneş ışınlarından ısıyı yakalayarak Dünya'nın ortalama sıcaklığının yükselmesine neden olan sera gazlarını atmosfere salarak yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki yükselişi ve iklimde meydana gelen değişiklikleri ifade etmektedir (Akçakaya ve ark., 2013). Doğal seyrinde bu ısınma yüzlerce hatta binlerce yıl alan yavaş bir süreçken insan faaliyetleri sonucunda sanayi devriminden günümüze oldukça hızlanmıştır (National Geographic, 2019). Dolayısıyla geçtiğimiz yüzyılda yaşanan sera gazı emisyonlarının hızlı bir biçimde artması ve atmosferde yoğunlaşması (Pachauri ve ark., 2014; Stern ve Kaufmann, 2014; Yousefpour ve ark., 2018) normal seyrinde olan iklim değişikliğini de hızlandırmıştır (IPCC, 2018; Cantürk ve Kulaç, 2021). Bu hızlı artış Antropojenik iklim değişikliğinin zamanımızın en belirleyici sorunlarından biri olarak tanımlanmasına neden olmuştur (Karl ve Trenberth, 2003). Hızlı nüfus artışıyla birlikte enerji, su ve diğer kaynakların azalmasına bağlı olarak günümüz dünyası sınırlı kaynaklarla sınırsız isteklere cevap vermekte her geçen gün daha da zorlanmaktadır.

İklim değişikliğinin ekosistemlere getirdiği tehditler ve buna bağlı olarak insan refahı üzerindeki doğrudan etkileri göz önüne alındığında, insan kaynaklı iklim değişikliğinin durdurulması veya en azından yavaşlatılması gerekmektedir (Adger, 2010; Yousefpour ve ark., 2018). Paris Anlaşması ve IPCC Değerlendirme Raporu (IPCC, 2018), iklim değişikliğinin azaltılması için yapılacak acil ve önemli faaliyetlere dikkat çekmektedir. Bu faaliyetler, küresel sera gazı emisyonlarını ve dolayısıyla fosil bazlı hammadde, enerji ve ürünlerin kullanımının hızla azaltılması temeline dayanmaktadır (Kauppi ve ark., 2018). Bu noktada ormanların karbon tutma potansiyelinin sürdürülebilir artışı ve toprağın iklim stabilizasyonunu sağlayabilmek iklim değişikliğinin yavaşlatılması açısından çok önemlidir (Pan ve ark., 2011; Yousefpour ve ark., 2018). Ancak karbon azaltım stratejisi olarak ormanların ve orman yönetiminin rolü hala tartışılmaktadır (Nabuurs ve ark., 2017). Ormanların iklim değişikliğine uyum seçenekleri arasında sürdürülebilir orman yönetimi, dayanıklılık oluşturmak için karışık ormanların artırılması, zararlılardan, hastalıklardan ve orman yangınlarından kaynaklanan artan risklerin yönetilmesi yer alır. Doğal ormanları ve kurumuş turbalıkları restore etmek ve yönetilen ormanların sürdürülebilirliğini iyileştirmek, genellikle karbon stoklarının ve yutaklarının direncini artırır. Yerli halk ile iş birliği yapılarak kapsayıcı karar vermenin yanı sıra, yerli halkın doğal haklarının da göz ardı edilmemesi iklim değişikliğine karşı başarılı bir orman uyumu için ayrılmaz bir unsurdur (Cai ve ark., 2022).

## 2. İklim Değişikliği Senaryoları

İklim değişikliğinin getireceği olumsuz etkilere karşı önlem alınabilmesi açısından, artan felaketlerin nasıl yönetileceği ve bunlarla ilişkili riskler, deniz seviyesinin yükselmesi ile nasıl başa çıkılacağı, arazi ve ormanların en iyi şekilde nasıl yönetileceği, tatlı suyun azalması ile nasıl başa çıkılacağı ve planlanacağı, değişen koşullara uyum sağlayan (esnek) ürün çeşitlerinin nasıl geliştirileceği, enerji ve kamu altyapısının nasıl korunacağı ile çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Gökçe ve ark., 2018). Bu sebeple günümüzde yaşanan ve geçmiş iklimi anlayabilmek ve gelecekteki iklimi öngörebilmek için, iklim sistemi bileşenlerinin ve bunlar arasındaki etkileşimlerin geri beslemelerinin matematiksel gösterimi olan modellerden yararlanılmaktadır. Modeller vasıtasıyla elde edilen geleceğe yönelik iklim öngörülerinde değişik senaryolar kullanılmaktadır (Akçakaya ve ark., 2013). Senaryo kelime anlamı olarak gelecekte yaşanılması muhtemel olan olayları resimleştiren hikayelerdir (Gregory ve Duran, 2001; Akçakaya ve ark., 2013). Senaryolar ile ancak muhtemel alternatif durumlar tanımlanabilirken gelecekte yaşanabilecek olaylar öngörülemezdir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) bünyesinde çeşitli branşlardan uzman bilim insanlarının katılımıyla geliştirilen senaryolar belirlenirken nüfus artışı, enerji kullanımı, ekonomiler, teknolojik gelişmeler, tarım ve arazi kullanımındaki değişiklikler için değişken kabuller dikkate alınmaktadır. Bu senaryolar üzerinde, gelişen teknoloji ve ele alınan bileşenlerdeki değişimler dikkate alınarak çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır (IPCC, 2001).

İklim değişikliği için kullanılan salım (emisyon) senaryoları; sera gazı gibi yerkürenin dengesini bozan çeşitli maddelerin gelecekte atmosferdeki yoğunluk miktarlarının öngörülmesi ilkesine dayanmaktadır (Akçakaya ve ark., 2013). İklim Değişikliği Özel Raporunda (SRES) bir dizi olası gelecekteki iklim koşullarını tanımlamak için dört farklı senaryo üretilmiştir. Her senaryo (A1, A2, B1 ve B2), sera gazlarını harekete geçiren sosyoekonomik güçler ile aerosol salımları arasındaki karmaşık bir ilişkiye dayanmaktadır (Nakicenovic ve ark., 2000). SRES on yıldan fazla bir süre kullanılmıştır (Bosela ve ark., 2022). Ancak, 2014 yılında yayımlanan IPCC raporunda SRES yerine Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCPs: Representative Concentration Pathways) geliştirilmiştir. RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5 ve RCP2.6 olmak üzere yüksek sera gazı konsantrasyonundan düşüğe doğru en iyi ihtimalden en kötüsüne doğru dört senaryo tasarlanmıştır. Her bir RCP, 2100 yılında atmosferdeki sera gazlarından kaynaklanacak metrekare başına watt olarak ifade edilen ışınimsal zorlama miktarını göstermektedir. Bu dört RCP, IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu'nda (AR5) (Pachauri ve ark., 2014) iklim modellemesi için kullanılmıştır (Bosela ve ark., 2022). SRES durumunda olduğu gibi, küresel iklim modelleri (GCM) veya bölgesel iklim modelleri (RCM), farklı RCP senaryoları altında veri üretmek için kullanılmaktadır (Jacob ve ark., 2014). İklim modellerinden elde edilen simülasyonlar daha sonra büyüme modellerinde girdi olarak kullanılmaktadır. Bazı durumlarda 10 km'nin altındaki bir ölçekte topografik etkileri hesaba katmak ve orman modellerini daha ayrıntılı hale getirebilmek için, önceden elde edilen istatistiksel veriler kullanılarak daha küçük ölçeklerde de (100 m'den küçük) çalışılabilmekte ve modeller

oluşturulabilmektedir (Seidl ve ark., 2019; Temperli ve ark., 2022).

Kökene mühendislik, ekoloji ve çocuk psikolojisine dayanan ve 1970'lerden beri afet araştırmalarında kullanılan esneklik (resilience) terimi, bir sistemin ve bileşenlerinin, potansiyel olarak tehlikeli bir olayın etkilerini zamanında ve verimli bir şekilde tahmin etme, sönümlenme, uyum sağlama veya iyileştirme yeteneği olarak tanımlanır (Gaillard, 2010; Lavell ve ark., 2012). Burada sistemin temel yapılarının ve işlevlerinin korunmasını, restorasyonunu veya geliştirilmesini sağlamak da esneklik terimine dahildir. IPCC (2021) raporuna göre, mevcut küresel ısınma seviyelerinde iklimsel esneklik oldukça azdır. Küresel ısınma seviyelerinin 1,5°C'yi aşması durumunda iklimsel esneklik beklentileri daha da sınırlı olacaktır ve küresel ısınma seviyesi 2°C'yi aşarsa bazı bölge ve alt bölgelerde bu pek de mümkün olmayacaktır.

Cai et al. (2022), iklimsel esnekliğe dayalı kalkınmanın özellikle alçak kıyı şehirleri ve yerleşimleri, küçük adalar, çöller, dağlar ve kutup bölgeleri dahil olmak üzere iklim etkilerinin ve risklerinin yüksek olduğu bölgelerde daha da önemli olduğunu belirtmektedir. Yüksek düzeyde yoksulluk, su, gıda ve enerji güvensizliği, hassas kentsel ortamlar, bozulmuş ekosistemler ve kırsal ortamlar ve/veya az sayıda olanak sağlayan koşullara sahip bölgeler ve alt bölgeler, iklime dayanıklı kalkınmayı engelleyen ve iklim tarafından daha da şiddetlenen iklim dışı birçok zorlukla karşı karşıya olduğu en son IPCC (2021) raporunda bildirilmiştir. Bunun yanı sıra biyoçeşitlilik ve ekosistemin iklim değişikliğine karşı direnci, ekosistem hizmetlerini de kısıtlayan uyumsuz eylemler tarafından azaltılmaktadır. Ekosistemler için bu uyumsuz eylemlere örnek olarak, doğal olarak yangına uyum sağlamış ekosistemlerde yangını bastırma, yangın oluşumunu engelleme sayılabilir. Bu eylemler, doğal süreçler için alanı azaltır ve bozdukları, değiştirdikleri veya parçaladıkları ekosistemler için ciddi bir uyumsuzluk biçimini temsil eder, böylece iklim değişikliğine karşı dirençlerini ve uyum için ekosistem hizmetleri sağlama yeteneklerini azaltır. Bu nedenle biyoçeşitlilik ve bölgeye/ülkeye has uyumların (otonom adaptasyonun) uzun vadeli planlama süreçlerinde dikkate alınması, uyumsuzluk riskini azaltır. İklim dayanıklı kalkınma, özellikle hassas bölgeler, sektörler ve gruplar için finansmana erişimin harekete geçirilmesi ve artırılması dahil olmak üzere artan uluslararası iş birliği ile sağlanmalıdır. Uyum ve azaltım konusunda ortak, ileriye dönük küresel eylemde daha fazla gecikme, canlılar için yaşanabilir ve sürdürülebilir bir geleceği güvence altına almak için kısa bir zaman içinde hızla kapanan bir fırsat penceresini kaçıracaktır (Cai ve ark., 2022).

### 3. İklim Değişikliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkileri ve İklim Akılcı Ormanlık (İKAKO) Terimi

Dünya atmosferini oluşturan gazlar güneşin ısı ışınlarını tutarak canlıların yaşamasını sağlayan doğal bir "sera etkisi" oluşturmaktadırlar. Bu etkiyi oluşturan sera gazlarının en önemlilerinden biri karbondioksittir. İnsan faaliyetleri sonucunda, karbondioksit başta olmak üzere çeşitli sera gazlarının atmosferdeki oranının arttığı, bunun da yeryüzünde ortalama sıcaklık artışına dolayısı ile de iklim değişikliğine sebep olduğu bilinen bir gerçektir (Görçelioğlu, 2000). Bu bağlamda atmosfere salınan karbondioksit miktarının

azaltılması amacıyla uygulanabilecek çeşitli ormancılık seçenekleri bulunmaktadır. Bu seçenekler, salımların azaltılması ve salımların depolanmasının artırılması yolu ile ya da her ikisini gerçekleştirmekle mümkündür. Seçeneklerden her birinin yan etkileri de söz konusudur, bu sebeple üç ayrı seçenek aslında birbirinden net bir şekilde ayrı değildir (Görçelioğlu, 2000). Bunlar, ormanlarla ilgili diğer ihtiyaçlarla sinerji oluşturarak ormanlardan ve orman sektöründen iklim yararlarını artırmak için hedeflenen yaklaşım veya stratejilerdir (Kauppi ve ark., 2018).

İklim değişikliği ile orman ekosistemleri arasında çift yönlü ilişki bulunmaktadır. Bir taraftan orman ekosisteminde bulunan otsu bitkiler, ağaçlar, çalılar, topraklar önemli bir karbon yutak alanı oluşturarak atmosferde bulunan karbondioksiti tutarken diğer taraftan başta solunum olmak üzere, özellikle arazi kullanım değişikliği ve orman yangınları esnasında toprakta, ölü ve diri örtüde ve ağaçlarda tutulan organik karbon atmosfere salınarak sera gazı miktarını arttırmaktadır. Bu nedenle önemli karbon yutak alanlarından biri olan ormanlar korunmazsa iklim değişikliğini hızlandırıcı rol oynayabilirler. Orman ekosistemleri iklim değişimine karşı hassas sistemlerdir. Özellikle değişen ekolojik koşullar sebebiyle orman ekosistemlerinde; ağaçlarda hastalık ve zararlıların artması ve yüksek sıcaklık ve sıcak hava dalgaları nedeniyle orman yangınlarının daha sık ve daha yoğun yaşanması beklenmektedir (Pachauri ve ark., 2014). Ormanlar yangın, insan yerleşim yerlerinin artması ve tarımsal kullanım için alan açılması nedeniyle sürekli olarak azalmaktadır. 1961-1996 yılları arasında çıkan 15.596 orman yangınında 2.293.390 hektar ormanın yandığı (Görmez, 1991) düşünülürse sorunun ne kadar büyük ve ne kadar vahim olduğu anlaşılabilir (Öztürk, 2002). Küresel ölçekte yağışların azalması, sıcaklıkların artması orman yangın risklerinin artmasını tetiklemektedir ve bunlar ormanların ekonomik değerini azaltmaktadır. Türkiye'yi de kapsayan Akdeniz Bölgesi'nde sıcaklıklar Avrupa ortalamasına göre artmış, yağışlarda ve nehir seviyesinde düşüş yaşanmış, biyolojik çeşitliliğin yok olma riski ve kuraklıklar artmış, tarım için su ihtiyacı artmış, ürün veriminde düşüş yaşanmış, orman yangını riski oluşmuş ve sıcaklık dalgalarından ölümler artmıştır (TEMA, 2013).

Ekosistemlerin iklim değişikliğine karşı gelecekteki kırılganlığı, genel olarak sürdürülemez tüketim ve üretim ve artan demografik baskılar ile kara, okyanus ve denizlerin sürdürülebilir olmayan kullanımı ve yönetimi dahil olmak üzere insan toplumunun geçmiş, şimdiki ve gelecekteki gelişiminden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Öngörülen iklim değişikliği, iklimsel olmayan etkenlerle birleştiğinde, dünya ormanlarının çoğunun, mercan resiflerinin ve alçak kıyı sulak alanlarının kaybına ve bozulmasına neden olacaktır. Tarımsal gelişme gıda güvenliğine katkıda bulunurken, kısmen dengesiz beslenme tarafından yönlendirilen sürdürülemez tarımsal genişleme, ekosistemi ve insan kırılganlığını artırmakta ve toprak ve/veya su kaynakları için rekabete yol açmaktadır (Cai ve ark., 2022). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de ekolojik dengenin temel unsurlarından biri olan ormanlar ile çayır ve meraların tahrip edilmesi, millî parklar gibi korunan alanların yeteri derecede korunamaması, gelecekte Türkiye açısından büyük sorunlar ortaya çıkaracaktır. Anadolu çok büyük uygarlıklara sahne olması dolayısıyla, orman varlığı hızla tahrip edilmiştir. Anadolu'daki orman varlığı MÖ yüzölçümünün %60-70



(Walter, 1956; olak ve Rotherham, 2006) civarlarında iken günümüzde bu oran oldukça azalmıştır. Her ne kadar Türkiye’de orman alanları 1973’ten günümüze 20,1 milyon ha’dan 22,7 milyon ha’a çıkmış olsa da (OGM, 2012; 2015; 2020) son 50 yılda yıllık %1’in üzerindeki bir nüfus artışı (TÜİK, 2020) nedeniyle kişi başına düşen orman alanı 0,48 ha’dan 0,27 ha’a kadar dşmştir. Bu oran dünya ortalamasının (FAO 2010, 2015) yaklaşık yarısı kadardır. İklım değişikliği hali hazırda var olan ve gelecekte de var olacağı öngörülen bir durumdur. Bu durumun olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesi için ve gelecekte ne ile karşılaşılacağını öngörerek insanoğlunun yaşayabileceği olumsuzluklara hazırlıklı olabilmesi ve çeşitli lemler alınması gerekmektedir (Akçakaya ve ark., 2013).

Ormanların hem iklim değişikliğinden az etkilenmesi hem de iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine uyum sağlanması orman ekosistemlerine yardımcı olacak yöntemler belirlemek için ormanların akılcı kullanılması konusunda İklım Akılcı Ormanlıık (İKAKO) adı verilen çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. İKAKO; iklim değişikliğini azaltma ve diğer orman hizmetleri arasındaki sinerjileri tanımlayan ve iklim değişikliğinin azalabilmesi için ormanların etkinliğini (büyüklüğünü) ve verimliliğini (maliyetini) optimize eden orman yönetimi anlamına gelmektedir (Yousefpour ve ark., 2018; Weatherall ve ark., 2022).

İKAKO, (Climate Smart Forestry (CSF)), tanımı AB COST Eylemi CA15226, CLIMO (Dağlık Bölgelerde İklım-Akılcı Ormanlıık) kapsamında, üç temel prensip dikkate alınarak geliştirilmiştir (şekil 1): Bu üç temel prensip (Weatherall ve ark., 2022);

- (1) iklim değişikliğine uyum (adaptdation)
- (2) iklim değişikliğinin azaltılması (mitigation)
- (3) sosyal boyuttur (social dimension)’tur.



**şekil 1.** İklım-Akılcı Ormanlıığın temel prensipleri (Bowditch ve ark., 2020; Weatherall ve ark., 2022 kaynaklarından düzenlenmiştir)

COST Eyleminden türetilen İKAKO kavramının tanımı gelecekteki iklimde azaltımın kısmen güvence altına almak amacıyla ormanların iklime uyumunun hayati bir bileşen olduğunu yeniden ortaya koymada önemli bir gelişmedir. Bu tanım aynı zamanda sosyal boyutun önemini de kabul etmiştir. Diğer yandan, İKAKO gelişen bir kavramdır ve bu tanım, bir

bitiş noktası değil, gelişimindeki mevcut aşamayı işaret etmektedir. Özellikle, tanımın dağlık bölgelerde iklime duyarlı ormanlıık konusunda Avrupalı bir bakış açısıyla çalışan bir grup tarafından tretildeğini kabul etmek önemlidir. İklım değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması ağaçlar tarafından karbon (C) tutulması, bitki örtüsü ve toprakta C depolanması ve odun ile C ikamesi yoluyla gerçekleşir. Bununla birlikte, mevcut ve gelecekteki azaltım (mitigation) ağaçların ve ormanların aynı zamanda toplumsal değişimin de yönlendirdiği iklim değişikliğine uyum sağlamalarına bağlıdır (Weatherall ve ark., 2022).

Avrupa ormanlarındaki C yutaklarının sınırlı olması nedeniyle (Nabuurs ve ark., 2017) azaltım stratejilerinin özellikle C’u ahşap ürünlerde ve binalarda depolamaya ve dolayısıyla fosil yakıtlı yoğun enerji kaynaklarını ikame etmeye odaklanması gerekir. Bu nedenle, azaltmayı ölçmek için göstergelerin ağaç biyokütlesinde ve toprakta tutulan C’un ötesine geçmesi gerekir. Bunun için odun değer zincirini yani odun ürünlerinin işlendikten sonra dönüştüğü ürünü de (mobilya vb.) içine alan bir sisteme evrilmelidir (Verkerk ve ark., 2020). Bu bağlamda sistemin sınırlarına ilişkin zorlu soruların çözülmesi gerekmektedir (Svein ve ark., 2016; Weatherall ve ark., 2022).

Uyumun İKAKO yönü genellikle dolaylı olarak ormanların ve ormanlıık endüstrisinin uyarlanabilir kapasitesi olarak ele alınmaktadır (Lindner ve ark., 2010; Irauschek ve ark., 2017; Weatherall ve ark., 2022). Kaynaklar, ağaç türleri, meşcere ve orman türü çeşitliliği ile orman yol ağlarının yoğunluğu ve orman işletmelerinin düzenleyici ve ekonomik sınırlarına ilişkin göstergeler, diğerlerinin yanı sıra bu amaç için kullanılmaktadır (Jvel ve ark., 2018). İleriye dönük bir adım, ormanın mevcut durumu ile hedeflenen durumu arasındaki farkı ölçerek uyumu doğrudan değerlendirmek olacaktır. Bu, iklim değişikliğine uyarlanmış kökenlerin ve (yerli ve yerli olmayan) ağaç türlerinin yardımcı göçünün (assistive migration) ilerlemesinin ölçülmesini içerebilir (Bolte ve ark., 2009). Bunun için kullanılacak göstergeler kuraklığa uyarlanmış bir orijin veya ağaç türlerinin yüzdesi veya bozulma direncini ve direncini ölçen orman yapısıl parametreleri olabilir (Bryant ve ark., 2019; Temperli ve ark., 2020). Bu farklılık göstergeleri daha hedefli bir uyum süreci için avantajlı olabilir, ancak yönetim hedeflerinin her bir mekânsal varlıık için özel olarak tanımlanması gerektiğinden meşcereler, peyzajlar veya ülkeler arasında karşılaştırılabilirlik açısından zorluklar da yaratabilir. Göstergeleri uluslararası düzeyde daha fazla uyumlu hale getirmeye yönelik çabalar, Avrupa düzeyinde iklime duyarlı politika yönetimi için çok önemlidir (Alberdi ve ark., 2016).

İKAKO stratejilerinin değerlendirilmesi ve revize edilmesi, uyarlanabilir yönetim dngsnnı tamamlar. Ormanlar iklim değişikliğine uyum sağladıkça ve yeni ağaç türleri kompozisyonları ortaya çıktıkça, hedeflenen ekonomik gelirin sürdürülebilir bir şekilde sağlanıp sağlanamayacağının (sosyal ve ekonomik yönleri de dikkate alarak) değerlendirilmesi gerekir. Dolayısıyla iklim değişikliği fırsatlar da yaratabilir. Bu bağlamda, Subalpin kozalaklı ormanlardaki yaprak döken ağaçların genişletilmesi, kereste hasadı veya doğal tahriplerin ardından teşvik edilebilecek daha geniş bir alana uyum sağlamış ağaç türü yelpazesi sunabilir. Bu, heterojen meşcere yapılarına yönelik yönetime ve dolayısıyla ormanın kaya düşmesine ve toprak kaymalarına karşı koruyucu işlevinin uzun vadeli

korunmasına (Bebi ve ark., 2016) ve aynı zamanda toprak suyu mevcudiyeti ve su döngüsü üzerindeki olumlu etkilerine fayda sağlayabilir. Ayrıca, yüksek düzeyde genetik çeşitliliğe ve tür zenginliğine sahip orman meşcereleri, hammadde üretimi, tıbbi kaynaklar, turizm, rekreasyon ve estetik, kültürel ve ruhsal deneyimler dahil olmak üzere ekosistem hizmet sunumunu iyileştirebilir.

İKAKO konsepti, tüm alanlarda etkili (entegre) bir iklim akılcı yönetim sistemi oluşturmak için tarım ve ormancılığı birbirine bağlama fırsatı sunmaktadır. Geçmiş bilgilerimizden yola çıkarak, günümüzün İKAKO paradigmaları önümüzdeki on yıllarda değişebileceğinden, İKAKO kararları belirsizlikleri (yani bir dizi aday ağaç türünü teşvik ederek) dikkate alınmalıdır. İKAKO kavramının daha fazla geliştirilmesi, belirsiz bir gelecekte çok çeşitli çevresel ve sosyoekonomik koşullara uygulanabilmesi için esnek ve dinamik kalmasını sağlamalıdır. Özetle, İKAKO sürekli gelişen bir kavramdır; COST Eylemi CA15226'da sunulan bu tanım, ormanların iklim değişikliğine uyum sağlayıp iklim değişikliğini hafifletirken aynı zamanda topluma geniş faydalar sağlamaya devam edebilme odaklı yönetim geliştirilmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Bowditch ve ark., 2020).

Orman yönetimi ve kullanımının değişen iklim koşullarına uygun yönetilebilmesi amacıyla proaktif stratejileri karşılaştırmak ve şekillendirmek için çok ölçekli göstergeleri entegre etmek, alternatif yönetim yaklaşımlarını test etmek, iklim değişikliğinin silvikültürel etkilerini ortaya koymak ve yerel olarak bölgeye uygun planlamayı belirlemek için önemli göstergelere ihtiyaç vardır (Bottaro ve ark., 2022; Tognetti ve ark., 2022). Öngörülemez çevresel koşullar için iklim değişikliğine duyarlı çözümleri teşvik eden politika araçları oluşturmak için bilim adamları ve paydaşlar (orman sahipleri, yöneticiler, uygulayıcılar, orman köylüleri vb.) arasındaki etkileşim zorunludur (Dubova ve ark., 2022; Tognetti ve ark., 2022). Bilim-politika ortaklıkları, iklim düzenlemesi ile diğer ekosistem hizmetleri arasındaki ortak faydaları ve zararları, ülkeler arasında kıtasal ve küresel ölçekte İKAKO ile ilgili iletişimi ilerletebilir (Vizzarri ve ark., 2022; Pappas ve ark., 2022; Giongo ve ark., 2022; Tognetti ve ark., 2022). İklim açısından akılcı önlemlere örnek olarak orman sorunlarının ve şiddetli tahriplerin (yangın, sel vb.) yönetilmesi, dayanıklı ağaçların seçilmesi, yüksek koruma değerine sahip (high nature value) orman rezervlerinin korunması, karbon depolama, ayırma ve ikamenin birleştirilmesi, inşaat sektöründe orman biyoenerjisi ve ahşabın kullanılması ve arazi bozulmasını durdurmaya yardımcı olmak verilebilir. Bu bağlamda çevresel hizmetler ve diğer ekonomik teşvik biçimleri için yapılan ödemeler, İKAKO'nun uzun vadeli ekolojik, ekonomik ve sosyal perspektiflerine özellikle yerel toplulukları dahil ederken, sosyal normları kişisel değerlerle uyumlu hale getirmektedir (Bottaro ve ark., 2022; Gežík ve ark., 2022; Tognetti ve ark., 2022).

Yapılan araştırmalarda İKAKO ile büyüyen orman stoğu, giderek artan iklim değişikliği koşullarında orman yönetimini daha da geliştirerek artırılabilir ve bu da mevcut büyüyen stok hacmini azaltmadan hasat yapılmasını teşvik edebilmektedir (Heinonen ve ark., 2018; Ji ve ark., 2017; Bowditch ve ark., 2020). Aynı zamanda, orman ürünlerini işleme endüstrisi geri dönüşüm ve hassas olan kaynak verimliliğinin korunması iklim değişikliğini azaltma hedeflerine

daha fazla katkıda bulunacak şekilde teşvik edilmelidir. İklim akılcı tarım, iklim akılcı evler, İKAKO gibi stratejiler her ne kadar iklim değişikliğinin etkilerini azaltma amacını paylaşıyorlar da her bir iklim değişikliği stratejisinin farklı amaçları bulunmaktadır ve farklı ölçeklerde ve oranlarda faydalar sağlamaktadır. Ancak, birçok faaliyet ve politika hem uyum hem de azaltma sonuçları üretebilmektedir. IPCC'nin Dördüncü ve Beşinci Değerlendirme Raporları, azaltma ve adaptasyon arasındaki sinerjiler ve ticaret payları ile ilgili bölümlere ayrılmış ve iki stratejinin (özellikle peyzaj yönetiminde belirgin) bağlantılara olan ilgisi Dördüncü Değerlendirmeden bu yana artmaktadır (Kauppi ve ark., 2018).

İKAKO'nun ormanların iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmanın en hızlı ve en kalıcı yolu olduğu son yıllarda birçok bilim adamı tarafından savunulmaktadır. Bu bağlamda İKAKO destek, düzenleme, tedarik ve kültürel hizmetler olmak üzere dört ana başlıkta toplanan ekosistem hizmetleri yaklaşımını benimseyen bir sistem olduğu belirtilmektedir. Bunlara ek olarak İKAKO, karbonu ormanlarda ve ağaç ürünlerinde depolamakta, fosil bazlı hammaddelerin ve bunlardan elde edilen enerjinin ve ürünlerin yerini almakta, ormanların büyümesini teşvik etmekte ve ormanları değişen iklim için daha dayanıklı hale getirmektedir (Nabuurs ve ark., 2017). İKAKO'nun AB'nin CO2 salımlarını 2050 yılında yüzde 20'ye kadar azaltmaya yardımcı olabileceğini tahmin etmektedirler.

Paris Anlaşması ve en son IPCC Değerlendirme Raporu (IPCC, 2021)'nda iklim değişikliğinin azaltılması için alınabilecek acil ve etkili önlemlere vurgu yapılmaktadır. Bu, küresel sera gazı emisyonlarını ve dolayısıyla fosil bazlı hammadde, enerji ve ürünlerin kullanımını hızla azaltmamız gerektiği anlamına gelmektedir. Ormanların önemi burada da önümüze çıkmaktadır. Ormanların iklim değişikliğini azaltma konusundaki önemi ne kadar iyi anlatılırsa global ölçekte bu azaltma önlemlerinin desteği o kadar geniş olacaktır (Pachauri ve ark., 2014).

Rockström et al. (2017), küresel salımları her on yılda bir yarıya indirerek, arazi kullanımını salımlarını azaltarak ve CO2 uzaklaştırma teknolojilerini artırarak karbondan arındırma için bir yol haritası sunmuştur. Başarılı bir İKAKO için, odun üretimi, biyoçeşitlilik ve diğer önemli ekosistem hizmetleri arasında bir denge oluşturulması gerekir. Optimum denge, sosyo-ekolojik ve teknolojik çerçeveye, iklim değişikliğinin etkilerine ve kültürel yönlere bağlı olarak ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişiklik gösterebilir. Örneğin, bozulmamış (tahrip olmamış) orman alanları sahip oldukları biyolojik çeşitlilik, karbon depolamaları ve diğer ekosistem hizmetleri nedeniyle koruma statüsüne sahip olurken (Watson ve ark., 2018), ağaçlandırma ile oluşturulan ormanlarda (uzun dönemli ormancılık faaliyetlerini içeren) ağırlık odun üretimi yönünde olabilmektedir. Bu bağlamda tüm ülkelerin, küresel ölçekte belirlenen katkılarının bir parçası olarak İKAKO'yu dikkate almaları ve ulusal azaltma ve uyum stratejilerine potansiyel katkılarının belirlenmesi gerekmektedir.

#### 4. Sonuç

İklim değişikliği son yüzyılda insanoğlunun en büyük problemlerinden biri olarak karşımıza çıkmıştır ve her geçen gün gerek insan yaşamında gerekse diğer tüm canlıların

yaşamında olumsuz etkileri artarak devam etmektedir. Bu nedenle canlılar, özellikle insanoğlu için değişen iklim koşullarının olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi çeşitli iklim akılcı yaklaşımlarla sağlanabilecektir. Bu yaklaşımlar ekolojik olduğu kadar ekonomik ve sosyal çevreyi de kapsayan multidisipliner bir yaklaşım olmalıdır. Bu bağlamda iklim değişikliği ile mücadelede İKAKO ekolojik, ekonomik ve sosyal çevreyi göz önünde bulundurarak ormanların iklim değişimine karşı uyum ve azaltım stratejilerini geliştirirken, bundan en fazla etkilenecek olan sosyal çevreyi de işin içine dahil etmektedir. İKAKO çok yeni bir kavram olarak her geçen gün tüm paydaş grupların (akademisyenler, yöneticiler, politika yapımcılar, yerel halk vb.) katılımıyla gelişimini devam ettirmektedir. Ülkemizde de orman alanlarının yönetiminde İKAKO kavramının iyi bir şekilde irdelenerek yönetim planlarına dahil edilmesi sürdürülebilir bir orman yönetimi açısından büyük bir önem arz etmektedir.

### Kaynaklar

- Adger, W.N., 2010. Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. Der Klimawandel. VS Verlag Für Sozialwissenschaften. pp. 327-345.
- Akçakaya, A., Eskioğlu, O., Atay, H., Demir, Ö., 2013. Yeni Senaryolarla Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, TR2013.
- Alberdi, I., Gschwantner, T., Bosela, M., Redmond, J., Riedel, T., Snorrason, A., et al., 2016. Harmonisation of Data and Information on the Potential Supply of Wood Resources. National Forest Inventories, Springer, Cham, 55-79.
- National Geographic, 2019. Climatechange. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/climate-change/>. (erişim 29.08.2022).
- Bebi, P., Bugmann, H., Lüscher, P., Lange, B., Brang, P., et al., 2016. Auswirkungen Des Klimawandels Auf Schutzwald Und Naturgefahren, Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldleistungen, Zürich.
- Bolte, A., Ammer, C., Löff, M., Madsen, P., Nabuurs, G.J., Schall, P., Rock, J., et al., 2009. Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. Scandinavian Journal of Forest Research, 24(6), 473-482.
- Bosela, M., Merganičová, K., Torresan, C., Cherubini, P., Fabrika, M., Heinze, B., et al. 2022. Modelling Future Growth of Mountain Forests under Changing Environments. In: Climate-Smart Forestry in Mountain Regions, pp.223.
- Bottaro, G., Gatto, P., Pettenella, D., 2022. Assessing the Economic Impacts of Climate Change on Mountain Forests: A Literature Review. In: Climate-Smart Forestry in Mountain Regions, 453-476.
- Bowditch, E., Santopuoli, G., Binder, F., Del Rio, M., La Porta, N., Klůvanková, T., Tognetti, R., et al., 2020. What is climate-smart forestry? A definition from a multinational collaborative process focused on mountain regions of Europe. Ecosystem Services, 43, 101113.
- Bryant, T., Waring, K., Sánchez Meador, A., Bradford, J.B., 2019. A framework for quantifying resilience to forest disturbance. Frontiers in Forests and Global Change, 2, 56.
- Cai, W. Ng, B. Wang, G. Santoso, A., Wu, L. Yang, K., 2022. Increased ENSO sea surface temperature variability under four IPCC emission scenarios. Nature Climate Change, 12(3), 228-231.
- Cantürk, U., Kulaç, Ş., 2021. The effects of climate change scenarios on *Tilia ssp.* in Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 193(12), 1-15.
- Çolak, A.H., I.D., Rotherha, 2006. A review of the forest vegetation of Turkey: Its status past and present and its future conservation. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, c. 106, s. 3, pp. 343-354.
- Dubova, L., Slavikova, L., Azevedo, J. C., Barstad, J., Gatto, P., Lesinski, J., Stokken, R., et al., 2022. Review of Policy Instruments for Climate-Smart Mountain Forestry. Climate-Smart Forestry in Mountain Regions, Springer, Cham Press, pp. 477-506.
- FAO, 2010. Forest resources assessment. food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- FAO, 2015. Global forest resources assessment. second edition. food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- Gaillard, J.C., 2010. Vulnerability, capacity, and resilience: perspectives for climate and development policy. Journal of International Development. 22, 218-232.
- Gezik, V., Brnkaláková, S., Baštáková, V., Klůvanková, T., 2022. Economic and Social Perspective of Climate-Smart Forestry: Incentives for Behavioral Change to Climate-Smart Practices in the Long Term. In Climate-Smart Forestry in Mountain Regions, Springer, Cham. pp. 435-451.
- Giongo, M., Santos, M.M., da Silva, D.B., Cachoeira, J.N., Santopuoli, G., 2022. Climate-Smart Forestry in Brazil. In Climate-Smart Forestry in Mountain Regions, Springer, Cham Press, 545.
- Gökçe, D., Pancar, Z.B., Ali, T., 2018. İklim değişikliğine karşı mekânsal kırılganlığın ve uyum kapasitesinin belirlenmesi: Alanya örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 119-128.
- Görcelioğlu, E., 2000. Sera gazları emisyonlarının azaltılmasında ve bu gazların atmosferden alınıp depolanmasında ormancılık sektörüne düşen görevler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 50 (2), 35-50.
- Görmez, K., 1991. Türkiye’de Çevre Politikaları, Ankara, 1991. Erişim: <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2015/makaleler/toprak-ve-iklim-degisikligi>.
- Gregory, L. W., Duran, A., 2001. Scenarios and Acceptance of Forecasts, In Principles of Forecasting, Springer, Boston, MA. pp. 519-540.
- Heinonen, T., Pukkala, T., Kellomäki, S., Strandman, H., Asikainen, A., Venäläinen, A., Peltola, H., 2018. Effects of forest management and harvesting intensity on the timber supply from finnish forests in a changing climate. Can J For Res, 48, 1-11.
- IPCC, 2021. The Physical Science Basis (EDS Masson-Delmotte, V. et al.). Inter governmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press.
- IPCC, 2018. Global warming of 1,5° C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and

- efforts to eradicate poverty. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Pachauri R.K., Meyer, L.A., Plattner, G.K., Stocker, T., 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Core Writing Team, Pachauri R.K. ve Meyer, L.A. (Eds). IPCC, Geneva, Switzerland, pp.154.
- IPCC, 2001. Special Report on Emission Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.
- Irauschek, F., Rammer, W., Lexer, M. J., 2017. Evaluating multifunctionality and adaptive capacity of mountain forest management alternatives under climate change in the eastern Alps. *European Journal of Forest Research*,136(5), 1051-1069.
- Jacob, D. Petersen, J. Eggert, B. Alias, A. Christensen, O. B., Bouwer, L. M, Yio, P., et al., 2014. Euro-cordex: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14(2), 563-578.
- Jandl, R., Ledermann, T., Kindermann, G., Freudenschuss, A., Gschwanter, T., Weiss, P., 2018. Strategies for climate-smart forest management in Austria. *Forests*, 9(10).
- Ji, Y.H., Guo, K., Fang, S.B., Xu, X.N., Wang, Z.G., Wang, S.D., 2017. Long-term growth of temperate broadleaved forests no longer benefits soil C accumulation. *Scientific Reports*,7(1), 1-7.
- Karl, T.R. and Trenberth, K.E., 2003. Modern global climate change. *Science*, 302, 1719-1723.
- Kauppi, P., Hanewinkel, M., Lundmark, T., Nabuurs, G., Peltola, H., Trasobares, A., Hetemäki, L., 2018. Climate Smart Forestry in Europe, European Forest Institute.
- Lavell, A., Oppenheimer, M., Diop, C., Hess, J., Lempert, R., Li, R., Muir-Wood, R., Myeong, S., 2012. Climate Change: New Dimensions in Disaster Risk, Exposure, Vulnerability, and Resilience. In: *Managing The Risks Of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA, pp. 25-64.
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Marchetti, M., et al., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 698-709.
- Nabuurs, G.J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Hetemäki, L. and Lindner, M., 2017. By 2050 mitigation effects of EU forests could nearly double through European climate smart forestry. *Forests*, 8(484). DOI:10.3390/f8120484.
- Nakicenovic, N. Davidson, O., Davis, G., et al., 2000. Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of the Working Group III of The Intergovernmental Panel On Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- OGM, 2012. Türkiye Orman Varlığı-212. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Varligimiz.pdf> (Erişim: 1 Aralık 2020).
- OGM, 2015. Türkiye orman varlığı-2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/TurkiyeOrmanVarligi-2015.pdf> (Erişim: 1.12.2020).
- OGM, 2020. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı orman genel müdürlüğü. Ormancılık istatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> (Erişim: 21.12.2020).
- Öztürk, K., 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (1) 47-65.
- Pachauri, R.K., Allen, M.R., Barros, V.R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Van Ypserle, J.P., et al., 2014. Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II And III To The Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 151.
- Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W. A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G. 2011, A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988-993.
- Pappas, C., Bélanger, N., Bergeron, Y., Blarquez, O., Chen, H.Y., Comeau, P.G., Kneeshaw, D., et al., 2022. Smart Forests Canada: A Network of Monitoring Plots for Forest Management Under Environmental Change. In *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, pp. 521-543. Springer, Cham.
- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H.J., 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*, 355(6331), 1269-1271.
- Sandin, G., Peters, G.M., Svanström, M., 2016. Life Cycle Assessment of Forest Products: Challenges and Solutions, Springer International Publishing, Cham, Switzerland, c.1, ss. 25-67.
- Seidl, R., Albrich, K., Erb, K., Formayer, H., Leidinger, D., Leitinger, Rammer, W., et al., 2019. What drives the future supply of regulating ecosystem services in a mountain forest landscape. *Forest Ecology and Management*, 445, 37-47.
- Stern, D. I. and Kaufmann, R.K., 2014. Anthropogenic and natural causes of climate change. *Climatic Change* s.122, pp.257-269.
- TEMA, 2013. İklim, Türkiye, değişikliği ve ormanlar. Tema Vakfı İklim Değişikliği Kapasite Geliştirme Projesi, Rap. 07, 2013.
- Temperli, C., Blattert, C., Stadelmann, G., Brändli, U.B., Thürig, E., 2020. Trade-offs between ecosystem service provision and the predisposition to disturbances: a NFI-based scenario analysis. *Forest Ecosystems*, 7(1), 1-17.
- Temperli, C., Santopuoli, G. Bottero, A. Barbeito, I. Alberdi, I. Condés, S., Tognetti, R., 2022. National Forest Inventory Data to Evaluate Climate-Smart Forestry, *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, Springer, Cham, pp. 107-139.
- Tognetti, R., Smith, M., Panzacchi, P., 2022. An Introduction To Climate-Smart Forestry in Mountain Regions. In *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, pp. 1-33. Springer, Cham.

- TÜİK, 2020. "TÜİK Haber Bülteni", Sayı: 1.5.2020, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33786>, (Erişim Tarihi: 12.05.2020).
- Verkerk, P.J., Costanza, R., Hetemäki, L., Kubiszewski, I., Leskinen, P., Nabuurs, G.J., Palahı, M., 2020. Climate-smart forestry: the missing link. *Forest Policy and Economics*, 115, 102164.
- Vizzarri, M., Pilli, R., Korosuo, A., Frate, L., Grassi, G., 2022. The Role of Forests in Climate Change Mitigation: The EU Context. In *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, Springer, Cham, 507-520.
- Walter, H., 1956. Das problem der Zentralanatolischen steppe. *Naturwissenschaften*, 43(5), 97-102.
- Watson, J.E., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., Lindenmayer, D., 2018. The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology and Evolution*, 2(4), 599-610.
- Weatherall, A., Nabuurs, G. J., Velikova, V., Santopuoli, G., Neroj, B., Bowditch, E., Tognetti, R., 2022. Defining Climate-Smart Forestry. In *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, Springer, Cham, 35-58.
- Yousefpour, R., Augustynczyk, A.L.D., Reyer, C.P., Lasch-Born, P., Suckow, F., Hanewinkel, M., 2018. Realizing mitigation efficiency of European commercial forests by climate smart forestry. *Scientific Reports*, 8(1), 1-11.



## Hercai menekşenin gelişim ve kalite parametreleri üzerine fındık zurufunun olgunlaşma zamanı ile besin çözeltilisinin etkileri

Nuray Çiçek<sup>1</sup>, Bayram Cemil Bilgili<sup>2</sup>, Cengiz Yücedağ<sup>3</sup>, Mustafa Kahya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği ABD,18200, Çankırı

<sup>2</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Planlama ve Tasarımı ABD,18200, Çankırı

<sup>3</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bitki Materyali ABD, 15030, Burdur

<sup>4</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, 18200, Çankırı

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 29/12/2022

Kabul Tarihi : 29/12/2022

DOI:<https://doi.org/10.53516/ajfr.1226168>

\*Sorumlu yazar:

[nuraycicek3b@gmail.com](mailto:nuraycicek3b@gmail.com)

### Düzeltilme

Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 2021 sayısının 2. cildinde yer alan “Çiçek, N., Bilgili, B., Yücedağ, C., Kahya, M., 2021. Hercai menekşenin gelişim ve kalite parametreleri üzerine fındık zurufunun olgunlaşma zamanı ile besin çözeltilisinin etkileri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 7(2): 119-125.” künyeli makalede, makalenin “Teşekkür” kısmı verilmemiş olup aşağıda verildiği şekilde düzeltilmiştir.

### Erratum

Acknowledgement was not inadvertently included in the article “Çiçek, N., Bilgili, B., Yücedağ, C., Kahya, M., 2021. Effects of maturity time of hazelnut husk and nutrition solution on growth and quality parameters of wild pancy. Anatolian Journal of Forest Research, 7(2): 119-125.” which was published in vol 2021 Issue 2 of the Anatolian Journal of Forest Research. The “Acknowledgments” section is given below.

### Teşekkür

Bu çalışma ÇAKÜ BAP birimi tarafından OF080120B05 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### Acknowledgments

This work was funded by the ÇAKU BAP unit with the project number OF080120B05.

