



# BAROFD

BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

BARTIN JOURNAL OF FACULTY OF FORESTRY

1997

***Bartın Orman Fakültesi Dergisi***  
***Journal of Bartın Faculty of Forestry***  
**2022, 24 (3)**



p-ISSN: 1302-0943

e-ISSN: 1308-5875

Period: Third times per year

Founded: 1997

Publisher: Bartın University

# Bartın Orman Fakültesi Dergisi

*Journal of Bartın Faculty of Forestry*

## **Publisher and Editor's Office**

Bartın University

Faculty of Forestry, 1st Floor, Agdaci District,  
Center Campus, 74100 Bartın-Turkey. Tel:

+90(378) 223 5101, Fax: +90(378) 2235062

E-mail: [bofdergi@bartin.edu.tr](mailto:bofdergi@bartin.edu.tr), [bofdergi@gmail.com](mailto:bofdergi@gmail.com)

## **Editor-in-Chief**

Birsen DURKAYA, Prof.

## **Co-editor and Section Editors**

Deniz Aydemir, Prof,

Rıfat Kurt, Assoc. Prof,

Sinan Kaptan, Asist. Prof,

Eser Sozen, Dr.

Erol İmren, Dr.

Pelin Keçecioglu Dađlı, Res. Asist,

## **Editorial Board**

Abdullah İstek

Bartın University, Bartın, Turkey.

E-mail: [aistek@bartin.edu.tr](mailto:aistek@bartin.edu.tr)

Antonio Lanzotti

The University of Naples Federico II, Napoli,  
Italy.

E-mail: [antonio.lanzotti@unina.it](mailto:antonio.lanzotti@unina.it)

Aslı KORKUT

Namik Kemal University, Bartın, Turkey.

E-mail: [aslikorkut@nku.edu.tr](mailto:aslikorkut@nku.edu.tr)

Azize Toper Kaygın

Bartın University, Bartın, Turkey. E-mail:

[atoperkaygin@bartin.edu.tr](mailto:atoperkaygin@bartin.edu.tr)

Dalia Abbas

The University of Georgia, Athens, GA, USA.

E-mail: [dabbas@uga.edu](mailto:dabbas@uga.edu)

Dick Sandberg

Lulea University of Technology, Skelleftea,  
Sweden.

E-mail: [dick.sandberg@ltu.se](mailto:dick.sandberg@ltu.se)

Haldun Muderrisoglu

Duzce University, Duzce, Turkey.

E-mail: [haldunm@duzce.edu.tr](mailto:haldunm@duzce.edu.tr)

Hideo Sakai

University of Tokyo, Tokyo, Japan.

E-mail: [sakaih@fr.a.u-tokyo.ac.jp](mailto:sakaih@fr.a.u-tokyo.ac.jp)

Huseyin Sivrikaya

Bartın University, Bartın, Turkey.

E-mail: [hsivrikaya@bartin.edu.tr](mailto:hsivrikaya@bartin.edu.tr)

İsmet Dasdemir

Bartın University, Bartın, Turkey.

E-mail: [idasdemir@bartin.edu.tr](mailto:idasdemir@bartin.edu.tr)

Jerzy Smardzewski

Poznan University of Life Sciences, Poznan,  
Poland.

E-mail: [jsmardzewski@up.poznan.pl](mailto:jsmardzewski@up.poznan.pl)

Kevin Boston

Oregon State University, Corvallis, OR, USA.

E-mail: [evin.boston@oregonstate.edu](mailto:evin.boston@oregonstate.edu)

Mehmet Sabaz

Bartın University, Bartın, Turkey.

E-mail: [msabaz@bartin.edu.tr](mailto:msabaz@bartin.edu.tr)

Mir Mozaffar Fallahchai

Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

E-mail: [Fallahchai@Liau.ac.ir](mailto:Fallahchai@Liau.ac.ir)

Nedim Saracoglu

Bartın University, Bartın, Turkey.

E-mail: [nedimsaracoglu@bartin.edu.tr](mailto:nedimsaracoglu@bartin.edu.tr)

Peter Niemz

ETH-Zurich, Zurich, Switzerland.

E-mail: [niemzp@retired.ethz.ch](mailto:niemzp@retired.ethz.ch)

Surhay ALLAHVERDIEV

Moscow State Education University, Moscow,  
Russia.

E-mail: [surhay@mail.ru](mailto:surhay@mail.ru)

Bartın Orman Fakültesi Dergisi (BAROFD) is a peer-reviewed journal that publishes twice a year (June and December) on both hardcover and online to this day from 2001. Original research and invited review papers in English and Turkish are accepted for publication in the BAROFD. The Manuscripts submitted in the BAROFD are reviewed by the reviewers, and the review process is completed in 30 days. According to the reviewers' comments, the submitted manuscripts are accepted or declined. Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. BAROFD is open access, and the BAROFD provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. All articles in this journal are available free of charge from <https://dergipark.org.tr/pub/barofd>.

The BAROFD is abstracted and indexed by

Academic Journals Database	J-Gate: E-Journals Gateways
AGRIS-FAO: Food and Agriculture Organization	Journal Factor
AraştırMax	OAJI: Open Academic Journals Index
Bielefeld Academic Search Index	OCLC WorldCat
CAB Abstracts & Full Text	OpenAIRE
Clarivate Analytics	ResearchBIB: Academic Resource Index
Cosmos Impact Factor	ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources
CrossRef	Scientific Indexing Service
Directory of Open Access Journals	Scientific World Index
Directory of Research Journals Indexing	Scilit
DOI: Digital Object Identifier	Sobiad: Sosyal Bilimler Atıf Dizini
Eurasian Scientific Journal Index	TROVE: National Library of Australia
Euro Forest Portal	International Institute of Organized Research (I2OR)
Google Scholar	ZDB
TR Dizin-ULAKBİM	ASOS Index
National Library OF Australia	Directory for Medical Articles (ScopeMed)
Journal TOCS	
Index Copernicus	

Both the University of Bartın and the Faculty of Forestry do not accept responsibility for the statements made or for the opinions expressed in the Journal of the Bartın Faculty of Forestry (BOFD). The university makes no representation or warranty of any kind, concerning the accuracy, completeness, suitability, or utility of any information, apparatus, product, or processes discussed in this publication; therefore, it assumes no liability. Except for fair copying, no part of this publication may be produced, stored in a retrieval system in any form or by any means electronic, mechanical, etc., or otherwise without the prior written permission of the BOFD and without reference.

Bartın Üniversitesi ve Orman Fakültesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi (BOFD) yayınlarında varılan Sonuçlar veya fikirlerin sorumluluğunu taşımamaktadır. Üniversitenin, bu yayında ileri sürülen bilgi, alet, ürün ya da işlevlerin doğruluğu, bütünlüğü, uygunluğu ve kullanılabilirliği konusunda bir yüklenimi ve iddiası bulunmamaktadır. Bu sebeple herhangi bir nedenle sorumlu tutulamaz. Bu yayının herhangi bir kısmı, BOFD'nin yazılı izni olmadıkça kaynak gösterilmeden yayınlanamaz, bilgi saklama sistemine alınamaz veya elektronik, mekanik vb. sistemlerle çoğaltılamaz.

## CONTENTS

### Research Articles

### Pages

- Azot Gazı Atmosferinde Isıl İşlem Uygulanmış Kavak Odununun Fiziksel Özellikleri..... 405 - 413  
*Physical Properties of Poplar Wood Heat Treated in Nitrogen Gas Atmosphere*  
**Hasan ORHAN, Bekir Cihad BAL**
- Isıl İşlem Görmüş Kara Kavak (*Populus nigra* L.) Odunlarının Bazı Özelliklerinin Yoğunlaştırma ile Geliştirilmesi ..... 414 - 425  
*Improving of some Properties of Heat-treated Black Poplar (*Populus nigra* L.) Woods using Densification*  
**Abdullah CANIYILMAZ, Samim YAŞAR**
- Elbise Askılarında Mukavemet Deneyi..... 426 - 435  
*Strength Test on Coat Hangers*  
**Yarkın Paşa KURT, Seda ERDİNLER, Sedanur ŞEKER**
- Sedir Odununun (*Cedrus libani* A.) Elastik Sabitleri ..... 436 - 443  
*Elastic Constants of Cedar (*Cedrus libani* A.) Wood*  
**Ergün GÜNTEKİN**
- Bartın'da Faaliyet Gösteren Ağaç ve Orman Ürünleri İşletmelerine Yönelik SWOT Analizi..... 444 - 452  
*SWOT Analysis for Tree and Forest Products Businesses Operating in Bartın*  
**İsmail ÖZLÜSOYLU, Rıfat KURT, Abdullah İSTEK**
- Mobilya Endüstrisinde Çevresel Faktörlerin Etkilerinin Ergonomik Açından İncelenmesi ve Bir İşletme Uygulaması..... 453 - 464  
*The Investigation of The Effects of Environmental Factors on Furniture Industry by The Ergonomic Aspect and A Case Study*  
**Selman KARAYILMAZLAR, Zümral ATILGAN BAŞIBÜYÜK, Yıldız ÇABUK**
- Adana Yöresinden Elde Edilen *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. (Dağ nanesi) Bitkisi Uçucu Yağının Kimyasal İçeriği ve Antimikrobiyal Aktivitesi ..... 465 - 475  
*Chemical Content and Antimicrobial Activity of *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. Plant Essential Oil Obtained from Adana Region*  
**Mehmet ÖZ**
- TOPSIS-VIKOR Yöntemleriyle Türkiye'deki İllerin Endüstriyel Odun Üretimi Analizi ..... 476 - 487  
*Industrial Wood Production Analysis of Provinces in Turkey with TOPSIS-VIKOR Methods*  
**Murat YEŞİLKAYA, Yıldız ÇABUK, Selman KARAYILMAZLAR**
- TR 81 Düzey 2 Bölgesi Orman Ürünleri Sanayinin Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli ve Endüstriyel Aktörlerin Altyapı Kapasite Uygunluğu ..... 488 - 503  
*Industrial Symbiosis Potential of the TR 81 Level 2 Region Forest Products Industry and Infrastructure Capacity Availability of Industrial Actors*  
**Özlem YILDIZ, Bülent KAYGIN**
- Türkiye ve Katar'ın Orman Ürünleri Ticareti Üzerine Bir Değerlendirme ..... 504 - 513  
*An Evaluation on the Forest Products Trade of Turkey and Qatar*  
**Hüseyin ÇALIŞKAN Sezgin ÖZDEN**

## Research Articles

## Pages

- İklim Değişikliği ve Ormanlar Arasındaki İlişkinin Medyadaki Yeri ..... 514 - 529  
*The place in Media of the Relationship Between Climate Change and Forests*  
**Erdoğan ATMIŞ Doğanay TOLUNAY Damla YILDIZ**
- İnsansız Hava Araçlarının Orman Yolu Projelerinde Kullanımı ..... 530 - 541  
*Use of Unmanned Aerial Vehicles in Forest Road Projects*  
**Mihrişah KINALI Erhan ÇALIŞKAN**
- Covid-19 Salgınının Bartın İli Ormancılık Faaliyetlerine Etkisi ..... 542 - 556  
*The Effect of the Covid-19 Epidemic on Forestry Activities in the Bartın Province*  
**İsmet DAŞDEMİR Merve KIZIL**
- Ekosistem Hizmeti Oluşturan Kırsal Etkinliklere Yönelik Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi: Orman Kaynaklarında Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği ile Orman Yangını Riskinin Azaltılması Örneği ..... 557 - 579  
*Determining of Payments for Ecosystem Services for Rural Activities: Example of Reducing the Forest Fire Risk through Raising of Small Ruminant in Forest Lands*  
**Ahmet TOLUNAY Mehmet ÖZMİŞ**
- Betulaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Karşılaştırılmalı Sürgün Anatomisi ..... 580 - 590  
*Comparative Twig Anatomy of Some Woody Species Belonging to Betulaceae Family*  
**Esra PULAT Barbaros YAMAN**
- Türkiye’de Bölgesel Farklılıklar Kapsamında Kestaneye Dayalı Faydalanmanın Sosyoekonomik Boyutu ..... 591 - 608  
*The Socioeconomic Dimension of Chestnut-Based Utilization within the Scope of Regional Differences*  
**Taner OKAN Coşkun KÖSE**
- Genç Kızılçam Biyokütle Denklemleri; Kozağacı Orman İşletme Şefliği Örneği ..... 609 - 617  
*Young Turkish Pine Biomass Equations; Kozağacı Forest Planning Unit Example*  
**Birsen DURKAYA, Ali DURKAYA, Gülhan SAYIN**
- Orman Ekosistemindeki Zamansal Değişimin Orman Amenajman Planları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İncelenmesi: Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Örneği... 618 - 637  
*Analysing Temporal Changes in Forest Ecosystem with Geographic Information Systems and Forest Management Plans: Case Study in Bursa Forest Enterprise*  
**Turan SÖNMEZ, Burhan GENÇAL, İnanç TAŞ, Ali İhsan KADIOĞULLARI**
- Ladin Meşcereleri Üst Topraklarında Derinliğe Göre Cmic ve Nmic 'in Değişimi..... 638 - 651  
*Depth-Based Alteration of Cmic and Nmic in Topsoils under the Spruce Stands*  
**Kamil ÇAKIROĞLU, Ömer KARA, İlyas BOLAT**
- Orman Yangınlarının Hava Kalitesine Etkisi: Antalya Örneği..... 652 - 667  
*The Effect of Forest Fires on Air Quality: The Case of Antalya*  
**İlyas BOLAT**

# Azot Gazı Atmosferinde Isıl İşlem Uygulanmış Kavak Odununun Fiziksel Özellikleri

Hasan Orhan<sup>1</sup>, Bekir Cihad Bal<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 12.03.2022

Kabul: 08.08.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



Öz-Odunun bazı özelliklerini iyileştirmek amacıyla, farklı odun modifikasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Oduna, 180-220°C sıcaklık ile muamele edilerek uygulanan ısı işlem yöntemi bu yöntemlerden birisidir. Günümüzde, farklı işlem basamaklarından oluşan ve farklı ısı taşıyıcı araçların kullanıldığı birçok ısı işlem metodu geliştirilmiştir. Isı işlemin odunun teknolojik özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler üzerine birçok faktör etkili olmaktadır. Isı transfer aracı bu faktörlerden birisidir. Bu çalışmada, ısı taşıyıcı olarak azot gazı ve materyal olarak kavak odunu kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, azot gazı atmosferinde ve normal atmosferde yapılan ısı işlemin, odununun fiziksel özellikleri üzerine etkisini belirlemektir. Bu çalışmada, 1 kontrol grubu ve 3 deney grubu oluşturulmuştur. Bu 4 test grubuna farklı işlemler uygulanmıştır. Kontrol grubuna ısı işlem uygulanmamıştır. Isı işlem uygulaması bir vakumlu etüvde yapılmıştır. İşlem sıcaklığı 210°C ve işlem süresi 3 saat olarak ayarlanmıştır. Sıcaklığın etkisi 2. grup ile azot gazının etkisi 3. grup ile, ve azot gazı ile ön işlemin etkisi ise 4. gruba belirlenmeye çalışılmıştır. Isı işlem sonrası, kavak odununun yoğunluk, denge rutubet yüzdesi, teğet, radyal, boyuna ve hacmen genişleme yüzdeleri ile birlikte genişleme anizotropisi gibi fiziksel özellikler belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; hem normal atmosferde hem de azot gazı atmosferinde yapılan ısı işlemin, kavak odununun fiziksel özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Fiziksel özellikler, kavak odunu, azot gazı, termal muamele, ısı işlem

## Physical Properties of Poplar Wood Heat Treated in Nitrogen Gas Atmosphere

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Technical Sciences, Material Department, Kahramanmaraş, Türkiye

## Article History

Received: 12.03.2022


Accepted: 08.08.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – Different wood modification methods have been developed to improve some properties of wood. The heat treatment method, which is applied by treating the wood with a temperature of 180-220°C, is one of these methods. Today, many heat treatment methods have been developed, consisting of different treatment steps and using different heat transfer media. Many factors are effective on the changes in the technological properties of wood by heat treatment. The heat transfer media is one of these factors. In this study, nitrogen gas was used as heat transfer media and poplar wood was used as material. The aim of this study is to determine the effect of heat treatment in nitrogen gas atmosphere and normal atmosphere on the physical properties of wood. In this study, 1 control group and 3 experimental groups were formed. Different procedures were applied to these 4 test groups. No heat treatment was applied to the control group. Heat treatment was done in a vacuum oven. The processing temperature was set at 210°C and the processing time was 3 hours. The effect of temperature was tried to be determined with the 2nd group, the effect of nitrogen gas with the 3rd group, and the effect of the pretreatment with nitrogen gas with the 4th group. After heat treatment, physical properties such as density, equilibrium moisture content, tangential, radial, longitudinal and volumetric swelling percentages and swelling anisotropy of poplar wood were determined. According to the findings obtained; it has been determined that the heat treatment carried out both in the normal atmosphere and in the nitrogen gas atmosphere has a statistically significant effect on the physical properties of the poplar wood.

**Keywords** – Heat treatment, nitrogen gas, physical properties, poplar wood, thermal treatment

<sup>1</sup>  hasanbey\_118@hotmail.com

<sup>2</sup>  bcbal@hotmail.com

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Odunun bulunduğu ortamdan rutubet alıp vermesi ve bunun sonucunda ölçülerinde meydana gelen değişimler bazı kullanım yerlerinde istenmeyen sorunlar oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin, masif ağaç malzeme kullanılarak üretilen zemin parkelerinde, bazı mobilyalarda, ahşap yapı elemanlarında bu sorunla geçmişte sıklıkla karşılaşmıştır. Bunun yanında, masif ağaç malzemenin biyolojik olarak dayanıklılığının zayıf olması servis süresini azaltan önemli bir kusurdur. Özellikle toprakla temas eden yerlerde kullanılan masif ağaç malzemelerde mantarların ve böceklerin tahribatı önemli sorunlara sebep olmaktadır. Bu nedenle, odunun bu zayıf yönlerini iyileştirmek amacıyla kullanılan modifikasyon yöntemleri günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Isıl işlem uygulaması bu gün için birçok ülkede endüstriyel olarak uygulanan önemli bir odun modifikasyon yöntemidir. Endüstriyel olarak uygulanan ısıl işlem, farklı ülkelerde farklı bazı yöntemler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu yöntemlerde işlemin sonucunu etkileyen birçok farklı faktör bulunmaktadır. Isıl işlem esnasında uygulanan sıcaklık seviyesi, ısıl işlem uygulama süresi, ısı taşıma aracı, odunun ısıl işlem öncesi rutubet içeriği, odun yoğunluğu vs. şeklinde sıralanabilir. Isıl işlem esnasında, ortam değişkenleri olan bu faktörler ısıl işlem sonrası odunun teknolojik özelliklerinde meydana gelen değişimleri etkilemektedir. Örneğin; ısı taşıma aracı olarak bitkisel yağ kullanan yöntemlerde, ısıl işlem sonrası kütle artışı diğer çoğu yöntemde kütle kaybı oluşmaktadır (Esteves and Pereira 2009; Korkut ve Kocaefe 2009).

Odunun farklı teknolojik özelliklerinde, ısıl işlem yöntemi ile muamele edilmesi sonrasında meydana gelen değişimler, yapılan önceki çalışmalarda tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında farklı ısıl işlem yöntemleri ve farklı ısı taşıyıcı araçlar kullanılmıştır. Herhangi bir kimyasal madde kullanılmadan, ısıl işlem ile muamele edilen odunun biyolojik dayanıklılığında meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Elde edilen verilere göre, ısıl işlem uygulanan odunun biyolojik dayanıklılığının arttığı farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Jamsa and Viitaniemi 2001; Kamdem vd., 2002; Esteves and Pereira 2009; Candelier vd., 2013a). Bal (2016) tarafından yapılan çalışmada, yağ ile yapılan ısıl işlem sonrası odun örneklerinde, kütle artışı genişleme yüzdelерinde azalma rapor edilmiştir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısıl işlem sonrası odun örneklerinin su alma yüzdelерinin azaldığı belirlenmiştir (Bal 2013; Taşdelen vd., 2019). Özellikle yüzey özelliklerinden olan odun renginin ısıl işlem sonrası değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, rengin homojenleştiği ancak, rengin koyulaştığı ve işlem sıcaklığına bağlı olarak renk koyulaşmasının önemli derecelerde olduğu belirlenmiştir (Yaşar 2009; Ayata vd., 2018a; Karamanoğlu ve Kaymakçı 2018; Aydemir vd., 2019; Ayata 2020; Yazıcı ve Özlüsoylu 2020). Isıl işlem sonrası odunun istenmeyen özelliklerinin iyileştirdiği rapor edilmiştir. Ancak, ısıl işlem uygulanmış odunun, özellikle yüksek sıcaklıklarda muamele edilmesi sonucu mekanik özelliklerinin azaldığı bildirilmiştir (Calonego vd., 2012; Candelier vd., 2013b; Güntekin vd., 2017; Yılmaz Aydın ve Aydın 2020; Yılmaz Aydın 2021). Farklı atmosfer şartlarında yüksek sıcaklıkla muamele edilen karaçam odununun mekanik özelliklerin de meydana gelen değişimler yapılan önceki çalışmalarda incelenmiş ve farklılıklar ortaya konmuştur (Bal 2018; Orhan ve Bal, 2021). Bu durumda, ısıl işlem sonrası masif odunun bazı fiziksel özelliklerinin iyileşmesi olumlu, ancak, mekanik özelliklerinin kötüleşmesi olumsuz bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, yapılan birçok bilimsel çalışmada odunun fiziksel özelliklerini ve biyolojik dayanıklılığını artıran ancak mekanik özelliklerini azaltmayan bir yöntem geliştirmek amaçlanmaktadır. Isıl işlem esnasında ve işlem sonrasında soğutma periyodunda, oksijenle temas eden odun örneklerinin mekanik özelliklerinin azaldığı bilinmektedir. Bitkisel yağ kullanılarak yapılan ısıl işlemin (Oil-Heat Treatment) en önemli amaçları; yağın ısıyı homojen bir şekilde iletmesi ve odun ile oksijen temasını önlemesidir (Sailer vd., 2000) Benzer şekilde, vakum atmosferinde veya azot gazı atmosferinde yapılan ısıl işlemin amacında termal degradasyonu azaltabilmektir (Candelier vd., 2013a,b)

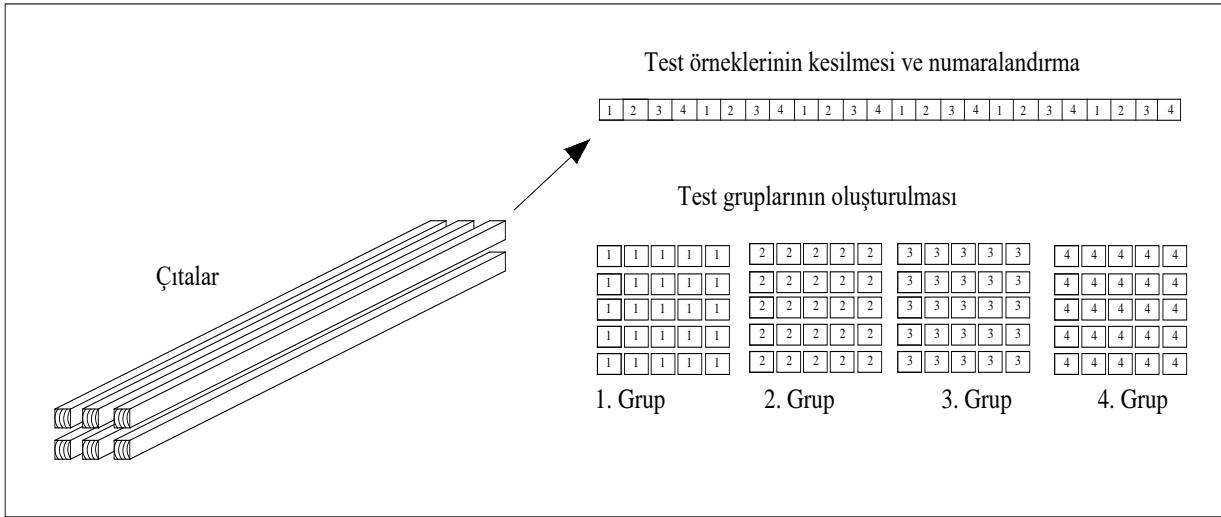
Bu çalışmanın amacı, normal atmosferde, azot gazı atmosferinde ve azot gazı ile ön işlem sonrası yüksek sıcaklıkta uygulanan ısıl işlem sonrası, kavak odunundan hazırlanan test örneklerinin, bazı fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesidir. Azot gazı ile ön işlem uygulamasının amacı,

odun boşluklarında bulunan havanın uzaklaştırılarak yerine azot gazı transfer edilmesinin etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu araştırmada, deneme örneklerinin hazırlanmasında kavak (*Populus subsp.*) odunu kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavak kereste, satın alma yoluyla tedarik edilen tomruklardan biçilerek hazırlanmıştır. Sonra bu keresteler 2.5x10x150 cm boyutlarında parçalara ebatlanmıştır. Kurutma işlemi sonrası, parçalardan 2 x 2 x150 cm ölçülerinde çıtalar kesilmiştir. Sonra bu çıtalarda 2x2x3 cm ölçülerinde deneme örnekleri kesilmiştir. Çıtalardan yan yana kesilen test örnekleri farklı bir gruba ayrılmıştır. Sonuç olarak, her bir çıtadan her bir test grubu için eşit sayıda test örneği kesilmiştir. Kontrol ve deney grupları için 33 adet denem örneği hazırlanmıştır. Fiziksel özelliklerin çıtalardan kesilip hazırlanmasına dair şematik görüntü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Test örneklerinin hazırlanmasına dair şematik görüntü

### 2.2. Metot

Laboratuvar denemeleri için 1 kontrol grubu ve 3 farklı deney grubu oluşturulmuştur (Tablo 1). Bu gruplardan 1. grup kontrol, 2, 3 ve 4. gruplar deney grupları olarak oluşturulmuştur. Bu 4 test grubuna uygulanan işlemler çizelgede gösterildiği şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubuna ısıl işlem uygulanmamıştır. Sıcaklığın etkisi 2. Grup, azot gazının etkisi 3. Grup ile ve azot gazı ile ön işlemin etkisi ise 4. Grupla belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 1

Deneme planı ve ortam şartları

1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP
Kontrol Grubu	Normal şartlar altında	Azot şartları altında	Azotla ön işlem ve azot şartları altında
Isıl işlemsiz	210°C’de 3saat işlem uygulandı	210°C’de 3 saat işlem uygulandı	3 saat ön işlem ve 210°C’de 3 saat ısıl işlem uygulandı

Test örneklerine ısıl işlem vakumlu etüv içerisinde uygulanmıştır. Vakumun ve azot gazı beslemesinin uygulanışı aşağıda Şekil 2’de gösterilmiştir. 2. Gruba ısıl işlem uygulaması esnasında vakum uygulanmamış ve azot gazı verilmemiştir. 3. ve 4. gruplara etüvün kapağı kapatıldıktan sonra düşük vakum



uygulanmıştır. Vakum 100 mbar seviyesine ulaşınca, azot gazı beslenmiştir. Vakum seviyesi düştükçe, vakum pompası çalıştırılmış, vakum artırılmış ve azot gazı verilmiştir. Bu ön işlem 3 saat devam etmiştir. Tüm gruplar için ısıl işlem üç saat olarak yapılmıştır. Isıl işlem bitince, test örnekleri etüvden çıkarılmış ve oksijenle temas etmesini önlemek için, hızlıca naylon poşetlerle sarılmıştır. Test örnekleri poşetler içerisinde soğutulmuştur. Soğutma işleminden sonra, örneklerin ölçüleri ve ağırlıkları ölçülmüştür. Bu değerler ile tam kuru yoğunluk miktarı TS 2472’de belirtilen esaslarla Formül (1) ile hesaplanmıştır. Sonra, test örnekleri yaklaşık dört hafta klima dolabında 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır. Daha sonra test örneklerinin denge rutubeti miktarı (DRM) TS 2471’e göre hesaplanmıştır. Sonra, test örnekleri damıtık su içerisinde bırakılmış ve 2 hafta sonra çıkarılıp ölçüleri belirlenmiştir. Test örneklerinin tam kuru haldeki ölçüleri ile suda bekletme işlemi sonrası ölçülen ölçüleri arasındaki farklardan genişleme yüzdeleri TS 2484 ve TS 2486’da belirtilen esaslar ve Formül (2) ile hesaplanmıştır.

$$D = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

Burada; D: yoğunluk, m: ağırlık (g), V: hacimdir (cm<sup>3</sup>)

$$\alpha = \frac{L_d - L_k}{L_k} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Burada;  $\alpha$ : daralma,  $L_d$ : doygun haldeki uzunluk,  $L_k$ : kuru haldeki uzunluktur.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan vakumlu etüv, vakum pompası ve gaz beslemesi

### 3. Bulgular ve Tartışma

Test örneklerine ısıl işlem uygulandıktan sonra, deneme örnekleri klima dolabında iklimlendirilmiş ve sonra fiziksel özellikler tespit edilmiştir. Bu özellikler; tam kuru yoğunluk ( $D_0$ ), denge rutubeti miktarı (DRM), teğet genişleme ( $\alpha_t$ ), radyal genişleme ( $\alpha_r$ ), teğet genişlemenin radyal genişlemeye oranı olan genişleme anizotropisi ( $\alpha_t / \alpha_r$ ), boyuna genişleme ( $\alpha_b$ ), hacimsel genişleme ( $\alpha_h$ ) yüzdeleridir. Tespit edilen bulgulara ait istatistiksel değerler (İ.D.) Tablo 2’de verilmiştir. Tabloya göre; genel olarak, kontrol grubuyla

kıyaslandığında, fiziksel özelliklerin ısı işlem uygulamasından etkilendiği görülmektedir. Özellikle 2 numaralı grupta yer alan test örneklerinin diğer deney grubu test örneklerine göre fiziksel özelliklerinin daha fazla azaldığı görülmektedir. Deney gruplarından 3 numaralı ve 4 numaralı gruplar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Tabloda verilen tam kuru yoğunluk değerinin kontrol grubunda 378 kg/m<sup>3</sup> olduğu, uygulanan ısı işlem şartlarına göre bu değer değiştiği görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında oksijen varlığında uygulanan ısı işlem sonucunda en düşük yoğunluk değeri 361 kg/m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. Deney gruplarından azotla ön işlem uygulanan 4. grupta ise diğer deney gruplarına göre en yüksek tam kuru yoğunluk değeri 366 kg/m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir.

Tablo 2

Fiziksel özelliklere ait bulgular, ANOVA ve Duncan testi sonuçları (Orhan 2017)

Gruplar	İ.D.	D <sub>0</sub>	DRM	$\alpha_t$	$\alpha_r$	$\alpha_t / \alpha_r$	$\alpha_b$	$\alpha_h$
		kg/m <sup>3</sup>	%	%	%	-	%	%
1.grup	x	378A	12,8A	8,6A	3,2A	2,7	0,6A	12,3A
	ss	24	0,5	1,0	0,6	0,6	0,2	1,1
2.grup	x	361B	8,0C	4,9C	2,3B	2,4	0,2B	7,3C
	ss	24	0,8	1,3	0,9	0,8	0,1	1,0
3.grup	x	365B	8,4B	5,3B	2,2B	2,5	0,3B	7,8B
	ss	22	0,9	1,0	0,5	0,7	0,2	0,9
4.grup	x	366B	8,4B	5,6B	2,3B	2,5	0,3B	8,1B
	ss	17	0,7	0,8	0,4	0,5	0,1	1,0
ANOVA		0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	NS*	0,000*	0,000*

x: aritmetik ortalama, s: standart sapma, İ.D.: istatistik değerler, Do: Tam kuru yoğunluk,  $\alpha_t$ : Teget yönde genişleme,  $\alpha_r$ : Radyal yönde genişleme,  $\alpha_t / \alpha_r$ : genişleme anizotropisi,  $\alpha_b$ : Boyuna yönde genişleme,  $\alpha_v$ : Hacmen genişleme

Tablo 2’de, yapılan ısı işlem uygulamasının tam kuru yoğunluk değeri üzerine etkisini gösteren ANOVA testi ve Duncan testi gösterilmiştir. Tabloya göre; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ) bir farklılığın olduğu görülmektedir. Bu tablodaki Duncan çoklu ayırım testine göre kontrol grubu ile deney grupları arasında farklılıkların olduğu ancak deney grupları arasında farkların istatistiksel olarak önemli farklar olmadığı görülmektedir.

Tablo 2’de verilen denge rutubeti yüzdesine ait verilere göre gruplar arasında farklar ( $P < 0.001$ ) belirlenmiştir. Tabloda verilen bulgulara ait istatistik değerler incelendiğinde, kontrol grubunda %12.8 olarak en büyük denge rutubeti miktarının ölçüldüğü, deney gruplarında ise yaklaşık %8 ölçüldüğü görülmektedir. Bu sonuçlara göre, genel olarak, uygulanan ısı işlemin denge rutubeti yüzdesini yaklaşık olarak %4 civarında azalttığı, en fazla azalmanın ise 2 numaralı grup olan normal atmosferde yapılan ısı işlem uygulaması sonucu elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, hangi gruplarının birbirlerinden farklı olduğu, hangi grubun en fazla etkilendiği ise yine çizelgede verilen Duncan testi ile gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol grubu ile deney grupları arasında önemli farklılıkların olduğu ve ayrıca deney grupları arasında da farklar olduğu görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısı işlem sonucunda elde edilen denge rutubeti yüzdesi istatistiksel olarak önemli seviyede diğer deney gruplarından farklıdır. Ancak 3 numaralı ve 4 numaralı azot atmosferi şartlarında ısı işlem uygulanan gruplar arasında fark yoktur.

Testler sonunda elde edilen genişleme yüzdelerine ait bulgular incelendiğinde; genel olarak kontrol grubu test örneklerinin genişleme miktarlarının deney grubu test örneklerine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile deney grupları arasında, genişleme miktarları bakımından istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ) seviyede farklılık belirlenmiştir. Kontrol grubuna ait tüm genişleme miktarlarının diğer deney grubu test örneklerinden daha yüksek bir genişleme miktarına sahip oldukları görülmektedir. Normal atmosferde işlem gören 2 numaralı grup test örneklerinin ise en küçük genişleme miktarlarına sahip

oldukları görülmektedir. 3 ve 4 numaralı gruplar arasında küçük farklar vardır. Ancak bu farklar istatistiksel olarak önemsiz farklardır.

Testler sonunda teğet yöndeki genişleme miktarının, radyal genişleme miktarına oranlanması ile elde edilen genişleme anizotropisi değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo da verilen bu değerler incelendiğinde kontrol grubu ile kıyaslandığında deney gruplarının genişleme anizotropisinin azaldığı görülmektedir. En yüksek genişleme anizotropisi 2.7 ile kontrol grubunda en küçük ise 2.4 ile 2 numaralı grupta elde edilmiştir. ANOVA testi sonuçlarına göre ( $P > 0.05$ ) olduğu için gruplar arasındaki farklar önemsizdir. Kontrol grubu diğer gruplara göre en yüksek genişleme anizotropisine sahiptir. Azot gazı ile ön işlem gören 3 numaralı grup ile 4 numaralı grup arasında bir farklılık tespit edilememiştir. En düşük anizotropi, normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grupta elde edilmiştir. Masif ahşap malzemenin kullanım yerinde, servis süresi boyunca en fazla sorun teşkil eden özelliklerinden birisi genişleme ve daralma anizotropisidir. Masif ağaç malzemedeki teğet yöndeki genişleme ve daralma ile radyal yöndeki genişleme ve daralma bir birinden ne kadar farklılık gösterirse o derecede sorun oluşmaktadır. Örneğin, masif yer döşemeleri, masif lambriyerler, kapı ve pencere doğramaları bu sorunların görülebileceği yerlerdir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; odunun denge rutubeti miktarında meydana gelen azalma, genişleme miktarında meydana gelen azalma ve genişleme anizotropisindeki azalma, odunun kullanım yerindeki istenmeyen özelliklerinin bertaraf edilmesi bakımından önemlidir. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda, ısıtılmanın odunun fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkilerinin tespit edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Bekhta and Niemz (2003); Korkut ve Kocaefe (2009), Esteves and Pereira (2009), Bal ve Bektaş (2012), Bal (2013, 2014) yapmış oldukları çalışmalarda odunun yüksek ısı ile muamelesi sonrası, ağırlık veya yoğunluk kaybı meydana geldiği, odun-su ilişkilerinin değiştiği, odunun denge rutubetinin azaldığı, genişleme miktarlarının azaldığı, boyutsal olarak daha stabil hale geldiğini belirlemişlerdir. Odunda meydana gelen bu gibi değişimlerin en önemli sebebinin ise; ısıtılma muamelesi esnasında odunun kimyasal yapısında bazı değişimlerin olmasıdır. Bu değişimler öncelikle hemiselülozların bozunması ile başlamakta, sonra selülozun kristalleşmesi ve ligninin dallanması ile devam etmektedir. Ayrıca, bu bozunmalar esnasında yeni bazı bileşiklerin ortaya çıktığı da bir çok araştırmada rapor edilmiştir (Brito vd., 2008; Korkut ve Kocaefe 2009). Bu kimyasal özelliklerde meydana gelen değişimlerle beraber ısıtılma işlem gören odunun, su ile olan ilişkisi de değişmektedir. Özellikle hidroksil gruplarında meydana gelen azalmaların buna sebep olduğu Mitsui vd., (2007) tarafından sitka ladini odunu üzerine yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ısıtılma uygulaması yönteminden kaynaklanan bazı farklılıklarda görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtılma uygulamasına ait sonuçlar ile, azot atmosferinde yada vakum atmosferinde yapılan denemelerden elde edilen bulgular arasında farklılıklar vardır. Bununla ilgili olarak bazı önceki çalışmalar örnek verilebilir; Borrega and Karenlampi (2008) sabit rutubet miktarı ve bağıl nem ortamında ısıtılma uygulanmış Ladin odununun mekanik özelliklerini incelemiş ve 150 ve 170°C sıcaklıkta su buharı ile muamele edilen odun örneklerinde kütle kaybı arttıkça mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü ve sertliğin kütle kaybına paralel olarak azaldığını belirlemişlerdir. Bazı diğer çalışmalarda, ısı iletim aracı olarak sıcak bitkisel yağlar kullanılmıştır (Sailer vd., 2000; Tomak vd., 2011; Bal 2015; Bal 2016). Oduna bitkisel yağlar kullanarak ısıtılma uygulanmasında, yağ hem odun yüzeylerine ısının eşit dağılmasını sağlayan bir ısıtılma aracı olarak ve hem de odunun oksijen ile temasını ayırıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. ısıtılma işlemi hemiselülozu bozmakta, lignini modifiye etmekte, odun ekstraktiflerini yaymakta ve odun hücre duvarlarındaki OH gruplarının sayısını azaltmaktadır (Epmeier and Kliger, 2005). Michell (1988) yapmış olduğu çalışmada, hava, oksijen ve azot varlığında lobloby çamı odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl etkilendiğini belirlemeye çalışmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre; ısıtılma işlemi prosesi sonuçlarını en fazla etkileyen faktörün, odun rutubet miktarı olduğunu rapor etmiştir. Gao vd. (2015) farklı sıcaklık derecelerinde, vakum altında kavak odununda yapılan ısıtılma işlemi fiziksel, mekanik ve biyolojik dayanıklılığı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda belirlenen verilere göre; vakum altında yapılan ısıtılma işlemi sonucunda, kavak odununun fiziksel özelliklerinin modifiye olduğu, ancak

mekanik özelliklerin, özellikle eğilme direncinin önemli seviyede azaldığını rapor etmişlerdir. Candelier vd., (2013a) işlem esnasında uygulanan ısı transfer aracının (azot veya vakum ortamı) odunun teknolojik özelliklerini farklı şekilde etkilediğini belirlemiştir ve denemelerde azot atmosferinde yapılan ısı işlem uygulamasında vakum ortamında yapılan ısı işlem uygulamasına göre monosakkaritlerin (arabinos, galatoz, mannoz, glikoz, xylose) daha fazla etkilendiğini belirlemiştir. Bu çalışmalarda görüldüğü gibi, ısı işlem üzerine yapılan laboratuvar çalışmalarında, uygulanan ısı işlem metodu ve kullanılan ısı iletim aracı fiziksel özellikler üzerine etkilidir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, farklı atmosferlerde uygulanan ısı işlem uygulaması sonrası kavak odunundan elde edilen test örneklerinin bazı fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen şu sonuçlar söylenebilir; fiziksel özelliklerin 3 farklı şekilde yapılan ısı işlem uygulamasından etkilendiği ve yoğunluğun, denge rutubeti miktarının ve genişleme miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Özellikle, normal atmosfer altında yapılan, 2 numaralı grupta yer alan test örneklerinin diğer deney grubu test örneklerine göre fiziksel özelliklerinin daha fazla azaldığı görülmektedir. Deney gruplarından 3 numaralı ve 4 numaralı gruplar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Normal atmosfer şartlarındaki ısı işleme göre, azot gazı atmosferinde daha iyi fiziksel özellikler elde edildiği söylenebilir. Ancak, elde edilen verilere göre kavak odununun fiziksel özellikleri için 3 saatlik ön işlemin istatistiksel olarak önemli derecede bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; azot gazı atmosferinde yapılan ısı işlemin kavak odununun fiziksel özellikleri için yeterli modifikasyon sağladığı söylenebilir.

#### Bilgilendirme

Bu makale, Hasan ORHAN isimli lisansüstü öğrenciye ait “Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısı işlemin etkilerinin belirlenmesi” başlıklı tezden türetilmiştir. Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: 2017/1-60 YLS.

#### Yazar Katkıları

Yazar Hasan Orhan: Laboratuvar çalışmalarını yapmıştır, verileri toplamıştır.

Yazar Bekir Cihad Bal: Çalışmayı planlamıştır, çalışma planını oluşturmuştur, veri analizini yapmıştır, makaleyi yazmıştır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L. (2018a). Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapelli and merbau woods. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 11-20.
- Ayata, Ü., (2020). Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısı işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 22-33.
- Aydemir, D. , Bürüç, G. ve Bakır, K. (2019). Doğu Kayını ve Saplı Meşe Odunlarının Bazı Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* , 21 (3), 713-721.
- Bal, B.C., (2013). A comparative study of the physical properties of thermally treated poplar wood and plane wood, *BioResources*, 8 (4): 6493-6500.
- Bal, B.C., (2014). Some physical and mechanical properties of thermally modified juvenile and mature black pine wood, *European Journal of Wood and Wood Products*. 72: 61–66,
- Bal, B.C. (2015). Wood-water relationships and biological durability of heat-treated Taurus fir wood. *Pro Ligno*, 11(3), 3-10.
- Bal B.C., (2016). Sıcak bitkisel yağ ile muamele edilen Toros göknarı odununun bazı fiziksel özellikleri,

KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (2), 20-26.

- Bal, B.C., (2018). A Comparative Study of Some of the Mechanical Properties of Pine Wood Treated in Vacuum, Nitrogen, and Air Atmospheres, *Bioresources*, 13(3), 5504-5511.
- Bekhta, P. and Niemz, P. (2003). Effect of High Temperature on The Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood, *Holzforchung* 57(2003), 539-546.
- Borrega, M. and Karenlampi, P.P. (2008). Mechanical Behavior of heat-treated spruce (*Picea abies*) Wood at Constant moisture content and ambient humidity, *Holz als Roh-und Werkstoff* 66(2008), 63-69.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayınno: 445, S: 1, İstanbul.
- Brito, J. O., Silva, F. G., Leão, M. M., and Almeida, G. (2008). Chemical composition changes in eucalyptus and pinus woods submitted to heat treatment. *Bioresource technology*, 99(18), 8545-8548.
- Calonego, FW, Severo, ETD, Ballarin, AW. (2012). Physical and mechanical properties of thermally modified wood from *E. Grandis*, *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(4): 453-460.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Desharnais, L., Gérardin, P., & Pétrissans, M. (2013a). Comparison of chemical composition and decay durability of heat treated wood cured under different inert atmospheres: Nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and Stability*, 98(2), 677-681.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Gérardin, P., and Pétrissans, M. (2013b). Comparison of mechanical properties of heat-treated beech wood cured under nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and stability*, 98(9), 1762-1765.
- Epmeier, H. and Kligler, R. (2005). Experimental Study of Material Properties of Modified Scots Pine, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63:430-436.
- Esteves, BM., Pereira, HM. (2009). Wood modification by heat treatment: A review, *BioResources* 4(1), 370-404.
- Gao, H., Sun, M.Y., Cheng, H.Y., Gao, W.L. and Ding, X.L. (2015). Effects of Heat Treatment under Vacuum on Properties of Poplar, *BioResources*, 11(1), 1031-1043.
- Güntekin, E., Yılmaz Aydın, T., & Üner, B. (2017). Physical, mechanical and bonding performance of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) as influenced by heat treatment. *Drvna industrija*, 68(2), 99-108.
- Kamdern, D. P., Pizzi, A., and Jermannaud, A. (2002). Durability of heat-treated wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 60(1), 1-6.
- Karamanoğlu, M, Kaymakçı, A ., (2018). Higrotermal yaşlandırma işleminin ısı işlem görmüş kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 31-37.
- Kocaefe, D., Shi, L.J., Yang, D.Q., Bouazara, M. (2008b). Mechanical properties, dimensional stability, and mold resistance of heat-treated jack pine and apsen, *Forest Products Journal* 58(6):88-93.
- Korkut, S., Gündüz, G., Korkut, D.S. (2008). The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of Camıyanı Black Pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) wood, *Bioresource Technology*, 99:2275-2280.
- Korkut, S., Kocaefe, D. (2009). Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 5(2), 11-34.
- Jamsa S., Viitaniemi P. (2001). Heat treatment of wood - Better durability without chemicals, Review on heat treatments of wood, In proceedings of Special Seminar held in Antibes, France.
- Mburu, F., Dumarçay, S., Bocquet, J.F., Petrissans, M. and Gerardin, P. (2008). Effect of Chemical Modifications Caused by Heat Treatment on Mechanical Properties of Grevillea robusta Wood, *Polymer Degradation and Stability* 93 (2008), 401-405.
- Michell, P. H. (1988). Irreversible property changes of small loblolly pine specimens heated in air, nitrogen, or oxygen. *Wood and Fiber Science*, 20(3), 320-335.
- Mitsui, K., Inagaki, T., Tsuchikawa, S. (2007). Monitoring of hydroxyl groups in wood during heat treatment using NIR spectroscopy. *Biomacromolecules*, 9(1): 286-288.
- Orhan H., (2017), *Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin etkilerinin belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Orhan, H., ve Bal, B. C. (2021). Azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2), 165-170.
- Örs, Y., Keskin, H., (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, S:77, Ankara.

- Sailer, M., Rapp, A.O, Leithoff, H., Peek, R.D. (2000). Upgrading of wood by application of an oil heat treatment. *HolzRoh- undWerkst* 58(1):15–22.
- Santos, J.A. (2000). Mechanical behavior of Eucalyptus Wood Modified by Heat, *Wood Science and Technology* 34 (2000) 39-43.DOI: 10.1007/s002260050006
- Taşdelen, M, Can, A, Sivrikaya, H. (2019). Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment. *Turkish Journal of Forestry*, 20 (3), 254-260.
- Tomak, E.D.,Viitanen, H., Yıldız, U.C., Hughes, M. (2011). The combine defects of boron and oil heat treatment on the properties of beech and Scots pine wood. Part 2: Water absorption, compression strength, color changes, and decay resistance, *Journal of Materials Science*, 46: 608-615.
- TS 2470 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2471 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin HacimY oğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, (1976) Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4086 (1976) Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, S. (2009). Kızılcıam (Pinus brutia ten.) ekstraktif maddelerinde ısı işlem uygulanması sonucu oluşan renk değişimleri üzerine araştırma. *Turkish Journal of Forestry*, 10 (1) , 95-100
- Yazıcı, H, Özlüsoylu, İ. (2020). Hızlandırılmış yaşlandırmanın ısı işlem uygulanmış Akdeniz defnesi (Laurus nobilis L.) odunun bazı yüzey özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 21 (4), 468-474.
- Yılmaz Aydın, T. (2021). Evaluation of heating temperature and time on bending properties of Taurus cedar wood, *Turkish Journal of Forestry*, 22 (4), 432-438.
- Yılmaz Aydın, T. ve Aydın, M. (2020). Influence of Temperature and Exposure Duration on the Bending Properties of Oak Wood. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 871-877.

# Isıl İşlem Görmüş Kara Kavak (*Populus nigra* L.) Odunlarının Bazı Özelliklerinin Yoğunlaştırma ile Geliştirilmesi

Abdullah Canıyılmaz<sup>1\*</sup>, Samim Yaşar<sup>1</sup>

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 03.10.2022

Kabul: 06.12.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada, kara kavak (*Populus nigra* L.) odunu 120, 160 ve 200 °C’lerde ısıtılma tabii tutulmuş, devamında %25 ve %50 oranında presleme uygulamasıyla örnekler yoğunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem görmüş örneklerin FTIR spektrumları, örneklerin kristallik indeksinde ısıtılma işleminden kaynaklanan kayda değer bir farklılaşmanın oluşmadığını ortaya koymuştur. Isıl işlem görmüş örneklerin TGA ve DTG termogramlarındaki esas bozunma aşamasında, kontrol örneklerine göre daha düşük oranlarda madde kaybı olduğu anlaşılmıştır. TGA ve DTG bulguları, ısıtılma işlemde uygulanan sıcaklık derecesinin artışıyla örneklerde önemli düzeyde holoselüloz kaybı olduğunu göstermiştir. Isıl işlem görmüş ve yoğunlaştırılmış örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirildiğinde, yoğunlaştırılmış kara kavak örneklerinin suyla temasa geçebileceği ortamlarda kullanılması durumunda, yoğunlaştırmadan önce ısıtılma uygulamasının önerilebileceği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, kara kavak odununun taşıyıcı uygulamalar ile dış mekan (dış cephe kaplaması, park ve bahçe mobilyaları, vb.) veya iç mekanda (lambri, parke, sauna, mobilya elemanları, vb.), yine kısmen yanmaya dayanıklı yapılarda kullanılabilme olasılığını arttırmak için ısıtılma işlem ve yoğunlaştırma modifikasyon yöntemlerinin birlikte kullanılmasının önerilebileceği kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Kara kavak, ısıtılma işlem, yoğunlaştırma, özellikler

# Improving of some Properties of Heat-treated Black Poplar (*Populus nigra* L.) Woods using Densification

<sup>1</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Products Engineering, Isparta, Turkey

## Article History

Received: 03.10.2022

Accepted: 06.12.2022

Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – In this study, black poplar (*Populus nigra* L.) wood was subjected to heat treatment at 120, 160 and 200 °C, and then the samples were densified by pressing at a rate of 25% and 50%. FTIR spectra of the heat-treated samples revealed that there was no significant variation in the crystallinity index of the samples due to heat treatment. In the main decomposition stage of the TGA and DTG thermograms of the heat-treated samples, it was understood that the heat-treated samples lost less material than the control samples. TGA and DTG findings showed that with the increase of the temperature applied in the heat treatment, significant holocellulose loss occurred in the samples. When the physical and mechanical properties of the heat-treated and densified samples were evaluated, it was revealed that applying heat treatment before densification can be recommended if densified black poplar samples are used in environments where they can come into contact with water. For increase the possibility of using black poplar wood in load-bearing applications, outdoors (siding, park and garden furniture, etc.) or indoors (panel, parquet, sauna, furniture elements, etc.), also in partially fire-resistant structures, it can be recommended to use heat treatment and densification together.

**Keywords** – Black poplar, heat treatment, densification, properties

<sup>1</sup>  [abdullahcaniyilmaz@gmail.com](mailto:abdullahcaniyilmaz@gmail.com)

<sup>2</sup>  [samimyasar@isparta.edu.tr](mailto:samimyasar@isparta.edu.tr)

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Dünyadaki artan nüfus, teknolojik gelişmeler ve paralelindeki sanayileşme ile tüketim giderek artış göstermiştir. Ancak yeryüzündeki mevcut kaynakların sınırlı olması, söz konusu kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını zorunluluk haline getirmiştir. Özellikle son yıllarda çevresel açıdan yaşanan küresel boyuttaki olumsuz gelişmeler erişilmesi kolay ve sağlık açısından değerli olan orman ürünlerinin önemini daha da artırmıştır. İnsanlığın varoluşuyla beraber ahşap malzeme insan hayatında önemli yer kaplayan ısınma, barınma ve avlanma gibi amaçlar için kullanılmaktayken günümüzde kullanım alanları giderek çoğalmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997). Ancak, ahşap malzemenin kullanım alanlarını sınırlayan ya da kullanım esnasında problemlerle karşılaşmamıza neden olabilecek olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Odunun çeşitli biyolojik zararlılarca tahrip edilebilmesi, tam kuru hal ile lif doyguluk noktası (LDN) arasında rutubet farklılaşması nedeniyle boyutlarını değiştirebilmesi ve biyolojik bozunmalara uğrayabilmesi gibi durumlar son kullanım alanında sorun oluşturan olumsuz özellikler olarak ortaya çıkabilmektedir (Mayes ve Oksanen, 2002; Karakaş, 2008).

Ahşap malzemenin olumsuz taraflarının en aza indirilmesine yönelik, odun modifikasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında yer alan ve en önemlilerinden birisi olan ısıl işlem, termal bir modifikasyon yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu uygulama, hücre çeperinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişikliklere neden olmaktadır. Uygulamadaki temel amaç, kimyasal tepkimelerin hızlandığı 100 ile 250°C arasındaki sıcaklıklarda ağaç malzemenin muamele edilmesidir. Diğer pek çok modifikasyon yöntemine kıyasla uygulanması kolay olan ısıl işlem sürecinde kimyasal maddelerin kullanılmaması, doğada ve insan sağlığında oluşabilecek tahribatların engellenmesine de katkı sağlamaktadır (Yıldız, 2002; ITWA, 2003; Esteves ve Pereira, 2009; Korkut ve Kocaefe, 2009; Akkılıç vd., 2014; Tosun, 2021).

Oduna ısıl işlem uygulanması temelde iki amaca hizmet etmektedir. Bunlardan ilki böcek ve mantar gibi tahrip edici unsurlar karşısında ahşap malzemenin biyolojik dayanıklılığını geliştirmek, ikincisi ise denge rutubet miktarının (DRM) azaltılması vasıtasıyla çalışmasını en az düzeye taşıyarak odunu boyutsal stabiliteye ulaştırmaktır (Karakaş, 2008; Aydemir ve Gündüz, 2009; Güller, 2012). Ayrıca, ısıl işlem ahşap malzemenin dış mekanlarda kullanılmasına, dekoratif özelliklerinin geliştirilmesine ve kullanım süresinin uzamasına katkı sağlamaktadır (Korkut ve Kocaefe, 2009).

Endüstriyel ölçekli ısıl işlem uygulaması “ThermoWood”, 90'lı yılların başında Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi (VTT) tarafından geliştirilmiş ve o zamandan bu yana en çok ilgi gören proses olarak pazarda yerini almıştır (Aydemir ve Gündüz, 2009; Korkut, 2009; Güller, 2012; Icel vd., 2015; Icel ve Beram, 2017).

Ahşap taşıyıcı sistemlerde ve aşınma direncinin önemli bulunduğu çalışmalarda yoğunluğu yüksek ağaç malzeme kullanımı tercih edilmektedir. Orman ürünleri endüstrisinde öncelikli olarak arzu edilmeyen yoğunluğu düşük ahşap malzeme yoğunlaştırma işlemleriyle modifiye edilerek, performansı yükseltilmiş değerli ürünlere dönüştürülebilmektedir. Bununla birlikte, yoğunluğu yüksek türler de yoğunlaştırma işlemine tabi tutularak elde edilen ürünlerin bazı direnç özelliklerinde gelişmeler sağlanabilmektedir (Blomberg ve Person, 2004; Kutnar ve Šernek, 2007; Pelit, 2014).

Basınç altında sıkıştırma ile gerçekleştirilen yoğunlaştırma işleminde hücre çeperinde çökertme meydana getirilerek boşluk hacminin azaltılması suretiyle ağaç malzemenin yoğunlaştırılması sağlanmaktadır (Pelit ve Sönmez, 2015). Fakat yoğunlaştırma işlemi sonrasında karşılaşılan en önemli problemlerden birisi elde edilen malzemede gerçekleşen geri esnemedir. Bu dezavantaj ise sıcaklık ve buhar etkisiyle önlenabilmektedir. Yoğunlaştırılmış ürünlerde elde edilen değerler genellikle ağacın rutubetine, yoğunluğuna, sıkıştırma yönüne ve hücre çeperi hacmine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kutnar ve Šernek, 2007; Rautkari vd., 2010; Pelit, 2014).



Kara kavak (*Populus nigra* L.) Kuzey Afrika, Orta ve Batı Asya ile Avrupa'da özellikle nehir kenarlarındaki sulak alanlarda yayılış göstermektedir (Rathmacher vd., 2010). Türkiye'de 68 000 hektarlık kara kavak plantasyonundan yıllık 1.9 milyon m<sup>3</sup> odun elde edilebilmektedir (Kahraman vd., 2011). Kara kavak odunu mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, ambalaj sektöründe (kutu, sandık, palet, vs.), model, kontrplak, kibrit, kompozit panel ve protez yapımında hammadde olarak kendisine yer bulabilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Gaudet vd., 2008).

Çalışmada, kara kavak (*Populus nigra* L.) odunu örneklerine öncelikle farklı sıcaklıklarda (120, 160 ve 200°C) ısıtılma işlemi uygulanmış, devamında örnekler %25 ve %50 oranlarında termal preslenerek yoğunlaştırılmıştır. Örneklerdeki, ısıtılma işleminden kaynaklanan kimyasal ve termal özelliklerdeki değişimler işlem görmemiş kontrol örnekleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Isıtılma işlemi ve yoğunlaştırma işlemlerinin peş peşe uygulanmasının, örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Kara kavak türüne ait materyal Isparta Gökaslan Kereste Firmasından sağlanmıştır. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan kontrol ve işlem grubu deney örnekleri ilgili standartlar doğrultusunda hazırlanmıştır (TS 2470, 1976; TS 53, 1981).

### 2.2. Yöntem

Örneklerin yerleştirildiği laboratuvar tipi etüv, hedeflenen ısıtılma sıcaklıklarına (120, 160 ve 200°C) ulaştırıldıktan sonra sıcaklık 2 saat süreyle sabit bırakılmıştır. Örnekler, 120°C'de 5, 160°C'de 7 ve 200°C'de 9 saat ısıtılma işlemine tabi tutulmuştur. Isıtılma işlemi uygulandıktan sonra, deney örnekleri %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık ortamına getirilmiş iklimlendirme kabini içinde değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlamaya tabi tutulmuştur.

Yoğunlaştırma işlemi, tabla alanı 60×60 cm<sup>2</sup> olan basınç ve sıcaklık kontrol paneline sahip bir hidrolik test presinde gerçekleştirilmiştir. Yoğunlaştırma işlemi, 120±5°C pres sıcaklığı, 5 MPa pres basıncı altında iki farklı varyasyon oluşturularak %25 ve %50 sıkıştırma oranında 30 dakika süreyle yapılmıştır. Yoğunlaştırılan numuneler sürenin tamamlanmasıyla prestan alınarak, yine ısıtılma işlemi sonrası uygulanan koşullardaki gibi kondisyonlamaya tabi tutulmuştur.

#### 2.2.1. Fiziksel Deneyler

Yoğunluk tayini, boyutsal değişim ve su alma deneyleri 20x20x30 mm<sup>3</sup> hacmindeki örneklerle gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yoğunluk tayini TS 2472, boyutsal değişim tayini TS 4084 ve su alma tayini TS EN 317 standartlarına uygun olarak yapılmıştır (TS 2472, 1976; TS 4084, 1983; TS EN 317, 1999).

#### 2.2.2. Mekanik Deneyler

Eğilme direnci tayini TS 2474 ve elastikiyet modülü tayini TS 2478'e göre yapılmıştır (TS 2474, 1976; TS 2478, 1976). Eğilme direnci ve elastikiyet modülü tayini 20x20x300 mm<sup>3</sup> hacmindeki örneklerle gerçekleştirilmiştir. Liflere paralel basınç direnci tayini 20x20x30 mm<sup>3</sup> hacmindeki örnekler kullanılarak TS 2595 (1977) standardı kurallarına uyularak yerine getirilmiştir.

#### 2.2.3. Kimyasal Analizler

Çalışma örnekleri öncelikle yongalanmış ve devamında hava kurusu hale getirilmiştir. Örnekler, Retsch SK1 değirmeninde 40-100 mesh aralığında öğütüldükten sonra moulinex değirmeni vasıtasıyla homojen odun unu haline dönüştürülmüş ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir.

FTIR analizlerinde 10 mg odun unu örneği kullanılmıştır. Peletler, 10 mg örneğin 1000 mg KBr ile preslenmesiyle oluşturulmuştur. Peletlerin FTIR spektrumları, Perkin Elmer BX FTIR spektrometre cihazı kullanılarak 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  dalga sayısı aralığında elde edilmiştir.

TGA analizleri 5 mg odun unu örneği ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler, azot ortamındaki Perkin Elmer SII Diamond termal analiz cihazında dakikada 10°C sıcaklık artışında 25-900°C aralığında analiz edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada elde edilen kara kavağa ait kontrol ve ısıl işlem uygulanmış numunelerin fiziksel özelliklerinin ortalama değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1.

Isıl işlemsiz ve ısıl işlem uygulanmış kara kavak numunelerinin fiziksel özellikleri

Isıl işlem	Sıkıştırma oranı (%)	Yoğunluk	Boyutsal değişim	Boyutsal değişim	Boyutsal değişim	Su alma (2 saat)	Su alma (24 saat)
		( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	(hava kurusu) ( $\text{cm}^3$ )	(2 saat) ( $\text{cm}^3$ )	(24 saat) ( $\text{cm}^3$ )	(%)	(%)
		Kara kavak	Kara kavak	Kara kavak	Kara kavak	Kara kavak	Kara kavak
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Knt1	Knt2	0.38 (0.02) <sup>1</sup> b <sup>2</sup>	12.40 (0.14) j	13.21 (0.15) g	13.95 (0.15) h	36.07 (4.95) b	76.19 (7.02) c
	25	0.46 (0.02) d	9.52 (0.24) f	11.85 (0.51) c	13.45 (0.12) f	49.69 (17.69) c	107.15 (13.10) g
	50	0.72 (0.05) h	6.33 (0.20) a	9.32 (1.36) a	12.34 (0.28) b	54.28 (25.02) c	128.18 (8.87) i
120°C	Knt2	0.37 (0.02) b	12.27 (0.26) i	13.04 (0.34) g	13.66 (0.36) g	32.60 (6.52) b	67.19 (6.55) b
	25	0.46 (0.01) e	9.84 (0.38) g	12.36 (0.53) d	13.23 (0.25) e	54.44 (9.18) c	89.38 (7.17) d
	50	0.59 (0.01) f	8.41 (0.22) d	12.74 (0.12) f	13.05 (0.07) d	101.36 (5.23) f	117.01 (3.08) h
160°C	Knt2	0.36 (0.03) b	11.89 (0.30) h	12.66 (0.42) e, f	13.22 (0.48) e	32.11 (9.21) b	64.13 (12.03) b
	25	0.44 (0.02) e	9.19 (0.07) e	12.42 (0.08) d, e	12.95 (0.17) d	74.65 (6.75) e	95.87 (5.02) e
	50	0.59 (0.04) g	7.55 (0.15) b	12.30 (0.52) d	12.53 (0.41) c	103.30 (15.68) f	118.06 (12.28) h
200°C	Knt2	0.35 (0.02) a	11.88 (0.13) h	12.29 (0.23) d	12.64 (0.20) c	22.84 (7.96) a	53.06 (12.19) a
	25	0.41 (0.03) c	9.80 (0.13) g	11.40 (0.20) b	11.64 (0.20) a	64.54 (9.65) d	101.29 (14.66) f
	50	0.50 (0.01) g	7.72 (0.42) c	11.24 (0.51) b	11.54 (0.59) a	-	-

1: Standart sapma, 2: Duncan testinde oluşan homojen gruplar ( $p < 0.05$ ), Knt1: Kontrol 1 (Isıl işlemsiz örnek grubu), Knt2: Kontrol 2 (Yoğunlaştırma işlemindeki her bir ısıl işlem derecesine ait kontrol grubu),  $\bar{x}$ : Ortalama

Çalışmada elde edilen veriler ısıtma işlemi ile yoğunlaştırma örneklerinin yoğunluk değerleri üzerinde kayda değer farklılıklar ortaya koymuştur. Özellikle uygulanan ısıtma işlemi sıcaklığındaki artışa bağlı olarak kontrol numuneleriyle karşılaştırıldığında örneklerinin yoğunluk değerleri azalış göstermiştir. Kara kavağın ısıtma işlemi uygulanmayan numunelerinin ortalama yoğunluk değerleri 0.38-0.72 g/cm<sup>3</sup> aralığında tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulamaları, kara kavak örneklerinin yoğunluk değerlerinde belli oranlarda düşümlere neden olmuştur. Bu bağlamda daha önce yapılan çalışmalarla yakın sonuçlar elde edilmiştir (Karakaş, 2008; Ateş vd., 2009; Sefil, 2010). Isıtma işleminden sonra yoğunlaştırma işlemi uygulanmış numunelerde, sıkıştırma oranlarındaki artışla yoğunluk değerlerinde de artışın gerçekleştiği gözlenmiştir.

Boyutsal değişim açısından bakıldığında, kontrol gruplarıyla mukayese edildiğinde uygulanan ısıtma işlemi sıcaklığının artışına bağlı olarak yoğunlaştırılmamış örneklerde hacimsel daralmanın olduğu görülmüştür. Devamında uygulanan yoğunlaştırma işlemi neticesinde örneklerinin boyutsal değişim değerleri sıkıştırma oranının artışına bağlı olarak düşüş sergilemiştir.

Isıtma işleminin örneklerdeki su alma oranlarında düşüme neden olduğu gözlenmiştir. Kara kavak örneklerinde su alma oranı %22.84 ile %128.18 aralığında tespit edilmiştir. En düşük oran 2 saat suda bekletilmiş 200°C’de ısıtma işlemi görmüş kara kavak kontrol örneklerinde saptanmışken, en yüksek oran ise 24 saatlik süre sonunda sudan çıkarılmış ısıtma işlemi uygulanmamış ve %50 oranında preslenmiş örneklerde belirlenmiştir. Bu durum daha önceki yapılan çalışmalarda, ısıtma işlemi uygulaması sonucunda hidroksil gruplarında meydana gelen azalma ile ifade edilmiştir (ITWA, 2003; Tjeerdsma ve Militz, 2005; Aydemir vd., 2011; Yaşar vd., 2020). Keza, odunun ana kimyasal bileşenlerinden olan ve polisakkaritleri (holoselüloz) oluşturan selüloz ile hemiselülozların içerdikleri yüksek miktarda -OH grupları söz konusu bileşenlerin hidrofilik özellik göstermelerini sağlamaktadır (Fengel ve Wegener, 1984). Isıtma işleminin örneklerdeki holoselüloz oranında düşüme sebep olması serbest -OH gruplarının miktarını azaltmaktadır (Ateş vd. 2009; 2010).

Çalışmada elde edilen kara kavağa ait kontrol ve ısıtma işlemi uygulanmış numunelerin mekanik özelliklerinin ortalama değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Isıl işlemsiz ve ısıl işlem uygulanmış kara kavak numunelerinin mekanik özellikleri

Isıl işlem	Sıkıştırma oranı (%)	Eğilme direnci MOR (N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet modülü MOE (N/mm <sup>2</sup> )	Liflere paralel basınç direnci Basma (N/mm <sup>2</sup> )
		Kara kavak $\bar{x}$	Kara kavak $\bar{x}$	Kara kavak $\bar{x}$
Knt1	Knt2	72.12 (4.32) <sup>1</sup> d <sup>2</sup> , e	5790.74 (613.36) a, b	37.88 (1.46) a
	25	110.36 (4.52) g	10337.94 (1056.43) f	54.15 (7.62) e
	50	126.21 (22.11) h	13072.26 (1435.60) g	69.96 (3.86) f
120°C	Knt2	77.21 (10.97) e	6391.08 (948.15) b	48.03 (3.97) b, c
	25	99.05 (10.75) f	9196.80 (1104.38) d, e	52.44 (1.26) d, e
	50	100.32 (25.31) f	13092.02 (1670.63) g	48.02 (6.96) b, c
160°C	Knt2	67.56 (4.53) d	5635.06 (444.76) a, b	45.96 (5.76) b
	25	94.76 (11.13) f	8820.70 (1374.06) d	48.34 (7.51) b, c
	50	101.06 (19.83) f	9929.15 (2222.58) e, f	51.74 (6.04) d, e
200°C	Knt2	57.56 (6.83) c	5559.23 (679.85) a	50.53 (5.39) c, d
	25	25.59 (7.79) a	7843.73 (1305.84) c	39.89 (5.75) a
	50	38.90 (5.10) b	8560.25 (2698.25) c, d	-

1: Standart sapma, 2: Duncan testinde oluşan homojen gruplar ( $p < 0.05$ ), Knt1: Kontrol 1 (Isıl işlemsiz örnek grubu), Knt2: Kontrol 2 (Yoğunlaştırma işlemindeki her bir ısıl işlem derecesine ait kontrol grubu),  $\bar{x}$ : Ortalama

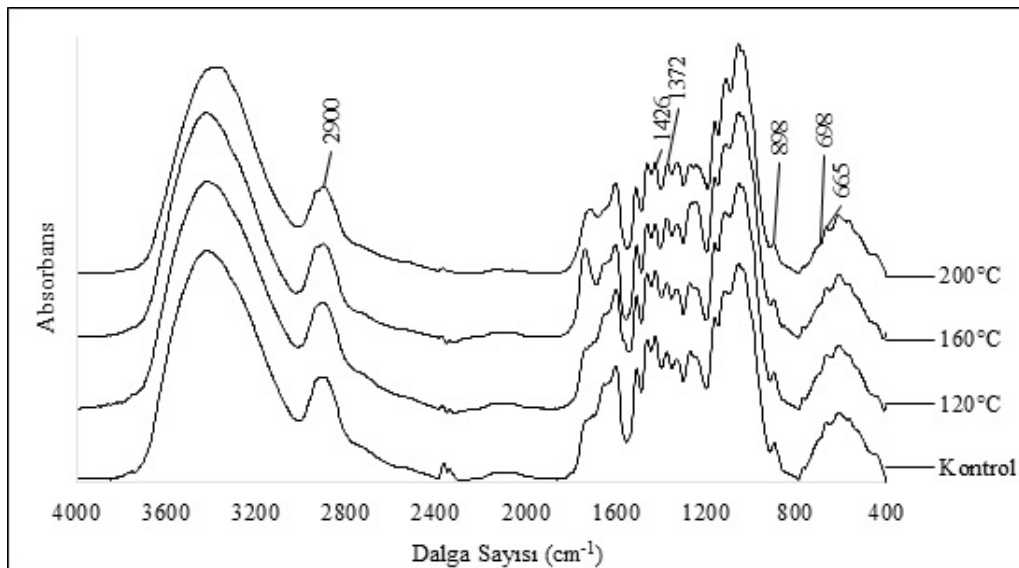
Isıl işlem uygulamasının örneklerdeki özellikle ana kimyasal bileşiklerin molekül yapılarında yaratmış olduğu değişimler nedeniyle (Bürüş vd, 2019; Yaşar vd., 2020), ahşap malzemenin bazı fiziksel özelliklerinde gelişmelere, bazı mekanik özelliklerinde ise düşüslere neden olduğuna literatürde rastlanmaktadır (Yıldız, 2002; Bekhta ve Niemz, 2003; Esteves vd., 2007; Boonstra, 2008; Korkut vd., 2008; Perçin; 2012). Eğilme direnci değerleri ısıl işlem görmüş deney örneklerinde kontrol örneklerine göre düşüş göstermiştir. Kara kavak örneklerinde eğilme direnci değerleri 38.90 N/mm<sup>2</sup> ile 126.21 N/mm<sup>2</sup> aralığında tespit edilmiştir. En düşük değerler 200°C’de ısıl işleme uğratılmış kara kavak numunelerinde belirlenmişken, en yüksek değerler ise ısıl işleme tabi tutulmamış %50 oranında preslenmiş numunelerde saptanmıştır. Yoğunlaştırma işlemi neticesinde ahşap malzemenin boşluk hacmindeki azalmadan kaynaklı yoğunluğunun artması ile mekanik özellikleri iyileşmektedir (Tabarsa ve Chui, 1997; Ülker vd., 2012; Pelit, 2014; Pelit vd., 2018). Kara kavak örneklerinin

presleme işleminden sonra eğilme direnci değerleri sıkıştırma oranları doğrultusunda kontrol örneklerine göre artış göstermiştir. Ancak, ısı işlem sıcaklığının 200°C’de uygulanması ile elde edilen örneklerde yoğunlaştırma işlemine rağmen eğilme direnci değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Ağaç malzemenin 200°C ve daha yüksek sıcaklıklarda ısı işlem görmesi sonucunda odun bileşenlerinin tamamen dönüşümü ve kimyasal bileşenlerin ısı bozunmasından kaynaklı yapısal hasarlar oluştuğu söylenebilir (Yıldız vd., 2006; Esteves ve Pereira 2009; Korkut ve Kocaefe 2009; Aydemir vd., 2011).

Elastikiyet modülü değerleri ısı işlem görmüş kara kavak deney örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla genel olarak azalmıştır. Kara kavak örneklerinde elastikiyet modülü değerleri 5559.23 N/mm<sup>2</sup> ile 13092.02 N/mm<sup>2</sup> aralığında saptanmıştır. Kontrol numunelerine göre %34.52 oranında azalma ile en düşük değer 200°C’de ısı işleme tabi tutulmuş ve preslenmiş kara kavak örneklerinde belirlenmişken, en yüksek değer ise ısı işleme tabi tutulmamış %50 oranında preslenmiş örneklerde elde edilmiştir. Bu durum, kontrol ve ısı işlem uygulanan (120, 160 ve 200°C) tüm örneklerde yoğunlaştırma oranları doğrultusunda elastikiyet modülü değerlerinin yükseldiğini ortaya koymaktadır.

Isı işlem sıcaklığındaki artışın örneklerin liflere paralel basınç direnci değerlerine genel olarak pozitif yönde etki ettiği görülmüştür. Bu durumun ısı işlem sonrası örneklerdeki denge rutubet miktarının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1995; Blomberg, 2006; Örs ve Keskin, 2008; Sefil, 2010; Kol, 2010). Isı işlem uygulanmış kara kavak örneklerinde yoğunlaştırma işlemi olumlu yönde sınırlı neticeler verse de en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri 69.96 N/mm<sup>2</sup> ile ısı işlem görmemiş %50 oranında sıkıştırılmış kara kavak örneklerinde tespit edilmiştir. Yoğunluk artışının ahşap malzemedeki sertlik ve bazı mekanik direnç değerlerini yükselttiği literatürde yer almaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1995; Blomberg, 2006; Örs ve Keskin, 2008; Sefil, 2010; Kol, 2010).

Kontrol ve ısı işlem görmüş kara kavak örneklerinden elde edilen FTIR spektrumlarına (Şekil 1) ait veriler kullanılarak kristallik indeksi değerleri hesaplanmıştır. 1426 ve 898 cm<sup>-1</sup>’deki bandlar CH<sub>2</sub> bükülmesi ve anomerik CH<sub>2</sub> deformasyonunu gösteren bandlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Kataoka ve Kondo, 1998). A<sub>1426</sub>/A<sub>898</sub> ve A<sub>1372</sub>/A<sub>2900</sub> oranlanması ile elde edilen değerler selülozun kristallik indeksini temsil etmektedir (Hassan vd., 2000). A<sub>1372</sub>/A<sub>665</sub> ve A<sub>1372</sub>/A<sub>698</sub> oranları selüloz 1’in selüloz 2’ye dönüşümünü ifade eden değerler olarak belirtilmişlerdir (Hassan vd., 2000; Akerholm vd., 2004). 1372 cm<sup>-1</sup>’deki banda ait absorban değerleri 1370, 1335 ve 1315 cm<sup>-1</sup>’deki CH bükülmesinin birleşimine, 665 cm<sup>-1</sup>’deki band ise düzlem dışı C-OH bükülmesine karşılık gelmektedir (Evans vd., 1995).



Şekil 1. Kara kavak örneklerinin FTIR spektrumları

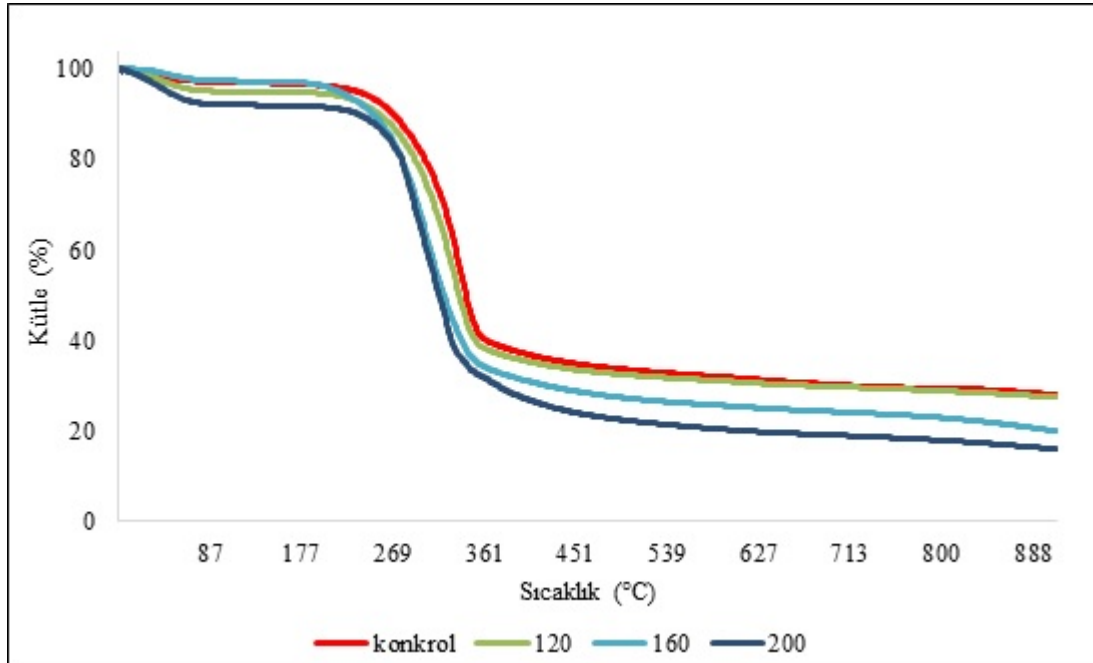
Kristallik indeksi değerlerine Ateş vd. (2009 ve 2010)'nin çalışmalarındaki yöntemden faydalanılarak ulaşılmıştır (Tablo 3). Çizelge değerleri ısıtma işlem uygulamalarının kara kavak numunelerinin kristallik indeksinde önemli düzeyde bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymuştur (Yıldız ve Gümüşkaya, 2007; Ateş vd., 2009; 2010; Yaşar vd., 2020).

Tablo 3.

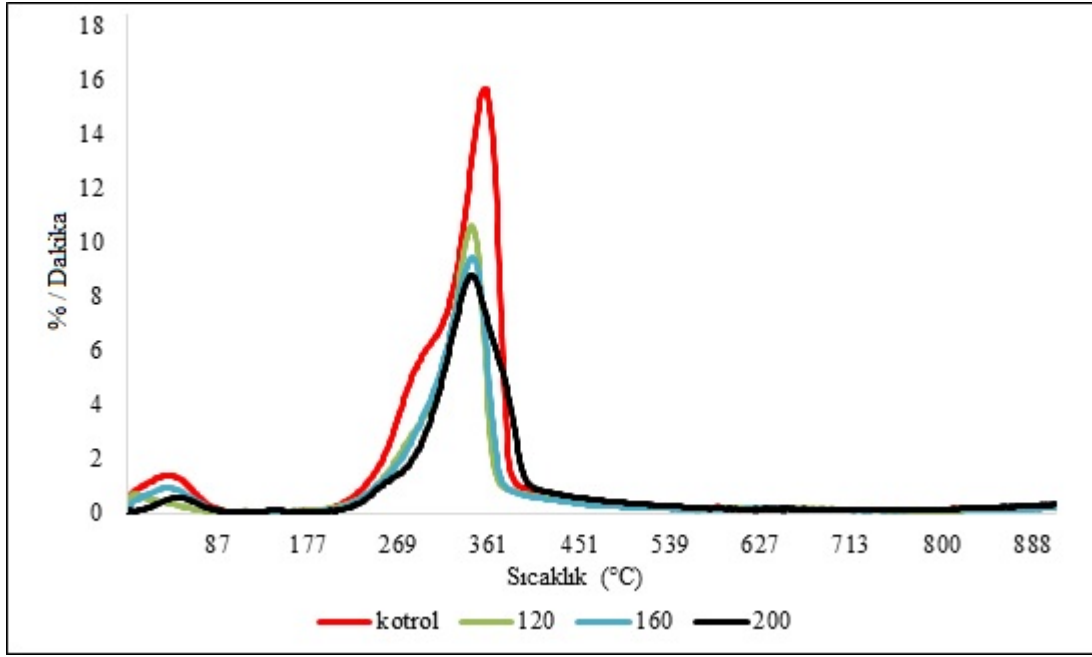
Kara kavak örneklerinin kristallik indeksi

Kristallik indeksi	Kontrol	120°C	160°C	200°C
A <sub>1426</sub> /A <sub>898</sub>	3.92	3.53	2.79	3.65
A <sub>1372</sub> /A <sub>2900</sub>	1.23	1.17	1.26	1.26
A <sub>1372</sub> /A <sub>665</sub>	2.21	2.22	2.27	2.38
A <sub>1372</sub> /A <sub>698</sub>	3.25	3.29	3.35	4.00

Kontrol ve ısıtma işlem görmüş kara kavak örneklerinin TGA ve DTG termogramları sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 2. Kara kavak örneklerinin TGA termogramları



Şekil 3. Kara kavak örneklerinin DTG termogramları

Elde edilen termogramlarda, kara kavak örneklerinde 100°C'ye kadar suyun yanı sıra ekstraktif maddelerin bir bölümünün (Turner ve Mann, 1981) uzaklaştığı gözlenmiştir. 100°C'den itibaren başlayan ve 627°C'ye kadar devam eden esas bozunma safhasında hemiselülozlar, ekstraktiflerin kalan kısmı, lignin ve selülozun yapısal bozunmasının olduğu görülmüştür (Turner ve Mann, 1981; Meszaros vd., 2007). Maksimum bozunma değeri ise 351°C'de elde edilmiştir.

TGA ve DTG termogramlarında işleme uğratılmamış kara kavak numunelerine göre, ısıl işleme tabi tutulmuş numunelerde uygulanan sıcaklık derecesinin yükselmesine bağlı olarak esas bozunma safhasında kara kavak için 100°C'den itibaren kütle kaybının giderek düştüğü gözlenmiştir. Söz konusu termogramlardan, ısıl işlemin örneklerdeki holoselüloz miktarını azalmaya taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu durum, ısıl işleme uğratılmış numunelerin daha yüksek termal dayanıklılık sergilediğini onaylamaktadır. TGA ve DTG bulgularının literatür tarafından desteklendiği görülmüştür (Kamdem, 2002; Hill, 2006; Martinka vd., 2014; Beram ve Yaşar, 2018; Zhang vd., 2019; Aydemir vd., 2019; Yaşar vd., 2020).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Kara kavak (*Populus nigra* L.) odunu örnekleri farklı sıcaklıklarda (120, 160 ve 200 °C) ısıl işleme maruz bırakılmıştır. Isıl işlem sonrasında örneklere %25 ve %50 oranında sıkıştırma vasıtasıyla yoğunlaştırma işlemi uygulanmıştır. FTIR spektrumları, ısıl işlem nedeniyle örneklerin kristallik indeksinde önemli bir değişimin gerçekleşmediğini sergilemiştir. TGA ve DTG analizlerinden elde edilen termogramlar, uygulanan ısıl işlem sıcaklığının artışına bağlı olarak işleme tabi tutulmamış kara kavak örneklerine kıyasla örneklerde kütle kaybının giderek düşüş gösterdiğini ortaya koymuştur. Böylelikle, ısıl işlemin örneklerdeki holoselüloz oranında düşüşe neden olduğu anlaşılmıştır. Isıl işleme tabi tutulmuş örneklerin daha yüksek termal dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulanan işlem sıcaklığının artışına bağlı olarak örneklerdeki boyutsal değişim ve su alma değerlerinin sürekli azaldığı görülmüştür. Yine, işlem sıcaklığının artışıyla örneklerin mekanik özelliklerinin zayıfladığı anlaşılmıştır. Yoğunlaştırma işleminde uygulanan oranın artışının ise söz konusu özellikleri geliştirdiği görülmüştür. Yoğunlaştırmadan önce ısıl işlem uygulanarak su alma oranında azalma ve boyutsal stabilite direncinde önemli gelişmelerin sağlanmasıyla, sadece yoğunlaştırma uygulamalarında sıkça görülen başlangıç boyutlarına geri dönüşün azaltılabileceği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, yoğunlaştırılmış örneklerin suyla temasa geçebileceği ortamlarda kullanılması amaçlandığında, yoğunlaştırma

işlemi öncesinde ısıtma işlemi uygulanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kara kavak odununun taşıyıcı uygulamalar ile dış mekan (dış cephe kaplaması, park ve bahçe mobilyaları, vb.) veya iç mekan (lambri, parke, sauna, mobilya elemanları, vb.) elemanlarında, yanı sıra kısmen yanmaya dayanıklı yapılarda kullanılabilme olasılığını yükseltebilmek amacıyla ısıtma işlemi ve yoğunlaştırma uygulamalarının birlikte kullanılmasının önemli olduğu kanaatine varılmıştır.

### Bilgilendirme

Bu makale, Abdullah Canıyılmaz'ın "Yoğunlaştırmanın ısıtma işlemi görmüş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve kara kavak (*Populus nigra* L.) odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

### Yazar Katkıları

Yazar Abdullah Canıyılmaz: Laboratuvar çalışmalarını gerçekleştirmiş, verileri toplamış ve makaleyi yazmıştır.

Yazar Samim Yaşar: Çalışmayı planlamış ve veri analizlerini yapmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akerholm, M., Hinterstoisser, B. Salmen, L. (2004). Characterization of the crystalline structure of cellulose using static and dynamic FTIR spectroscopy. *Carbohydrate research*, 339(3), 569-578.
- Akkılıç, H., Kaymakçı, A., Ünsal, Ö. (2014). *Isıtma işlemi uygulanmış ahşap malzemenin dış cephe kaplaması olarak değerlendirilme potansiyeli*, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3- 4 Nisan, İstanbul, 1-9.
- Ates, S., Akyıldız, M. H., Özdemir, H. (2009). Effects of heat treatment on calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood. *BioResources*, 4(3), 1032-1043.
- Ateş, S., Akyıldız, M. H., Özdemir, H., Gümüşkaya, E. (2010). Technological and chemical properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood after heat treatment. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(1), 4949-4958.
- Aydemir, D., Gündüz, G. (2009). Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15), 71-81.
- Aydemir, D., Gündüz, G., Altuntaş, E., Ertaş, M., Şahin, H. T., Alma, M. H. (2011). Investigating changes in the chemical constituents and dimensional stability of heat-treated hornbeam and uludag fir wood. *Bio-Resources*, 6(2), 1308-1321.
- Aydemir, D., Bürüç, G., Bakır, K. (2019). Doğu kayını ve saplı meşe odunlarının bazı özellikleri üzerine ısıtma işleminin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3), 713-721.
- Bekhta, P., Niemz, P. (2003). Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforchung*, 57(5), 539-546.
- Beram, A., Yaşar, S. (2018). NaOH ile modifiye edilmiş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yongalarının levha üretimindeki performansı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 187-196.
- Blomberg, J., Persson, B. (2004). Plastic deformation in small clear pieces of Scots pine (*Pinus sylvestris*) during densification with the CaLignum process. *Journal of Wood Science*, 50(4), 307-314.
- Blomberg, J. (2006). *Mechanical and physical properties of semi-isostatically densified wood*. (Ph.D. Thesis, Lulea University of Technology)
- Boonstra, M. J. (2008). *Two Stage Thermal Modification of Wood*. (Ph.D., Ghent University and Universite Henry Poincare)
- Bozkurt, Y., Erdin, N. (1995). Yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(2), 11-34.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. (1997). *Ağaç teknolojisi ders kitabı*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. (2000). *Odun anatomisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Bürüç, G., Aydemir, D. ve Bakır, K. (2019). Doğu kayını ve saplı meşe odunlarının bazı özellikleri üzerine ısıtma işleminin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3), 713-721.



- Esteves, B. M., Pereira, H. (2009). Wood modification by heat treatment: A review, *BioResources*, 4, 340–404.
- Esteves, B., Marques, A. V., Domingos, I., Pereira, H. (2007). Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood Science and Technology*, 41(3), 193-207.
- Evans, R., Newman, R. H., Roick, U. C., Suckling, I. D., Wallis, A. F. (1995). Changes in cellulose crystallinity during kraft pulping. Comparison of infrared, X-ray diffraction and solid state NMR results. *Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood*, 49(6), 498-504.
- Fengel, D., Wegener, G. (1984). *Wood chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, Germany.
- Gaudet, M., Jorge, V., Paolucci, I., Beritognolo, I., Scarascia Mugnozza, G., Sabatti, M. (2008). Genetic linkage maps of *Populus nigra* L. including AFLPs, SSRs, SNPs, and sex trait. *Tree Genetics and Genomes*, 4, 25–36.
- Güller, B. (2012). Effects of heat treatment on density, dimensional stability and color of *Pinus nigra* wood. *African Journal of Biotechnology*, 11(9), 2204-2209.
- Hassan, M. L., Rowell, R. M., Fadl, N. A., Yacoub, S. F., Christainsen, A. W. (2000). Thermoplasticization of bagasse. I. Preparation and characterization of esterified bagasse fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 76(4), 561-574.
- Hill, C. A. S. (2006). *Wood modification: chemical, thermal and other processes*. Chichester, England. John Wiley & Sons Ltd.
- Icel, B., Guler, G., Isleyen, O., Beram, A., Mutlubas, M. (2015). Effects of industrial heat treatment on the properties of spruce and pine woods. *BioResources*, 10(3), 5140-5158.
- Icel, B., Beram, A. (2017). Effects of industrial heat treatment on some physical and mechanical properties of iroko wood. *Drvna industrija*, 68(3), 229-2369.
- ITWA (2003). *ThermoWood handbook*. Helsinki. International ThermoWood Association Publisher.
- Kahraman, T., Kahraman, F. K., Karakaya, S., Karahan, A., Ünsal, G., Karatay, H., Toplu, F. (2011). Türkiye’de karakavakta (*Populus nigra* L.) ıslah çalışmaları ‘fidanlık aşaması sonuçları’. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 210, İzmit, Türkiye.
- Kamdem, P. (2002). *Heat treatment: can it replace preservatives?* CWPA (Canadian Wood Preservation Association) Proceedings, 122-131.
- Karakaş, G. (2008). *Ahlât (Pyrus elaeagnifolia Pall.) Odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde ısıtma işleminin etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi)
- Kataoka, Y., Kondo, T. (1998). FTIR microscopic analysis of changing cellulose crystalline structure during wood cell wall formation. *Macromolecules*, 31(3), 760-764.
- Kol, H.Ş. (2010). Characteristics of heat-treated Turkish pine and fir wood after ThermoWood processing. *Journal of Environmental Biology*, 31(6), 1007-1011.
- Korkut, D. S., Korkut, S., Bekar, İ., Budakçı, M., Dilik, T., Çakıcıer, N. (2008). The effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.) wood. *International Journal of Molecular Sciences*, 9; 1772–1783.
- Korkut, S. (2009). Gürgeç yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* scop.) odununun bazı mekanik özellikleri üzerine ısıtma işlemi sıcaklık ve süresinin etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(1), 121-130.
- Korkut, S., Kocaefe, D. (2009). Isıtma işleminin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(2), 11-34.
- Kutnar, A., Sernek, M. (2007). Densification of wood. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva*, 82, 53–62.
- Martinka, J., Hroncova, E., Chrebet, T., Balog, K. (2014). The influence of spruce wood heat treatment on its thermal stability and burning process. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72(4), 477-486.
- Mayes, D. and Oksanen, O. (2002). *Thermowood handbook*. Finland. Joint Publication Finnforest.
- Mészáros, E., Jakab, E., Várhegyi, G. (2007). TG/MS, Py-GC/MS and THM-GC/MS study of the composition and thermal behavior of extractive components of Robinia pseudoacacia. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 79(1-2), 61-70.
- Örs, Y., Keskin, H. (2008). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. Ankara. Gazi Kitabevi.
- Pelit, H. (2014). *Yoğunlaştırma ve ısıtma işleminin doğu kayını ve sarıçamın bazı teknolojik özellikleriyle üst yüzey işlemlerine etkisi*. (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Pelit, H., Sönmez, A. (2015). Thermo-mekanik yoğunlaştırma ve ısı işlemin doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 2-8.
- Pelit, H., Budakçı, M., Sönmez, A. (2018). Density and some mechanical properties of densified and heat post-treated Uludağ fir, linden and black poplar woods. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(1), 79-87.
- Perçin, O. (2012). *Isıl işlemin lamine ahşap malzemenin bazı teknolojik özelliklerine etkilerinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rathmacher, G., Niggemann, M., Kohnen, M., Ziegenhagen, B., Bialozyt, R. (2010). Short distance gene flow in *Populus nigra* L. accounts for small scale spatial genetic structures: Implications for in situ conservation measures. *Conserv. Genet.*, 11, 1327–1338.
- Rautkari, L., Properzi, M., Pichelin, F., Hughes, M. (2010). Properties and set-recovery of surface densified Norway spruce and European beech. *Wood Science and Technology*, 44(4), 679–691.
- Sefil, Y. (2010). *ThermoWood yöntemiyle ısı işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Tabarsa, T., Chui, Y. H. (1997). Effects of hot-pressing on properties of white spruce. *Forest Products Journal*, 47(5), 71-76.
- Thurner, F., Mann, U. (1981). Kinetic investigation of wood pyrolysis. *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development*, 20(3), 482-488.
- Tjeerdsma, B. F., Militz, H. (2005). Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. *Holz als roh-und Werkstoff*, 63(2), 102-111.
- Tosun, M. (2021). *Thermo-mekanik yoğunlaştırmanın masif ağaç malzemenin işleme özellikleri üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi)
- TS 2470, (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472, (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, (1976). Odunun statik eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2478, (1976). Odunun statik eğilmede elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2595, (1977). Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, (1983). Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 53, (1981). Odunun fiziksel özelliklerini tayin için numune alma, muayene ve deney metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar - su içerisinde daldırma işleminden sonra boyutsal tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ulker, O., Imirzi, O. and Burdurlu, E. (2012). The effect of densification temperature on some physical and mechanical properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) *BioResources*, 7(4), 5581-5592.
- Yaşar, S., Uz, A., Beram, A. (2020). Isıl işlem görmüş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yongalarından üretilen levhaların bazı özellikleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(1), 14-20.
- Yıldız, S. (2002). *Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri*. (Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Yıldız, S., Gezer, E. D., Yıldız, U. C. (2006). Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. *Building and Environment*, 41(12), 1762-1766.
- Yıldız, S., Gümüşkaya, E. (2007). The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood. *Building and Environment*, 42(1), 62-67.
- Zhang, N., Xu, M., Cai, L. (2019). Improvement of mechanical, humidity resistance and thermal properties of heat-treated rubber wood by impregnation of SiO<sub>2</sub> precursor. *Scientific reports*, 9(1), 982.

## Elbise Askılarında Mukavemet Deneyi

Yarkın Paşa Kurt<sup>1</sup>, Emine Seda Erdinler<sup>2,\*</sup>, Sedanur Şeker<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 26.07.2022

Kabul: 13.09.2022

Yayın: 15.12.2022

### Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada TS 9215'e göre ahşap ve plastik olmak üzere 2 farklı malzemeden üretilmiş elbise askılarında mukavemet deneyi yapılarak, hangi malzemeli elbise askısının daha iyi mukavemet değerlerinin olduğunu belirlemek ve deformasyon miktarları ile deformasyon noktalarının tespit edilerek değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ahşap malzemeden üretilmiş elbise askıları, plastik malzemelere göre geri dönüştürülebilir olması ve sürdürülebilirlik açısından daha uygun malzemelerdir. Mukavemet ölçümünde TS 9215 standardından yararlanılmıştır. Deney modeli için TS 9215 standardına göre bir deney düzeneği oluşturulmuştur. Deneyde 8 adet ahşap ve 8 adet plastik olmak üzere toplam 16 adet elbise askısı uygulanmış ve sonuçlarına göre seçilerek kullanılmıştır. Her bir elbise askı standarda uygun olarak, 3 noktadan asılabilir 5 kilogramlık kütleler ile 8'er saat boyunca deney düzeneğinde asılmış ve her 2 saatte bir kontrol edilmiştir. Deney sonucunda oluşan deformasyonlar gözlemlenmiştir. Gözlemlenen deformasyonlar ilk olarak fotoğraflanmış ardından milimetrik cetvel ile hassas bir şekilde ölçülüp not alınmıştır. Elde edilen metrik veriler M. Excel programında çözümlenmiş, tablo ve grafik haline getirilmiştir. Her iki türden üretilmiş olan elbise askılarında kanca kısımlarındaki deformasyonun, elbise askılarının mukavemet deformasyonlarından çok daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, ahşap elbise askılarının plastik elbise askılarına göre daha yüksek mukavemetli, deformasyon indeksinin daha az olduğunu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra ahşap elbise askılarında kullanılan ağaç malzemenin de mukavemet özelliklerine etki ettiği tespit edilmiştir. Araştırmada da ahşap elbise askıları üretici tercihi bir yarısı kızılğaç ve diğer yarısı okaliptüs türlerinden yapılmış örnekler kullanılmıştır. Bu iki cins arasındaki karşılaştırmada da kızılğaç kısımlarının daha mukavemetli olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Elbise askısı, Kızılğaç, Mukavemet Deneyi, Okaliptüs, Polipropilen

## Strength Test on Coat Hangers

<sup>1,2,3</sup>Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Istanbul, Turkey

### Article History

Received: 26.07.2022


Accepted: 13.09.2022


Published: 15.12.2022


### Research Article

**Abstract** – In this study, it is aimed to evaluate the coat hangers made of 2 different materials such as wood and plastic to evaluate the strength values, deformation amounts and deformation points of the coat hangers. Wooden coat hangers are, highly recyclable and sustainable when compared to plastics. TS 9215 standard was used to measure strength properties. The experimental setup created according to the TS 9215 standard formed the model of the research and experiments. In the experiment, a total of 16 coat hangers, 8 of which were made of wood and 8 of which were made of plastic, were used. Each coat hanger was hung in the experimental setup for 8 hours with 5 kilogram masses hung from 3 points in accordance with the standard and were checked every 2 hours. The deformations formed as a result of the experiment were observed. Observed deformations were first photographed and then precisely measured with a millimetric ruler and noted. The metric data obtained were analyzed in M. Excel program and transformed into tables and graphics. It has been observed that deformation of the hook parts of the coat hangers made of both types was higher than the strength deformations of the body part of the coat hangers. The results obtained in this study showed that wooden coat hangers have higher strength and lower deformation index than plastic coat hangers. In addition, it has been determined that the wood material used in wooden coat hangers has a great effect on the strength properties. In this study, when comparing alder and eucalyptus species on wooden coat hangers, alder was found to be more durable.

**Keywords** – Coat hanger, Strength test, Alder, Eucalyptus, Polypropylene

<sup>1</sup>  usady12@hotmail.com

<sup>2</sup>  seda@iuc.edu.tr

<sup>3</sup>  sedanur.seker@iuc.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

1903 yılında Jackson Mississippi'deki Timberlake Wire and Novelty Company'de Albert J. Parkhouse adında bir çalışan, elbise askısının icadı için basit bir tel parçası ile iki oval şekillendirme yapmıştır. Telin üst kısmına bir çubuğa asılabilmesini sağlayacak bir kanca yaparak mekanizmayı oluşturulmuştur. Bu, günümüzün yaygın tel elbise askısı tasarımlarını en yakından yansıtan bilinen ilk tasarım olmuştur (Wernicke, 2021). Bu sayede elbise askıları fazlalık olan, giyilmeyen ve çok yer kaplayan elbiseleri tek bir noktada buluşturmak için ideal bir eşya haline gelmiştir.

Askılar cinsiyet, yaş, kıyafet tipi ve malzemesine göre genel anlamda sınıflandırılmaktadırlar. Cinsiyete göre sınıflandırılmada kadın ve erkek elbise askıları, yaşa göre sınıflandırılmada yetişkin, çocuk ve bebek elbise askıları, kıyafet tipine göre sınıflandırılmada elbise, takım elbise, pantolon ve iç çamaşırı askıları son olarak malzemeye göre ahşap, plastik, kumaş ve metal elbise askıları bulunmaktadır(Shuliy machinery, n.d.).

Klasik üçgen biçimin yanında daha modernize edilmiş, farklı şekillerde ve farklı malzemelerden elbise askıları da mevcuttur. Bu tarz elbise askıların boyutları kullanım yeri ve amacına göre değişmektedir. Duvara monte tip askılar, portmantolar, kapı arkası askıları, ayaklı askılar örnek verilebilmektedir (Bork, 2018).

Askı; elbise, aksesuar ve diğer süs eşyaları ile diğer her türlü eşyayı asmak için kullanılmaktadır. Askı kolayca hareket edebilen, dönen, ortak bir alanda ekstra alan belirleyebilen, kaliteli, dayanıklı, mevcut pazar ve insan ihtiyaçlarını karşılayan nitelikte olması beklenen bir eşyadır. Bu amaçla bazı araştırmacılar CAD/CAM/CE ileri teknolojilerini kullanarak bu ihtiyaçlara cevap verecek yeni bir askı tasarımı ile buna uygun bir kalıp yaparak ürünü ortaya koymuşlardır (Dadhich ve Tiwari 2019; Myint ve Khaing 2018).

Elbise askısı kalıpları, polimer levha, film ve eriyik üfleli nonwoven (dokunmamış kumaş) askı üretimi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir elbise askısı kalıbının optimal akış kanalı geometrisini araştırmak, uzun yıllar süren önemli bir araştırma konusu olmuştur (Liu ve Liu, 1994; Meng ve diğ. 2008).

UNECE ve Eurostat sınıflandırmasına göre, ahşap elbise askıları ikincil ahşap ürünler olarak kabul edilmektedir. Literatürde, bu tür ahşap ürünlerin uluslararası ticaret akışları ve bunun için dünyadaki en önemli pazarlar hakkında ayrıntılı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu ürünün yerine getirmesi gereken kalite gereksinimleri de göz önünde bulundurulduğunda, elbise askılarının özellikle belirtilmediği sonucuna varılabilir. Ahşap elbise askılarının uluslararası ticareti için bazen PEFC veya FSC sertifikası gereklidir (Oldenburger ve ark. 2014).

Bazı araştırmacılar tarafından ahşabın kullanıldığı yerlerde plastik ve plastik esaslı malzemeleri kullanarak çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların bazılarında plastik ve ahşap kereste karşılaştırmasına gidilmiştir. İki malzemenin farklı ve benzer yönlerini ortaya koymak için fiziksel mekanik testleri yapılmış, plastik esaslı kerestenin iyi bir yapısal malzeme olduğu bulunmuşsa da aynı boyuttaki ahşap keresteden daha uygun olmadığı ortaya çıkmıştır (Carroll vd. 2001; Dias ve Alvarez 2017).

## 2. Materyal ve Yöntem

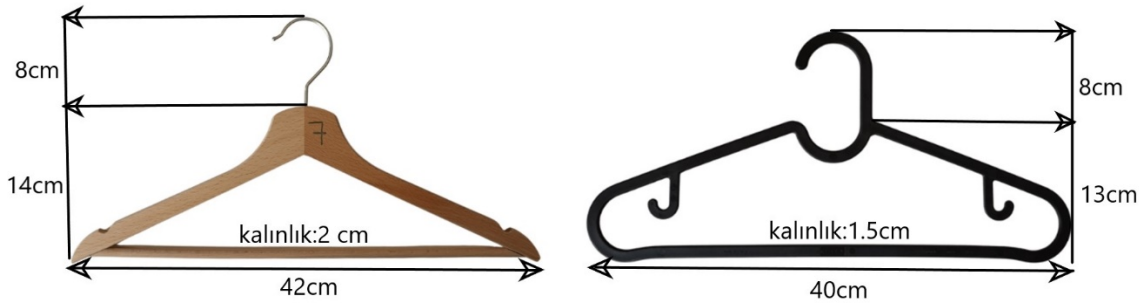
Çalışma 110 kişiye yapılan anket sonuçlarına göre tercihen ahşap ve plastik elbise askılarında mukavemet deneylerini ortaya koymaktadır. Buradaki amaç kullanımda tercih edilen bu askıların deformasyon noktalarını ve iki farklı malzeme türü için ortak ve farklı deney sonuçlarını TS 9215 standardı kapsamında ortaya koymaktır. Deneyde, anket sonuçlarına göre en çok kullanıldığı tespit edilen ahşap ve plastik malzemeden askılar kullanılmıştır.

## 2.1 Anket Uygulaması

Çalışmada tüketicilerin günlük hayatlarında kullandıkları askı malzemesini belirlemek üzere 5 soruluk bir anket çalışması yapılmıştır. Kullanıcılara yaş, cinsiyet türünde 2 demografik soru; tercihen kullandıkları askı türü, askı malzemesi ve askıların ortalama kaç kg yükte kullanıldıkları sorulmuştur. Anket Google Forms üzerinden belirli bir kitle baz alınmadan online olarak yapılmış, 150 kişiye gönderilmiş %73,3 cevap ile 110 kullanıcıya anket yapılarak sonuçlara ulaşılmıştır.

### Ahşap ve Plastik Elbise Askıları

Ahşap elbise askıları masif, MDF, yonga-levha ve kontrplak gibi çeşitli malzemelerden elde edilen eşyalardır. Araştırmada kullanılan ahşap elbise askıları masif ağaçtan elde edilmiş ve cins olarak bir tarafı Okalıptüs, diğer yarısı Kızılağaç kullanılmış (üretici tercihi) ve şeffaf akrilik vernik ile verniklenmiş, cam çivisi ile birleştirilmiştir. Masif ahşap elbise askısının kanca kısmı ise çelik ve galvanizlidir. Araştırmada kullanılan ikinci elbise askısı olarak plastik elbise askısı kullanılmıştır. Kullanılan bu modeldeki elbise askısı polipropilen malzemeli plastikten üretilmektedir. Polipropilen bazlı elbise askısının seçiminin nedeni ise diğer plastik maddelere nazaran geri dönüşümünün daha etkin olmasıdır. deneyde kullanılan askılar, Türkiye ve dünya pazarında ilk sıralarda yer alan bir firmanın en çok tercih edilen iki ürünü olup Şekil 1’de, okalıptüs, kızılağaç ağaç türleri ile polipropilenin malzemeye ait mekanik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan askı tipleri.

Tablo 1.

Okalıptüs, Kızılağaç'ın ve polipropilenin mekanik özellikleri (Bozkurt ve Göker, 1987 (Okalıptüs ve Kızılağaç); Ramana ve Raghu Prasad, 2014; Meena ve Ramana, 2022 (Polipropilen))

Malzeme	Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Hava kuru özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Eğilme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Liflere paralel çekme direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastikiyet modülü (kg/cm <sup>2</sup> )
Okalıptüs ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	0,66	0,77	750	900	105000
Kızılağaç ( <i>Alnus glutinosa</i> )	0,51	0,55	970	940	117000
Polipropilen	Özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Çekme direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastikiyet modülü (kg/cm <sup>2</sup> )	Erime noktası (°C)	Tutuşma noktası (°C)
	0,91	487773	86472	175	590

### 2.3. Deney Düzenegi ve Deneyin Yapılışı

Deneyler TSE 9215 “Elbise askısı mukavemet deneyi”ne uygun şekilde yapılmıştır. Deneyde toplamda 3 adet 5 kilogramlık asılabilir kütle kullanılmıştır. Asılabilir kütlelerin elbise askısına asılış şekli A, B ve C noktalarından, elbise askısının alt ve yan tablalarını kapsayacak şekilde bağlanmıştır. Kütleleri asmak için

kullanılan ipler fazla yük taşınması için normal ipten ziyade, dışı plastik kaplamalı bakır ip olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. TSE 9215'e göre ayaklı asma sehpa deney düzeneği

Deneylerde kullanılan ahşap askıların A noktası okalıptüs, B ve C noktası ise kızılâğaç olarak üretilmiştir. Standartta 15kg yüklemesi A, B ve C noktası olmak üzere üç noktadan yapılarak 8 saat sonucunda gözleme dayanmaktadır. Numuneler 8 saatlik asma süresince her 2 saatte bir kontrol edilmiştir. Bu noktada kantitatif sonuçlar elde etmek için de her test sonunda numunenin düz bir zeminde milimetrik cetvel ile deformasyon miktarları ortaya konulmuştur. Askılar deformasyona uğrasa bile 8 saatin sonunda askı işlevine devam edebiliyorsa testten geçmiş sayılmıştır. Bunun yanı sıra ahşap malzemeli numunelerin A noktasının okalıptüs ve C noktasının kızılâğaç olmak üzere 2 farklı ağaç türünden olması (üretici tercihi) çalışmada elde edilen sonuçları da arttırmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen veriler, 110 askı kullanıcısı ile yapılan ankette elde edilen sonuçlardır. Anket çalışması ile, askı, askı malzemesi türü tercihinde etkili olan faktörlerden cinsiyet, yaş, kullanım amacı ve yük değişkenlerinin etkisi araştırılmıştır. Anket soruları Tablo 2'de ki gibidir.

Tablo 2.

Çalışma kapsamında uygulanan anket soruları.

Sorular	Cevaplar
Cinsiyetiniz?	Erkek Kadın
Yaşınız	18-30 30-60
Hangi tür askı tercih ediyorsunuz?	Pantolon askısı (mandallı askılar) Elbise askısı (klasik üçgen model askı) Gömlek askısı (klasik alt tablası olmayan askı)
Hangi malzeme türünden askı tercih ediyorsunuz?	Ahşap Plastik Metal Kumaş
Askıya ortalama ne kadar yük asıyorsunuz?	0.1-1kg 1-5kg 5-15kg

Çıkan sonuçlar SPSS 2022 yazılım programıyla değerlendirilmiştir. Veriler nonparametrik dağıldığından Khi-Kare bağımsızlık testine tabii tutulmuştur. Khi-Kare değeri;

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij} - \vartheta_{ij})^2}{\vartheta_{ij}} \quad (1)$$

Formülü ile hesaplanır.  $f_{ij}$  gözlerdeki gerçek frekansları yani gözlem değerlerini,  $\vartheta_{ij}$  ise kuramsal (beklenen) frekansları göstermektedir. Tablo biçimindeki test istatistikleri Pearson khi-kare testine göre hesaplanır. Bu durumda tablonun kuramsal frekanslarının 5 ten küçük olanlarının oranının %20 den fazla olmaması beklenmektedir (Akalp T., 2016).

Tablo 3.

Anketlerin SPSS Sonuçları

Değişken	Analiz	Value	A. Sig.
Cinsiyet	Pearson Chi-Square	4,086 <sup>a</sup>	,252
	Sonuç	a = %0,0 ile 5 ten küçüktür, bağımlıdır.	
Yaş	Pearson Chi-Square	2,261 <sup>a</sup>	,520
	Sonuç	a = %0,0 ile 5 ten küçüktür, bağımlıdır.	
Askı Türü	Pearson Chi-Square	1,783 <sup>a</sup>	,939
	Sonuç	a = %0,0 ile 5 ten küçüktür, bağımlıdır.	
Kullanımdaki Yük	Pearson Chi-Square	8,828 <sup>a</sup>	,183
	Sonuç	a = %0,0 ile 5 ten küçüktür, bağımlıdır.	

Khi-kare analizi askıların malzeme türü seçimi için kullanılmıştır. Yapılan ankete 65'i (%59) kadın, 45'i (%49) erkek olmak üzere toplamda 110 kişi katılmıştır. Ortalama yaş aralığı 30-60 (%62) olarak saptanmıştır. Anket sonucuna göre en fazla tercih edilen malzeme %48 oranla ahşap, %32 oranla plastik %20 oranla da kumaş ve metal olarak saptanmıştır. Khi-kare analiz sonucuna göre de kullanıcıların yaş, cinsiyet, askı türü ve kullanımdaki elbise yükleri ile askıların malzeme türünün direkt bağımlılık gösterdiği Tablo 3'te olduğu gibi ortaya çıkmıştır.

### 3.2. Askı Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

#### 3.2.1. Ahşap Elbise Askısı Deney Sonuçları

A noktası için deney bulguları Tablo 4'te yer almaktadır. Bulgulara göre ahşap elbise askısının Okalıptüs olduğu kısım (A noktası) daha stabil fakat daha kırılabilir ve deformasyona daha yatkın olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4.

Ahşap elbise askısı A noktası bulguları

Seri No.	Malzeme İsmi	Malzeme Türü	Deformasyon Miktarı
1.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	1 mm
2.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	1 mm
3.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	1 mm
4.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	1 mm
5.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	2 mm
6.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	0.5 mm
7.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Okalıptüs	1 mm
<b>8.Seri</b>	<b>Ahşap Elbise Askısı</b>	<b>Okalıptüs</b>	<b>3 mm</b>

C noktası için test bulguları Tablo 5'te yer almaktadır. Okalıptüse göre deformasyona karşı mukavemeti yüksek olan elbise askısının Kızılağaç kısmında (C noktası) değerlerin çok değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 5.  
Ahşap elbise askısı C noktası bulguları

Seri No.	Malzeme İsmi	Malzeme Türü	Deformasyon Miktarı
1.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	0.8 mm
2.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	0.3 mm
3.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	1 mm
4.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	0.5 mm
5.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	0.7 mm
6.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	1.5 mm
7.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Kızılağaç	1 mm
<b>8.Seri</b>	<b>Ahşap Elbise Askısı</b>	<b>Kızılağaç</b>	<b>2 mm</b>

8 saatlik bekleme süresinin sonucunda her elbise askısında bir takım deformasyonlar (Şekil 3'teki örnekte olduğu gibi) gözlemlenmiştir fakat hepsi askı görevini yerine getirecek durumda bulunmaktadır.



Şekil 3. Örnek ahşap elbise askısı deformasyon görseli

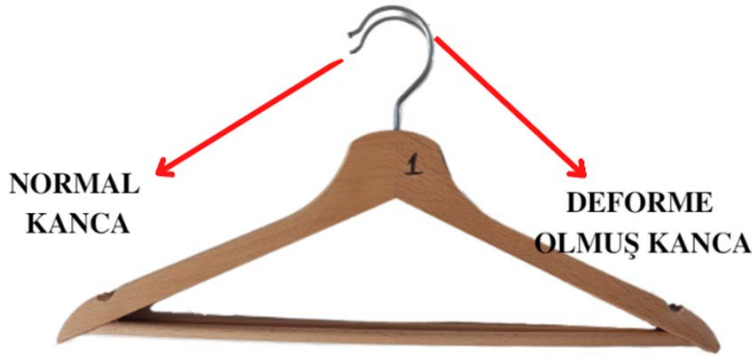
Mukavemet deneyleri sırasında aslında tüm yükü çeken eleman kanca olmaktadır. Ayrıca ahşap elbise askısının çelik galvanizli kanca kısmında, deformasyonun gözle görülür büyüklükte olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Bulguları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6.  
Ahşap elbise askısı galvanizli kanca bulguları

Seri No.	Malzeme İsmi	Malzeme Türü	Deformasyon Miktarı
1.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	6 mm
2.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	5 mm
3.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	5 mm
4.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	4 mm
5.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	7 mm
6.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	5 mm
7.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	8 mm
8.Seri	Ahşap Elbise Askısı	Çelik	6 mm

Galvanizli kancaların deformasyonlarının ölçümleri için, hiç deney yapılmamış aynı ahşap elbise askısı modelinden, elbise askısı Şekil 4'deki gibi masaya sabitlenmiştir. 8 saat süren deney yapılan ahşap elbise askısı, deney yapılmamış olan sabit elbise askısının üzerine konulup, milimetrik cetvel yardımı ile galvanizli kancanın en üst noktası cetvel yardımı ile kâğıt üzerine işaretlenmiş aradaki mesafe deformasyon miktarı olmuştur. Bu sayede galvanizli kancanın yuvasından ne kadar çıktığı gözlemlenmiştir.





Şekil 4. Deforme olmuş galvanizli kanca örneği

### 3.2.2. Plastik Elbise Askısı Deney Sonuçları

A noktası için deney bulguları Tablo 7’de yer almaktadır. Hiçbir askının “A” noktasından kırılmadığı gözlenmiştir.

Tablo 7.

Plastik elbise askısı A noktası bulguları

Seri No.	Malzeme İsmi	Malzeme Türü	Deformasyon Miktarı
1.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	6 mm
2.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	6 mm
3.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	1 mm
4.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	4 mm
5.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	3 mm
6.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	7 mm
7.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	4 mm
8.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	5 mm

C noktası için test bulguları Tablo 8’de yer almaktadır. Deneye tabii tutulan plastik elbise askılarından C noktasından sadece 3 ve 7. elbise askıları C noktasından kırılmıştır. Kırılan plastik askı örnekleri Şekil 4’te verilmiştir.

Tablo 8.

Plastik elbise askısı C noktası bulguları

Seri No.	Malzeme İsmi	Malzeme Türü	Deformasyon Miktarı
1.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	3 mm
2.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	4 mm
3.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	KIRILDI
4.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	4 mm
5.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	2 mm
6.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	4 mm
7.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	KIRILDI
8.Seri	Plastik Elbise Askısı	Polipropilen	3 mm

Yapılan testler sonucunda plastik elbise askılarının hiçbiri deneyden geçememiştir. Plastik elbise askıları 15 kg’lık asılı yükler ile 8 saati tamamlayamadan kırılarak başarısız olmuştur ve test sona ermiştir. Gözlemlenen deformasyonlar arasında eğilme, bükülme ve kırılma gibi deformasyonlar olduğu görülmüştür. A noktasında 8 elbise askısında da kırılma bulunmamaktadır fakat çok ciddi deformasyonlar bulunmaktadır. Genel olarak deformasyon tam orta nokta olan B noktası ve kanca kısmında oluşmuştur.



Şekil 4. Örnek plastik elbise askısı test sonucu

#### 4. Sonuçlar

1903 yılında Albert J. Parkhouse'un başlattığı girişimcilik ile günümüze kadar gelen elbise askılarının görevi ve fonksiyonel yapısı hala önem taşımaktadır (Wernicke, 2021). Bu çalışmada elbise askılarının mukavemet deneyi gerçekleştirilmiştir.

Birden fazla kategorisi bulunan elbise askıları için bu çalışmada yetişkin askılarında kullanılan ahşap ve plastik olmak üzere 2 farklı hammadde karşılaştırılmıştır. Askıların 8 tanesi ahşap elbise askısı ve 8 tanesi plastik elbise askısı olmak üzere toplamda 16 adet elbise askı aynı üretici firmadan satın alınarak teminedilmiştir. Elbise askılarının her biri laboratuvarında A, B ve C noktalarından 5'er kiloluk yüklere maruz bırakılarak 8 saat boyunca asılmış ve her iki saatte bir elbise askılarının kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmaların sonucunda;

1. Ahşap elbise askılarının plastiklere göre mukavemet özellikleri çok daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanı sıra ahşap elbise askılarının kaldırdığı yük miktarı plastik elbise askılarına göre daha fazladır. Ahşap elbise askılarının B noktalarında herhangi bir kırılma veya çatlama gibi deformasyon bulunmamaktadır sadece sehim gözlemlenmiştir. Plastik elbise askılarının B noktalarında ise her 8 elbise askısı için de kırılma gözlemlenmiştir.
2. Çalışmada Kızılağaç ve Okaliptüs cinsi ağaçlardan üretilmiş ahşap elbise askısı kullanılmıştır. Ahşap elbise askısının Kızılağaç olan kısımları C noktası, Okaliptüs olan kısımları A noktası olarak isimlendirilmiştir. Yapılan testler ve çıkan sonuçlara göre C noktasının (Kızılağaç) mukavemeti A noktasına (Okaliptüs) a göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
3. Ahşap ve plastik elbise askılarının kanca kısımlarında da deformasyon olduğu tespit edilmiştir. Ahşap elbise askılarında galvanizli kancalarda yuvalarından dışarı çıktıkları gözlemlenmiştir. Plastik elbise askılarında ise kanca kısımlarının kırıldığı gözlemlenmiştir. Bu deformasyonlara yönelik iyileştirme için ise harici bir çelik galvanizli kanca yerine, kanca kısmının da elbise askısının yapıldığı malzemeden veya aynı tür malzemenin daha yoğun halinden üretilip, homojen bir elbise askısı elde etmek düşünülebilir. Bu hem elbise askısının daha yoğun olmasını sağlayacak, hem de elbise askısının mukavemetini arttıracaktır.
4. Plastik elbise askıları ahşap elbise askılarına göre daha ekonomik, istenilen şekillerde daha kolay imal edilebilir. Bunun yanı sıra hafif yükler için tercih edilmelidir. Fakat ağır yükler ve stabil olma karşısında plastik elbise askılarının ahşap elbise askılarına göre mukavemetinin daha az olduğu belirlenmiştir. Polipropilen bazlı plastik elbise askıları 8 saatlik mukavemet deneyinde tamamen başarısız olmuştur. Deformasyonlar, kırılmalar ve askı görevini yerine getiremeyecek hale gelmesi nedeniyle, bu askılara ağır yüklerin ve ağır elbiselerin

asılmaması tercih edilmelidir. Bu deformasyonlar karşısında eğer HDPE gibi daha kaliteli ve daha yoğun olan plastik hammaddesi kullanılırsa elbise askılarının mukavemeti artacaktır fakat geri dönüşümü ve fiyatı hiç uygun olmayacaktır.

5. Plastik ve ahşap kerestelerin mukavemet kıyaslamasına yönelik yapılan bir çalışmada, plastik kerestelerin ahşap kerestelere kıyasla daha az mukavemete sahip olduğu bulunmuştur. Plastik kerestenin basınç, eğilme ve çekme modül değerleri ahşap keresteden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Carroll ve diğ. 2001). Bunun yanı sıra başka bir plastik ve ahşap kereste mukavemeti kıyaslama çalışmasında, özellikle ticarileştirilmiş polipropilen ürünler olmak üzere aynı boyuttaki plastik ve ahşap keresteler karşılaştırıldığında plastik kerestenin modül değerlerinin ahşap keresteye oranla çok daha düşük olduğu bulunmuştur (Dias ve Alvarez, 2017). Keresteler de aslında askılar gibi yük taşıyan malzemeler olduğu ve çıkan mukavemet testlerinde ahşap malzemenin mukavemetleri plastik malzemeden daha yüksek çıktığı için Carroll ve diğ. 2001; Dias ve Alvarez, 2017 'nin yaptığı çalışmalar TSE 9215'e göre farklı elbise askılarında mukavemet deneyini desteklemektedir.

### Yazar Katkıları

Yazar Yarkın Paşa Kurt: fikir/kavram, veri toplama, literatür taraması, analiz, yorum ve yazım işlemlerini gerçekleştirmiştir.

Yazar Emine Seda Erdinler: Fikir/kavram, denetleme/danışmanlık, analiz ve yorum, eleştirel inceleme süreçlerini yürütmüştür.

Yazar Sedanur Şeker: Fikir/kavram, tasarım ve dizayn, veri işleme, analiz ve yorum, eleştirel inceleme süreçlerini yürütmüştür.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akalp, T. (2016). İstatistiksel Yöntemler, İstanbul.
- Bork, M. (2018). Modern Coat Rack: 8 Steps (with Pictures) - Instructables. <https://www.instructables.com/Modern-Coat-Rack/> Erişim: 10.07.2022.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1987) Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Carroll, D.R., Stone, Robert B., Sirignano, Anthony M., Saindon, Rosanna M., Gose, Stephen C., Friedman, Marc A. (2001). Structural properties of recycled plastic/sawdust lumber decking planks. Resources, Conservation and Recycling, 31(3), ss. 241–251.
- Dadhich, K. ve Tiwari, A.N. (2019). Design & Analysis of Plastic Hanger Component using Mold Flow Software. Proceedings of International Conference on Advancements in Computing & Management (ICACM) 2019, 921-929. Erişim adresi: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3464132](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3464132)
- Dias, B.Z. ve Alvarez, C.E. de (2017). Mechanical properties: wood lumber versus plastic lumber and thermoplastic composites. Ambiente Construído, 17(2), ss. 201–219.
- Liu, T.-J. ve Liu, L.-D. (1994) "Polym Eng Science", Polym Eng Science, 34, s. 541.
- Meena, A. ve Ramana, P.V. (2022). Highly nonlinear mathematical regression for polypropylene material strength prognostication, Materials Today: Proceedings [Preprint].
- Meng, K., Wang, X., Huang, X. (2008). Numerical analysis of the stagnation phenomenon in the coat-hanger die of melt blowing process. Journal of Applied Polymer Science, 108(4), ss. 2523–2527
- Myint, M.M. ve Khaing, K.K. (2018). Design and Manufacturing Process of Plastic Injection Mold. International Journal of Scientific and Research Publications, 8(8), 59-62. <http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.8.8.2018.p8008>
- Oldenburger, J., Von Benthem, M., De Groot, C. (2014). Import of secondary timber products by the EU 28,

- The Netherlands in focus, WWF, Netherlands, URL: [http://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2014\\_Import\\_of\\_secondary\\_timber\\_products\\_by\\_the\\_EU28](http://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2014_Import_of_secondary_timber_products_by_the_EU28) Erişim: 06.07.2022.
- Ramana, P. V. ve Raghu Prasad, B.K. (2014). Modified Adomian Decomposition Method for Van der Pol equations, *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 65, ss. 121–132.
- Shuliy Machinery (tarih yok) Classification and characteristics of the hanger. [https://hanger-machine.com/classification-and-characteristics-of-the-hanger/#Classification\\_of\\_hangers](https://hanger-machine.com/classification-and-characteristics-of-the-hanger/#Classification_of_hangers). Erişim: 10 Mayıs 2022).
- TS 9215 (1991, Nisan). Ahşap Mobilya- Mukavemet Ve Denge Deneyleri. Türkiye Standart, p.44.
- Wernicke, M. (2021) The History of the Clothes & Coat Hanger. <https://henkerman.com.au/blogs/blog/history-of-the-clothes-hanger> (Erişim: 01.07.2022).

## Sedir Odununun (*Cedrus libani* A.) Elastik Sabitleri

Ergün Güntekin<sup>1,\*</sup>

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

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 14.06.2022  
Kabul: 03.10.2022  
Yayın: 15.12.2022

### Araştırma Makalesi



**Öz** – Günümüzde kullanılan bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemlerinde ahşap malzemenin optimum tasarımının yapılabilmesi için tüm elastik sabitlerinin bilinmesi gerekir. Ortotropik bir malzeme olan ahşabın bu sistemlere entegrasyonu için dokuz elastik sabite ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, Sedir (*Cedrus libani* A.) odununun sabit sıcaklık ve rutubet koşullarında elastik sabitleri incelenmiştir. Elastik sabitler basma testleri uygulanan 20 x 20 x 60 mm ebatlarındaki örneklerden elde edilmiştir. İncelenen özellikler; lif yönü, radyal ve teğet yönlerde elastik modülü ( $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$ ) üç ana düzlemde kayma modülü ( $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$ ) ve altı Poisson oranından ( $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ,  $\nu_{RL}$ ,  $\nu_{RT}$ ,  $\nu_{TL}$ ,  $\nu_{TR}$ ) oluşmaktadır. Deneysel örneklerin üç farklı lif yönündeki basınç dirençleri de çalışmada belirlenmiştir. Yükleme sırasında meydana gelen şekil değişimleri çift eksenli ekstensometre kullanılarak ölçülmüştür. Elastik sabitler, gerilme-şekil değiştirme eğrileri kullanılarak hesaplanmıştır. Sedir odununda belirlenen  $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$  değerleri sırasıyla 7800, 890 ve 670 N/mm<sup>2</sup>.  $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$  değerleri ise sırasıyla 836, 780, 156 N/mm<sup>2</sup> ve Poisson oranları ise 0.052 ile 0.522 arasında değişmektedir. L, R ve T yönlerindeki basma dirençleri sırasıyla 44.1, 8.6 ve 7.6 N/mm<sup>2</sup> bulunmuştur. Çalışmada bulunan elastik sabitler, sedir odununun nümerik modellenmesinde kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler** – Sedir odunu, elastik sabitler, basma direnci.

## Elastic Constants of Cedar (*Cedrus libani* A.) Wood

<sup>1</sup>Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bursa, Türkiye

### Article History

Received: 14.06.2022  
Accepted: 03.10.2022  
Published: 15.12.2022

### Research Article

**Abstract** – In order to make the optimum design of wood material in computer aided design and production systems used today, all elastic constants must be known. Nine elastic constants are needed for the integration of wood which is an orthotropic material into these systems. In this study, elastic constants of Cedar (*Cedrus libani* A.) wood were investigated at constant temperature and relative humidity conditions. Elastic Constants were obtained from samples of 20 x 20 x 60 mm in compression tests. Three elastic moduli ( $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$ ) in principal directions, three shear modulus in the LR, LT and TR planes and six Poisson's ratios ( $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ,  $\nu_{RL}$ ,  $\nu_{RT}$ ,  $\nu_{TL}$ ,  $\nu_{TR}$ ) were evaluated. Compression strength of the specimens in L, R and T directions were also calculated. Strains occurred during loading were measured using bi-axial extensometer. Elastic constants were calculated from the load-deformation curves.  $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$  values determined in cedar wood were 7800, 890 and 670 N/mm<sup>2</sup>,  $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$  values were 836, 780, 156 N/mm<sup>2</sup>, and Poisson ratios ranged between 0.052 and 0.522, respectively. The compressive strengths in the L, R and T directions were found as 44.1, 8.6 and 7.6 N/mm<sup>2</sup>, respectively. Properties found in the study can be used in numerical modelling of cedar wood.

**Keywords** – Cedar wood, elastic constants, compression strength.

<sup>1</sup>  [ergun.guntekin@btu.edu.tr](mailto:ergun.guntekin@btu.edu.tr)

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Lübnan sediri (*C. libani* A.), Akdeniz bölgesine özgüdür ve *Pinaceae* familyası olan *Coniferae* sınıfının *C. atlantica*, *C. brevifolia*, *C. deodora* türlerini içeren *Cedrus* ailesine aittir (Berkel, 1951). Bu ağaç türlerinin odunları görünüşte benzer olduklarından birbirinden ayırt etmek zordur (Bozkurt ve Erdin, 1995). Ahşap antik çağlardan beri her toplumun yakıt ve yapı malzemesi olmuştur (Perlin, 2005). Lübnan'da yaşamış Fenikelilerin hayatın her alanında sedir ağacı odununu kullandıkları bildirilmiştir (Mayer ve Sevim, 1959).

Ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında daha geniş bilgi, güvenilir ahşap yapı tasarımına izin verir, ancak ilgili türlerin tam karakterizasyonunu gerektirir. Elastik sabitler, yük altındaki elemanların modellenmesinde önemlidir. Sedir odununun tüm elastik sabitleri bilinmemektedir, literatürdeki çalışmalar elastik özelliklerden genellikle sedir odunun eğilmedeki elastikiyet modülünü araştırmıştır (Demetci, 1986; As vd., 2001; Bal vd., 2012, 2013; Aydın, 2021; Efe, 2021).

Ahşap genellikle, dokuz bağımsız elastik sabitten oluşan ortotropik simetriye sahip bir malzeme olarak kabul edilir. 9 elastik sabit; 3 elastikiyet modülü ( $E_x, E_y, E_z$ ), 3 Poisson oranı ( $\nu_{yz}, \nu_{zx}, \nu_{xy}$ ) ve 3 kesme modülünden ( $G_{yz}, G_{zx}, G_{xy}$ ) oluşmaktadır. Tüm ortotropik yönlerdeki elastik sabitler, mühendislik analizinde kullanılan sonlu elemanlar gibi gelişmiş hesaplama modelleri için temel girdi parametreleridir. Genel olarak, ortotropik malzemeler için elastik sabitler arasındaki ilişki denklem 2.1 ve 2.2'deki gibi gösterilir:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} \\ \varepsilon_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_x} & -\frac{\nu_{yx}}{E_y} & -\frac{\nu_{zx}}{E_z} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{xy}}{E_x} & \frac{1}{E_y} & -\frac{\nu_{zy}}{E_z} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{xz}}{E_x} & -\frac{\nu_{yz}}{E_y} & \frac{1}{E_z} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2G_{yz}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2G_{zx}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2G_{xy}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} \\ \sigma_{xy} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Burada;

$$\frac{\nu_{yz}}{E_y} = \frac{\nu_{zy}}{E_z}, \quad \frac{\nu_{zx}}{E_z} = \frac{\nu_{xz}}{E_x}, \quad \frac{\nu_{xy}}{E_x} = \frac{\nu_{yx}}{E_y} \quad (2.2)$$

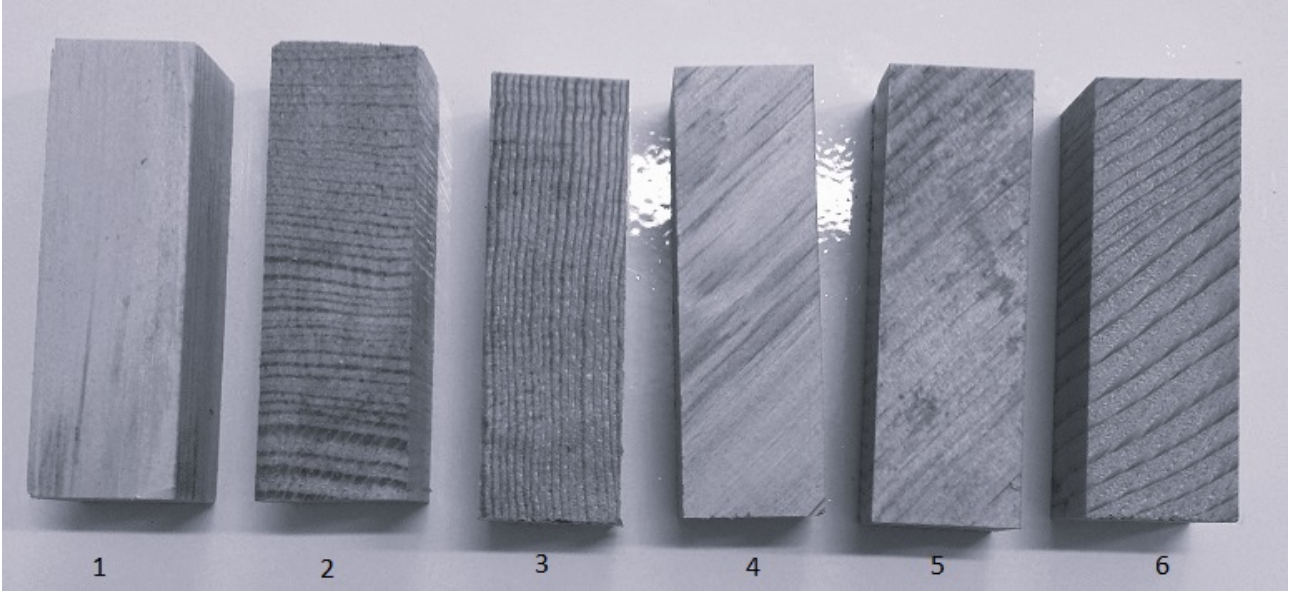
Ortotropik malzemelerde  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  normal gerilmeleri ile  $\varepsilon_{yz}, \varepsilon_{zx}, \varepsilon_{xy}$  şekil değiştirmeleri arasında bir etkileşim olmadığına dikkat edilmelidir. (Bodig ve Jayne, 1993).

Günümüzde, yüksek değerli ürünlerin tasarımı ve mühendisliği için sonlu eleman modelleme (FEM) gibi bilgisayar destekli mühendislik yöntemleri kullanılmaktadır. Güvenilir bir FEM tüm elastik sabitlerin mevcut olduğu malzeme özelliklerin içeren bir veri tabanına dayanır (Kumpenza vd., 2018).

Literatürde Sedir odununun tüm elastik sabitleri hiçbir zaman çalışılmamıştır, çalışmaların çoğu eğilme özellikleri ve basınç direnci ile ilgilidir. Bu çalışmanın amacı, sedir odununun elastik sabitlerini ve basma direncini üç ortotropik yönde, sabit rutubet (%65±3) ve sıcaklık (20 °C±2) altında basma testleri kullanarak belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Burdur ili Bucak Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilen yaklaşık 50 cm çapındaki Sedir tomruklarından küçük deney örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin boyutları 20 x 20 x 60 mm'dir (Şekil 1). Her test grubu 10 örnekten oluşmaktadır. Testlerden önce numuneler, 20 °C±2 sıcaklıkta %65±3 bağıl nemde (RH) ağırlıkları değişmeyinceye kadar bekletilmiştir. Rutubet etkisini en aza indirmek için, numuneler iklim dolabından çıkarıldıktan hemen sonra test edilmiştir. Numunelerin rutubet miktarı 103 °C'de bekletilerek belirlenmiştir. Numunelerin yoğunlukları, numune hacmi ve kütlesi ölçümlerine dayanan stereo-metrik yöntem kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Basma testlerine tabi tutulan örnekler (1-  $E_L, v_{LR}, v_{LT}$ , L yönü basma direnci, 2:-  $E_R, v_{RL}, v_{RT}$ , R yönü basma direnci, 3-  $E_T, v_{TL}, v_{TR}$ , T yönü basma direnci, 4-  $G_{LR}$ , 5-  $G_{TL}$ , 6-  $G_{RT}$ ).

İncelenen özellikler; üç ortotropik yönde elastikiyet modülünü, kesme veya makaslama modülü ve Poisson oranlarını içerir. Üç ana yöndeki basma direnci de çalışmada belirlenmiştir. Elastik sabitlerin belirlenmesinde herhangi bir standart olmadığı için literatürdeki çalışmalara benzer test örnekleri hazırlanmıştır. Basma testleri 20 x 20 x 60 mm numuneler üzerinde 2 mm/dakika yükleme hızında ve çift eksenli bir ekstensometre kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2). Elde edilen gerilme-şekil değiştirme eğrileri, numunelerin elastic modülü, kesme modülü ve Poisson oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Elastik modül,  $E_i$  lineer elastik aralıkta ölçülen gerilim  $\sigma$ 'nın şekil değiştirme  $\varepsilon$ 'ye oranından (Denklem 2.3) hesaplanmıştır.

$$E_i = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\varepsilon_i} = \frac{\sigma_{i,2} - \sigma_{i,1}}{\varepsilon_{i,2} - \varepsilon_{i,1}} \quad i \in R, L, T \quad (2.3)$$

Bir eleman eksenel olarak yüklendiğinde, yükün yönüne dik olan şekil değişimi, yükün yönüne paralel olan şekil değişimi ile orantılıdır. Enine ve eksenel şekil değişiminin oranına Poisson oranı denir. Literatürde Poisson oranı  $\mu$  veya  $\nu$  gibi simgelerle gösterilmektedir. Bu çalışmada Poisson oranları  $v_{LR}, v_{RL}, v_{LT}, v_{TL}, v_{RT}$  ve  $v_{TR}$  ile gösterilmiştir. Alt simgenin ilk harfi uygulanan gerilmenin yönünü ve ikinci harfi yanal yönü belirtir. Örneğin,  $v_{LR}$ , uzunlamasına eksen boyunca gerilmenin neden olduğu radyal eksen boyunca şekil değiştirme için Poisson oranıdır (Ross, 2010). Çalışmada test edilen örneklerde Poisson oranı denklem 2.4'ten hesaplanmıştır.

$$v_{ij} = -\frac{\varepsilon_j}{\varepsilon_i}, \quad i, j \in R, L, T \text{ and } i \neq j \quad (2.4)$$

Burada;  $\epsilon_i$ , yük yönündeki aktif şekil değiştirmeyi  $\epsilon_j$ , pasif şekil değiştirmeyi temsil eder. L, R ve T yönlerindeki basma direnci denklem 2.5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_{UCS} = P_{max}/A \quad (2.5)$$

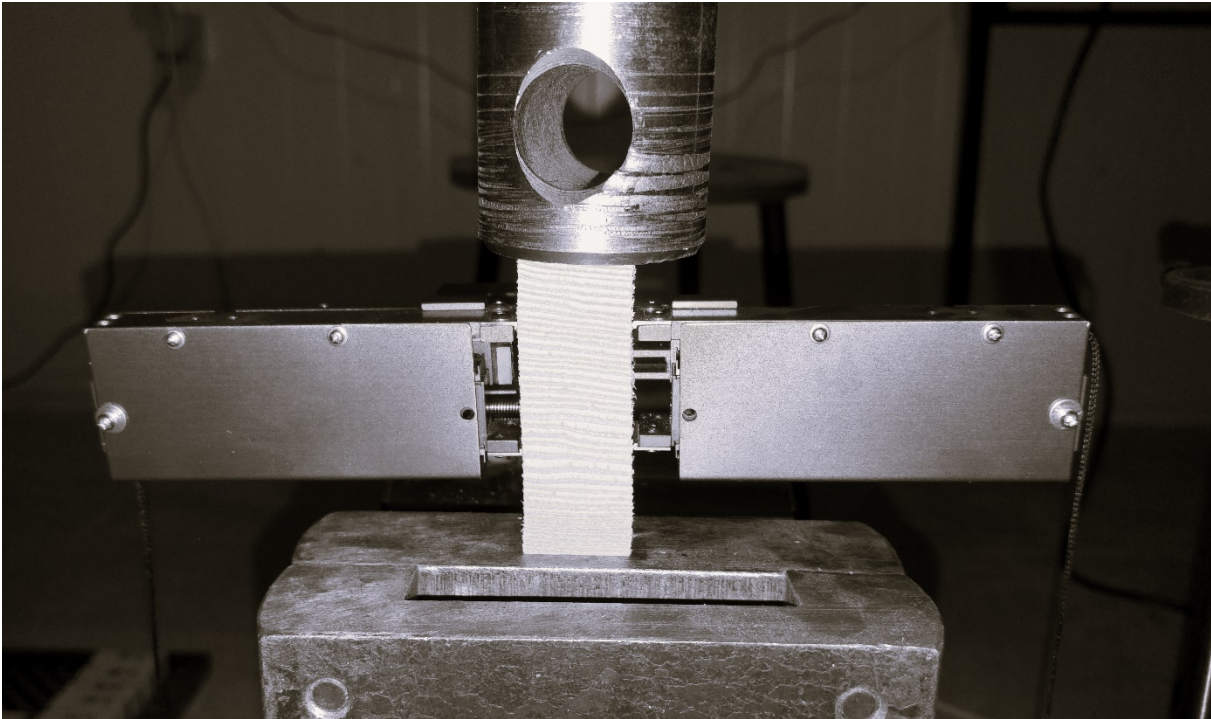
Burada;  $\sigma_{UCS}$ , basma direncini,  $P_{max}$  maksimum yük ve A numunenin kesit alanıdır. LR, LT ve RT düzlemlerinde 45° açılı numunelerin kesme modülü değerleri ise aşağıdaki denklem 2.6, 2.7 ve 2.8 kullanılarak belirlenmiştir.

$$G_{LR} = \frac{\sigma_V}{2(\epsilon_H - \epsilon_V)} \quad (2.6)$$

$$G_{LT} = \frac{\sigma_V}{2(\epsilon_H - \epsilon_V)} \quad (2.7)$$

$$G_{RT} = \frac{\sigma_V}{2(\epsilon_H - \epsilon_V)} \quad (2.8)$$

Burada,  $\sigma_V$  ortalama dikey gerilme,  $\epsilon_H$  ortalama yatay şekil değiştirme ve  $\epsilon_V$  ortalama dikey şekil değiştirmedir (Aira vd., 2014). Çalışmada elde edilen veriler SPSS istatistiksel analiz programı ile analiz edilmiştir.



Şekil 2. Basma test örneğinin (R) test anındaki görüntüsü.

### 3. Bulgular ve Tartışma

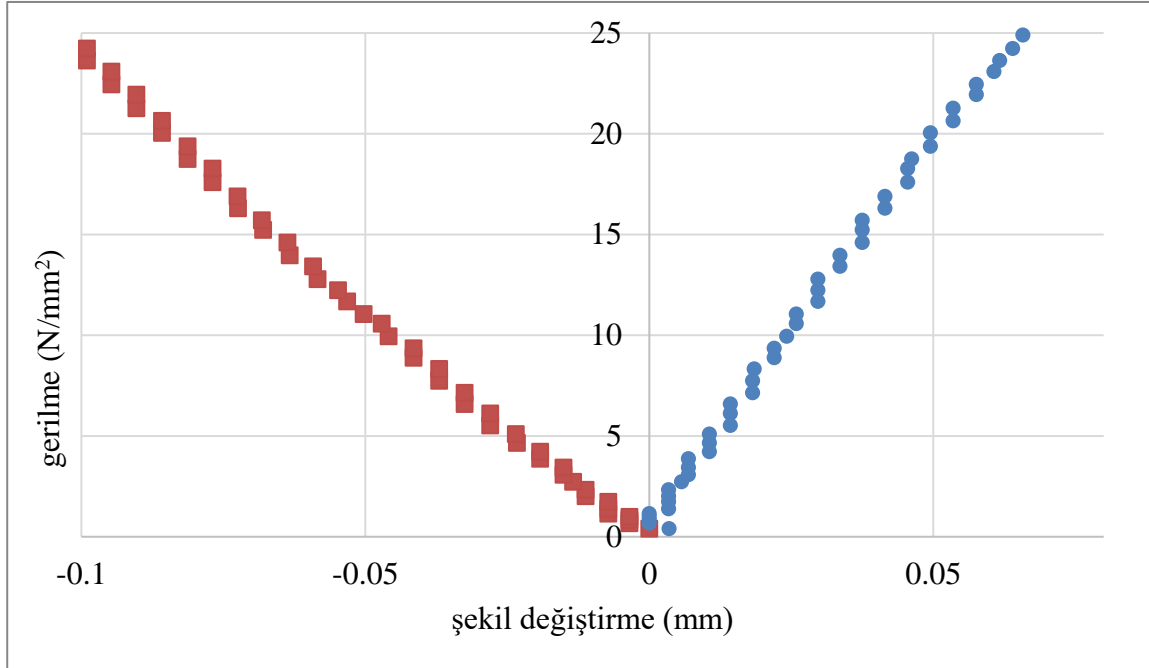
Basma testlerinden elde edilen, numunelerin elastik modülü, kesme modülü, Poisson oranlarını ve basma dirençlerini belirlemek için kullanılan tipik bir gerilme-şekil değiştirme eğrisi Şekil 3'te gösterilmektedir. Basma testlerinden belirlenen ortalama değerler Tablo 1-4'te gösterilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan test örneklerinin ortalama yoğunlukları ( $0.5 \text{ g/cm}^3$ ), literatürde çalışılan sedir odunu yoğunluklarıyla ( $0.48$  ile  $0.56 \text{ g/cm}^3$ ) benzerdir (Demetci, 1986; As vd., 2001; Bal vd., 2012, 2013; Aydın, 2021; Efe, 2021). Bal vd., (2012) sedir olgun odununun hava kurusu yoğunluğunun  $0,58 \text{ g/cm}^3$  olduğunu tespit etmiştir.

Test edilen örneklerin ölçülen değerlerindeki varyasyon katsayıları %6 ile %25 arasında değişmektedir. Sedir odununda elastikiyet modülünün L, R ve T yönlerinde oranı yaklaşık 11.6:1.3:1 şeklindedir. Bodig ve Jayne'e (1982) göre iğne yapraklı ağaç odunlarında  $E_L$  değeri genellikle  $E_R$  değerinin 10 ila 20 katı arasında değişmekte,  $E_R$  değeri ise  $E_T$  değerinin yaklaşık iki katıdır. Türkiye'de yetişen sedir ağacı odunu için tespit



edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri coğrafi bölgeye bağlı olarak 7000 ila 10000 N/mm<sup>2</sup> arasında değişmektedir (Demetci, 1986; As vd., 2001; Bal vd., 2012, 2013; Aydın, 2021; Efe, 2021). Brunetti vd. (2001), benzer yoğunluk değerlerine sahip Atlas sedir ağacının eğilmedeki elastikiyet modülü değerinin 10000 N/mm<sup>2</sup>'nin biraz üzerinde olduğunu bildirmiştir. Diğer iğne yapraklı ağaç türlerinin odunları ile karşılaştırıldığında sedir odunu düşük bir E<sub>L</sub> değerine sahiptir.



Şekil 3. Basma testlerinden elde edilen tipik gerilme-şekil değiştirme eğrisi (- şekil değiştirme basma testi sırasındaki kısılmayı, + şekil değiştirme ise yanal genişlemeyi gösterir).

Tablo 1

L yönünde belirlenen özellikler

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Rutubet (%)	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Basma direnci (N/mm <sup>2</sup> )	v <sub>LR</sub>	v <sub>LT</sub>
0.50	12.4	7800 (11)	44.1 (7)	0.454 (24)	0.484 (13)

\* parantez içindeki değerler varyasyon katsayılarıdır

Tablo 2

R yönünde belirlenen değerler

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Rutubet (%)	E <sub>R</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Basma direnci (N/mm <sup>2</sup> )	v <sub>RL</sub>	v <sub>RT</sub>
0.51	12.1	890 (10)	8.6 (8)	0.052 (25)	0.522 (14)

\* parantez içindeki değerler varyasyon katsayılarıdır

Tablo 3

T yönünde belirlenen değerler

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Rutubet (%)	E <sub>T</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Basma direnci (N/mm <sup>2</sup> )	v <sub>TL</sub>	v <sub>TR</sub>
0.49	12.7	670 (10)	7.6 (6)	0.059 (23)	0.368 (18)

\* parantez içindeki değerler varyasyon katsayılarıdır

Tablo 4  
Sedir odununun kesme modülü değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Kesme modülü	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Rutubet (%)	Ortalama
G <sub>TR</sub>	0.48	12.5	156 (18)
G <sub>LT</sub>	0.48	12.6	780 (15)
G <sub>LR</sub>	0.49	12.4	836 (12)

\* parantez içindeki değerler varyasyon katsayılarıdır

Beklendiği gibi, lif yönündeki (E<sub>L</sub>) elastikiyet değeri radyal (E<sub>R</sub>) ve teğet (E<sub>T</sub>) yönlerden çok daha yüksektir. Bu, odun ortotropisinin doğrudan bir sonucudur. Ahşap malzemede liflere paralel basınç direnci liflere dik basınç direncinden oldukça yüksektir. Liflere dik olan basınç direnci liflere paralel basınç direncinin %12-18'si arasında değişir. Ahşabın lif yönündeki mekanik özelliklerini selüloz mikrofibrilleri yönetirken radyal yöndeki mekanik özellikleri üzerinde S1 ve S3 katmanlarındaki hemiselüloz'un etkisi vardır (Bergander ve Salmén, 2002).

Numunelerin ortalama elastik oranları (E<sub>T</sub>/E<sub>L</sub>, E<sub>R</sub>/E<sub>L</sub>, G<sub>LR</sub>/E<sub>L</sub>, G<sub>LT</sub>/E<sub>L</sub>), Ross (2010) tarafından iğne yapraklı ağaç türleri odunları için bildirilen ortalama değerlerden daha yüksek gözükmetedir (Tablo 5). Bodig ve Jayne'e (1993) göre kesme modülleri arasındaki oran G<sub>LR</sub>:G<sub>LT</sub>:G<sub>RT</sub> ≈ 10:9.4.1 şeklindedir. Sedir oranında bu oran 5.35:5:1 şeklindedir. Genel olarak, ahşabın kesme modülü yoğunluktan olumlu, nem içeriği, sıcaklık ve yükleme yönünden olumsuz etkilenir (Brandner vd., 2007).

Tablo 5  
Elastik oranların karşılaştırılması

Elastik oran	İğne yapraklı odunları ortalamaları	Sedir odunu
E <sub>T</sub> /E <sub>L</sub>	0.0564	0.085
E <sub>R</sub> /E <sub>L</sub>	0.0945	0.11
G <sub>LR</sub> /E <sub>L</sub>	0.064-0.081	0.107
G <sub>LT</sub> /E <sub>L</sub>	0.061-0.081	0.1
G <sub>RT</sub> /E <sub>L</sub>	0.003-0.013	0.02

Bal vd. (2012) sedir odununda liflere paralel basma direncini 59.2 N/mm<sup>2</sup> olarak bulmuşlardır. Keskin (2001) ise 52.5 N/mm<sup>2</sup> olarak rapor etmiştir. Çalışmada bulunan basma direnci literatür sonuçlarına göre oldukça düşüktür. Bu basma testlerinde referans alınan % 0.2' lik şekil değiştirme referans değerinden kaynaklanabilir.

Ahşabın kesme modülü pratik öneme sahiptir, çünkü deformasyonun %15'i eğilme sırasındaki kesme nedeniyle oluşur. Ahşabın yapısal tasarımında kirişlerin boyutları genellikle direnç ile değil elastikiyet ile kontrol edilir (Divos vd., 1998). Elastikiyet modülünün belirlenmesi ile karşılaştırıldığında, kesme modülünün belirlenmesi karmaşıktır. İkincil gerilmelerin varlığı, kesme özelliklerini tahmin etmeyi ve farklı test yöntemlerinden toplanan kesme özelliklerinin karşılaştırmasını zorlaştırır. Araştırmalar, test düzeneklerine özgü gerilme dağılımlarının bir sonucu olarak farklı test yöntemlerinden farklı kesme modülü değerleri göstermiştir (Harrison, 2006). Bu nedenle, bireysel araştırma çabalarının sonuçları arasında doğrudan karşılaştırma yapmak zordur. Genel olarak, yapısal uygulamalar için E:G oranı 16 olarak kabul edilirdi, ancak çalışmalar, oranın test yöntemine bağlı olarak 8 ile 65 arasında değiştiğini göstermiştir (Harrison, 2006; Divos vd., 1998).

Poisson oranları daha az araştırılan elastik sabitlerdir, çünkü bunların belirlenmesi hassas aletler gerektirir. Poisson oranları türler içinde ve türler arasında farklılık gösterir ve nem içeriği ve özgül ağırlıktan etkilenir (Ross, 2010). Ahşap ve ahşap çerçevesel yapıların yapısal analizindeki çoğu uygulama için ortalama Poisson oranının 0.3 olduğu varsayılır.

Sedir odununda Poisson oranlarının RL düzleminde 0.052 ile RT düzleminde 0.522 arasında değiştiği bulunmuştur. Genel olarak, çalışmada bulunan Poisson oranları, Ross (2010) tarafından yumuşak ağaç türleri için bildirilen Poisson oranlarına benzer veya biraz yüksektir. İğne yapraklı ağaç türlerinin odunları için LR ve LT Poisson oranı değerleri yapraklı ağaç türlerinin odunlarından biraz düşük ve genellikle 0.3 ile 0.5 arasında olduğu görülmektedir. RT Poisson oranı ise genellikle 0.5'ten büyük ve 0.7'ye kadar çıkabilmektedir. Literatürde bu değerlerin 1'in üzerinde görüldüğü çalışmalar da vardır (Bartolucci vd., 2020). Ancak, bu farkların test tipi ve numune geometrisinin de bir sonucu olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. RL ve TL Poisson oranları iğne yapraklı ağaç türü odunları için 0.02 ile 0.08 arasında değişmektedir (Ross, 2010).

Poisson oranlarındaki varyasyon diğer özelliklere göre daha yüksektir. Poisson oranlarındaki yüksek varyasyon katsayıları başka araştırmalarda da belirtilmiştir (Hering vd., 2012; Özyhar vd., 2013a, b; Jeong vd., 2010; Mizutani ve Ando, 2015).

#### 4. Sonuçlar

Çalışma sonuçlarına göre  $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$  değerleri sırasıyla 7800, 890 ve 670 N/mm<sup>2</sup>,  $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$  değerleri ise sırasıyla 836, 780, 156 N/mm<sup>2</sup> ve Poisson oranları ise 0.052 ile 0.522 arasında bulunmuştur. L, R ve T yönlerindeki basma dirençleri ise sırasıyla 44.1, 8.6 ve 7.6 N/mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada incelenen sedir odunu elastik sabitlerin kullanılması yapıların daha fazla güvenilirlik ve güvenlik tasarımına olanak tanır. Ahşabın lif yönündeki elastikiyet modülü, kısmen yıllık halkalarla ilişkili yapısal konfigürasyonlar ve kısmen de hücre duvarı anizotropisi nedeniyle diğer modüllerden çok daha büyüktür. Ahşabın teğet yöndeki elastikiyet modülü, doğrudan gerilmelerden ziyade hücre duvarı eğilmesi nedeniyle radyal elastikiyet modülünden daha azdır. Hücre duvarı eğilmesi ayrıca  $G_{RT}$ 'nin diğer yönlerdeki kesme modüllerinden önemli ölçüde daha az olmasına neden olur.

Elastik sabitlerin bilinmesi, malzemenin kullanımının optimizasyonu ve sonlu elemanlar gibi simülasyonların güvenilirliği için büyük önem taşımaktadır.

#### Yazar Katkıları

Yazar Ergün Güntekin: fikir/kavram, veri toplama, literatür taraması, analiz, yorum ve yazım işlemlerini gerçekleştirmiştir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

- Aira, J. R., Arriaga, F. and Gonzalez, G. I. (2014). Determination of the elastic constants of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood by means of compression. *Biosystems Engineering*, 126, 12-22.
- As, N., Koç, K.H., Doğu, A.D., Atik, C., Aksu, B. ve Erdinler, E.S. (2001). Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 51(1), 71-88.
- Aydın, T.Y. (2021). Evaluation of heating temperature and time on bending properties of Taurus cedar wood. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 432-438.
- Bal, B.C., Bektaş, I. and Kaymakçı, A. (2012). Some physical and mechanical properties of juvenile wood and mature wood of Taurus cedar. *KSU Journal of Engineering Sciences* 15(2), 17-26.
- Bal, B.C. (2013). Effects of heat treatment on the physical properties of heartwood and sapwood of *Cedrus libani*. *BioResources*, 8(1), 211-219.
- Bartolucci, B., De Rosa, A., Bertolin, C., Berto, F., Penta, F., Siani, A.M. (2020). Mechanical properties of the most common European woods: a literature review. *Frattura ed Integrità Strutturale* 54, 249-274.
- Bergander, A. and Salmén, L. (2002). Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. *Journal of Materials Science*, 37, 151-156.

- Berkel, A. (1951). Lübnan sedirinde teknolojik araştırmalar, *İÜ Orman fakültesi dergisi (A)*, 182-211.
- Bodig, J. and Jayne, B.A. (1993). *Mechanics of wood and wood Composites*. ISBN 978-0894647772. 736 p. Krieger Publishing Company: Melbourne, FL, USA.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1995). İğne Yapraklı Ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri, İstanbul üniversitesi, Orman fakültesi yayınları, Üniversite yayın No:3907. İstanbul
- Brandner, R., Gehri, E., Bogensperger, T. and Schickhofer, G. (2007). Determination of modulus of shear and elasticity of glued laminated timber and related examinations. CIB W 18-40-12-2, Bled, Slovenia.
- Brunetti, M., De Capua, E.L., Macchioni, N. and Monachello, S. 2001. Natural durability, physical and mechanical properties of Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Manetti) wood from Southern Italy. *Annals of Forest Science*, 58(6), 607-613
- Demetçi, E. (1986). Toros sediri (*cedrus libani* a. Rich.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 180, Ankara
- Divos, F., Tanaka, T., Nagao, H. and Kato, H. (1998). Determination of shear modulus on construction size timber. *Wood Science and Technology* 32, 393-402.
- Efe, F. (2021). A study on the determination of some physical and mechanical properties of wood of Taurus cedar. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 8(1), 43-52.
- Harrison, S.K. (2006). Comparison of Shear Modulus Test Methods. Master thesis, Faculty of Virginia Polytechnic and State University, Blacksburg, USA.
- Hering, S., Keunecke, D. and Niemz, P. (2012). Moisture-dependent orthotropic elasticity of beech wood. *Wood Science and Technology*, 45, 927-938.
- Jeong G.Y., Hindman, D.P. and Zink-Sharp, A. (2010). Orthotropic properties of loblolly pine (*Pinus taeda*) strands. *Journal of Material Science* (45), 5820-5830.
- Keskin, H. (2001). Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumpenza, C., Matz, P., Halbauer, P., Grabner, M., Steiner, G., Feist, F. and Müller, U. (2018). Measuring Poisson's ratio: mechanical characterization of spruce wood by means of non-contact optical gauging techniques. *Wood Science and Technology*, 52:1451-1471.
- Mayer, H. ve Sevim, M. (1959). Lübnan sediri, Lübnan'daki 5000 yıllık tahribatı, Anadolu'da bugünkü yayılış sahası ve bu ağaç türünün Alplere tekrar getirilmesi hakkında düşünceler. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi (B)*, 11(2), 111-142.
- Mızutani, M. and Ando, K. (2015). Influence of a wide range of moisture contents on the Poisson's ratio of wood. *Journal of Wood Science*, 61, 81-85.
- Ozyhar, T., Hering, S. and Niemz, P. (2013a). Moisture-dependent orthotropic tension compression asymmetry of wood. *Holzforschung*, 67(4), 395-404.
- Ozyhar, T., Hering, S., Sanabria, S.J. and Niemz, P. (2013b). Determining moisture-dependent elastic characteristics of beech wood by means of ultrasonic waves. *Wood Science and Technology*, 47(2), 329-341.
- Perlin, J. (1989). *A Forest Journey*, W.W. Norton and Company Inc., New York.
- Ross, R.J. (2010). *Wood handbook: Wood as an engineering material*. General Technical Report FPL-GTR 190, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.

# Bartın'da Faaliyet Gösteren Ağaç ve Orman Ürünleri İşletmelerine Yönelik SWOT Analizi

İsmail ÖZLÜSOYLU<sup>1</sup>, Rifat KURT<sup>2</sup>, Abdullah İSTEK<sup>3,\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 24.06.2022

Kabul: 06.12.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Orman ürünleri sanayi istihdam ve ekonomik kalkınma bakımından önemli bir sektör olup, üretim faaliyetleri ağırlıklı olarak küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından yapılmaktadır. Son yıllarda sanayileşme sonucu artan tüketim ile, hammadde ve doğal kaynakların daha özenli kullanımını zorunlu hale gelmiştir. Bu durum orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmelere yönelik analizlerin yapılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada Bartın'da faaliyet gösteren orman endüstri işletmelerine etki eden iç ve dış çevresel etkileri belirlemek amacıyla SWOT analizi gerçekleştirilmiş ve işletmeler için sektörel bazda SWOT faktörleri oluşturulmuştur. Bu kapsamda Bartın Ticaret ve Sanayi Odası'na kayıtlı toplam 56 firma tespit edilmiş ve bu firmalardan 30'una ulaşılarak yüz-yüze anket uygulanmıştır. Anket sonucunda güçlü yönlerle ilişkin 8, zayıf yönlerle ilişkin 11, fırsatlara ilişkin 12 ve tehditlere ilişkin 14 faktör belirlenmiştir. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde Bartın'daki işletmelerin en güçlü yönünün kaliteli işçilik ve kişiye özel tasarımlar üretmesi, en zayıf yönünün ise işletmelerin AR-GE faaliyetlerinden yeterince yararlanamaması olduğu belirlenmiştir. İşletmeler Bartın ve çevre illerde gerçekleşen/gerçekleşecek projeleri en büyük fırsat olarak görürken Bartın'daki ulaşım ve altyapı eksikliği işletmeleri tehdit eden en büyük faktör olmuştur.

**Anahtar Kelimeler** – Bartın, Orman Endüstrisi, SWOT analizi.

## SWOT Analysis for Wood and Forest Products Businesses Operating in Bartın

<sup>1,2,3</sup>Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

## Article History

Received: 24.06.2022


Accepted: 06.12.2022


Published: 15.12.2022


## Research Article

**Abstract** – The forest products industry is an important employment and economic development sector, and small and medium-sized enterprises mainly carry out production activities. With the increasing consumption due to industrialization in recent years, it has become necessary to use raw materials and natural resources more carefully. This situation has revealed the need to make analyzes for businesses operating in the forest products sector. In this study, SWOT analysis was carried out in order to determine the internal and external environmental effects affecting the forest industry enterprises operating in Bartın and SWOT factors were created for the enterprises on a sectoral basis. In this context, a total of 56 companies registered with the Bartın Chamber of Commerce and Industry were identified, and a face-to-face survey was applied to 30 of these companies. As a result of the survey, 8 factors related to strengths, 11 factors related to weaknesses, 12 factors related to opportunities and 14 factors related to threats were determined. When the results were examined in general, it was determined that the strongest aspect of the enterprises in Bartın was to produce quality workmanship and personalized designs, and the weakest aspect was that the enterprises could not benefit from R&D activities sufficiently. While businesses see the projects realized/to be realized in Bartın and the surrounding provinces as the biggest opportunity, the lack of transportation and infrastructure in Bartın has been the biggest factor threatening the businesses.

**Keywords** – Bartın, Forest Industry, SWOT analysis.

<sup>1</sup>  iozlusoylu@bartin.edu.tr

<sup>2</sup>  rkurt@bartin.edu.tr

<sup>3</sup>  aistek@bartin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Türkiye, Asya ile Avrupa'nın kesişme noktası ve aynı zamanda bir Akdeniz ülkesi olması nedeniyle doğal, kültürel ve biyolojik çeşitliliği barındıran bir coğrafyaya sahip olup, ekolojik bakımdan çeşitlilik, flora ve fauna bakımından zenginlik arz etmektedir. Çoğunluğu orman ekosistemlerinde olmak üzere 10.000'den fazla bitki türü ve yaklaşık 3.000 endemik tür söz konusudur (Kızmaz, 2000; Kurt vd., 2011).

Ormanlardan elde edilen birincil ve ikincil ürünleri işleyerek yarı mamul ya da son ürün haline getiren orman ürünleri sanayi sektörü, irili ufaklı binlerce işletmenin dağınık bir yerleşim düzenine sahip olduğu bir konumdadır. İmalat sanayi yapılanması içerisinde birincil ve ikincil imalat sanayi grupları adı altında faaliyet yürütmektedir. Birincil imalat sanayisinin, odunu doğrudan hammadde olarak kullanan; kereste ve parke sektörü, kaplama ve kontrplak, yonga ve lif levha endüstrisi ana başlıkları altında alt sektörlerle ayrıldığı görülmektedir. İkincil imalat sanayi grubu ise, birincil imalat sanayi grubunun ürünlerini hammadde olarak kullanan; mobilya, doğrama, ahşap parke, prefabrik ev, palet, ambalaj vb. gibi sanayi gruplarından oluşmaktadır (Akyüz, 2006; İstek vd., 2017; Kara vd., 2019).

Ağaç ve ahşap ürünleri sektörü ekonomik kalkınma ve özellikle kırsal istihdam açısından önemli bir sektördür. Ürünlerin üretimi çok sayıda küçük ve orta ölçekli işletmelerde yapılırken, bu tür işletmeler üretimde önemli bir rol oynamaktadır. Büyük ölçekli üreticiler daha çok levha üretimine yoğunlaşarak seri üretim teknikleri ile ihracata yönelik üretim gerçekleştirmektedirler. Küreselleşmenin etkileri ile mal ve girdi piyasalarında mobilitenin hızla arttığı günümüzde orman ürünleri sektörünün yan sanayilerle birlikte hacminin giderek büyüdüğü gözlenmektedir. Orman Ürünleri Sanayi, hammaddeye yani ormanlara yakın olarak kurulduğu için üretim sürecinin en başından en son halkasına kadar ekonomik değer yaratabilen bir sektördür (İmren vd., 2021). Sektör aynı zamanda içerdiği çok sayıda alt sektör ile küçük ve orta boy işletmeler için de çalışmaya uygun bir alan oluşturmaktadır. Dolayısıyla gerek ekonomik olarak geride olan bölgelere istihdam olanağı yaratılması, gerekse Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomisi için lokomotif görevi gören küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) için uygun ve elverişli bir çalışma alanı olması, sektörün önemini artırmaktadır (Keskin, 2013, İmren ve Kaygın, 2021). Dünya genelinde çeşitlenerek artan insan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi sürecini daha hızlı ve kitle üretimi şekline dönüştüren sanayileşme, doğal kaynak kullanımına artarak büyüyen bir ivme kazandırmıştır (Güven ve Demirci, 2019). Bu süreç, tüm doğal kaynaklar üzerinde olduğu gibi orman kaynakları üzerinde de giderek artan bir baskı meydana getirmiş, çevresel sorunların boyutunun artmasına neden olmuştur (Komut, 2016). 20. Yüzyılın son dönemlerinde, sanayileşmeden kaynaklı ve ihmal edilen çevresel sorunlar ve ekonomik etkilerinin yanı sıra doğal kaynaklardaki azalmanın önemi kaçınılmaz şekilde belirginleşmiştir (Toprak, 2006). Bu durum orman ürünlerine yönelik analizlerin yapılması daha elzem bir hale gelmiştir.

Bartın'ı da içine alan Batı Karadeniz Bölgesi, hem orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yoğunluğu hem de orman alanlarının genişliğinden dolayı Türkiye'nin önemli ürün tedarikçileri arasında yer almaktadır. Geniş orman alanları, ürün kalitesi ve orman varlığındaki çeşitlilik orman ürünleri sanayisinde faaliyet gösteren üreticilere değişen tüketici trend ve taleplerine cevap verme olanağı sağlamaktadır. Bölgede faaliyet gösteren işletmeler genellikle tomruk, kereste ve parke üzerinde faaliyet göstermekle beraber, odun dışı orman ürünleri alanında özellikle şahıs işletmelerinin varlığı söz konusudur (Kurt vd., 2016). Mobilya sektöründe faaliyet gösteren işletmeleri ise mikro-küçük ve orta büyüklükte işletmeler olarak 2 sınıfta değerlendirmek mümkündür. Daha yaygın olan mikro-küçük işletmeler bölge iç talebini karşılamakta olup, dış pazara yönelik faaliyetleri bulunmamakta ve kurumsal yapıları henüz tamamlanmamış firmalardan oluşmaktadır. Kurumsallaşma konusunda daha çok yol kat etmiş ve ihracat odaklı faaliyet gösteren orta büyük işletmeler ise tamamen bölge dışına çalışmaktadır (BAKKA, 2012; Gedik ve Çil, 2015).

SWOT kelimesi, İngilizce kelime, Strengths (Güçlü), Weaknesses (Zayıflık), Opportunities (Fırsatlar) ve Threats (Tehditler) kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmekte olup organizasyonun iç ve dış çevre analizini yaparak mevcut durumunu ortaya koymaktadır (Güngör ve Arslan, 2004; Özen vd., 2015; Kurt, 2019; Serin vd., 2019). SWOT analizi, bölgesel bir varlığın belirli bir organizasyonunun gelişimini belirleyen önemli faktörleri kategorize etmek için kullanılması gereken analitik bir araç olarak tanımlanmaktadır (Miles vd., 2008; Nazarko vd., 2017).

Çalışmada Bartın'da faaliyet gösteren orman endüstri işletmelerine etki eden iç ve dış çevresel etkileri belirlemenin yanı sıra şehrin, bölgesel, coğrafi, ekonomik, sosyal, kültürel, siyasal ve yönetsel etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda Bartın'da faaliyet gösteren işletmeler için sektörel bazda güçlü ve zayıf yönler ile fırsatlar ve tehditler (SWOT) anket yöntemiyle belirlenmiş ve elde edilen bulgular analiz edilerek öneriler geliştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bartın'da faaliyet gösteren orman endüstri işletmelerine ilişkin SWOT analizinin yapılması amacıyla Bartın Ticaret ve Sanayi Odası'na kayıtlı toplam 56 firma tespit edilmiştir. Söz konusu firmaların 22'si mobilya olmak üzere geri kalan 34'ü ahşap, yat, kereste ve orman ürünleri sektörlerinde faaliyet göstermektedirler. İşletmelere ilişkin SWOT faktörlerinin belirlenmesi amacıyla yüz yüze anket yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda işletme yöneticilerine güçlü yönlerin belirlenmesinde 10, zayıf yönlerin ve fırsatların belirlenmesinde 7, tehditlerin belirlenmesinde 6 adet soru yöneltilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1.

### SWOT analizine ilişkin hazırlanan sorular

Güçlü yönler	Zayıf yönler
<ul style="list-style-type: none"> <li>İşletmenizin üstünlükleri nelerdir? Başkalarının sahip olmadığı ne gibi avantajlara sahipsiniz?</li> <li>Diğerlerine göre daha iyi yaptığımız şeyler neler? Hangi tür faaliyetleri daha iyi yapıyoruz?</li> <li>Rakiplerinizle karşılaştınca güçlü yanlarınız nelerdir?</li> <li>Sizce rakipleriniz sizin hangi yönlerinizi güçlü görüyor?</li> <li>Hangi kaynaklara erişim sağlayabilirsiniz? Hangi kaynaklara sahipiz?</li> <li>Gurur duyduğunuz başarılarınız var mı? Varsa hangileri?</li> <li>Güçlü ve yetenekli bir yönetici miyiz? (Yöneticiye sahip miyiz?)</li> <li>Yeni ve işletmeye faydalı teknolojilere sahip miyiz?</li> <li>Yeni bir ürün ve strateji geliştirebiliyor muyuz?</li> <li>Bilgi ve becerisi yüksek çalışanlara sahip miyiz?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İyi yapamadığımızı düşündüğünüz ve bu nedenle kaçındığımız işler neler? İşletmenizde neleri kötü yaptığınızı?</li> <li>İşletmenizde iyileştirilmesi gereken noktalar nelerdir?</li> <li>Rakipleriniz sizden daha iyi oldukları konular var mıdır? Varsa nelerdir?</li> <li>Rakiplerinizin gözünde ortaya çıkan ne gibi zayıf yönleriniz var?</li> <li>Çalışanların, yöneticilerin ve liderlerin yetenek ve bilgilerinin yetersizliği söz konusu mu?</li> <li>Ar-Ge çalışmalarına gereken önem veriliyor mu?</li> <li>Satış, pazarlama ve hizmet kalitesinde veya veriminde düşüklük söz konusu mu?</li> </ul>
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> <li>İşletmenizin önünde ne gibi fırsatlar vardır?</li> <li>Firmanızın Bartın'da bulunması işletmenize hangi avantajları sağlıyor?</li> <li>Bartın ve çevresinde gerçekleştirilen projelerin firmanıza olumlu etki yapacağını düşünüyor musunuz?</li> <li>Bartın'da orman fakültesi bulunması sizin için bir fırsat teşkil ediyor mu?</li> <li>Pazarda veya işletmede, rakiplerinin dolduramadığı boşluklar var mı? Neleri kendi avantajınıza çevirebilirsiniz?</li> <li>Sektörünüze ilişkin Teknoloji ve pazarda oluşan değişimler ve gelişmeler neler?</li> <li>Bölgesel teşviklerin size avantaj sağlayacağını düşünüyor musunuz?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İşletmede ne gibi engellerle karşılaşıyorsunuz? Hangi unsurlar yol almanıza engel olabilir?</li> <li>Belli standartta hizmet ve ürün üretirken, bunlar değişebilir mi? Değişirse ayak uydurabilir misiniz?</li> <li>Değişen koşullar herhangi bir şekilde tehdit oluşturuyor mu? Hangi koşullar sizin için tehdit olabilir?</li> <li>Finansal sorunlarımız var mı, yoksa hangi durumlarda çıkabilir?</li> <li>Bartın'da kalifiye eleman sorunuz var mı? İş gücü bulmakta sorun yaşıyor musunuz?</li> <li>Bartın'da sizin için tehdit oluşturabilecek bir durum var mı? Sizce bölgenizin dezavantajları nelerdir?</li> </ul>

SWOT faktörlerini belirlemek amacıyla kaç firmaya anket uygulanması gerektiği Denklem 2.1'deki basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Kaygın vd. 2015);

$$n = \frac{Nt^2pq}{d^2(N-1) + t^2pq} \quad (2.1)$$

Burada; N; Ana kütle büyüklüğü, t; güven katsayısı (1,96), p; ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma ihtimali (0,8), q; ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama ihtimali (1-p), d; kabul edilen örnekleme hatası (%10). Buna göre örnek büyüklüğü;

$$n = \frac{56(1,96^2)(0,20 \times 0,80)}{(0,1)^2(56-1) + (1,96^2)(0,20 \times 0,80)} = 29,55$$

olarak belirlenmiş ve ankete katılma isteği olan toplam 30 işletmeye anket uygulanmıştır. İşletmelerin faaliyet konularına göre SWOT faktörleri de birbirinden farklılık gösterebileceği için her bir sektöre ait faktörler ayrı ayrı belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

SWOT analizi sonucu elde edilen güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditler bu başlıkta altında ayrı ayrı irdelenerek genel bir değerlendirme yapılmıştır.

#### 3.1. Güçlü yönler

Bartın'da faaliyet gösteren işletmelerin güçlü yönleri genel olarak incelendiğinde şehrin nüfus, konum ve kalite avantajlarının ön plana çıktığı görülmüştür. İşletme yöneticilerinin vermiş olduğu yanıtlar doğrultusunda güçlü yönlerle ilişkin SWOT faktörleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- G1: Hızlı üretim ve zamanında teslimat (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- G2: Kaliteli işçilik ve kişiye özel tasarım (Yat, Mobilya, Ahşap)
- G3: Geniş atölye imkanları (Yat)
- G4: Bölgeye has farklı teknik ve kaliteli malzemeler (Yat, mobilya)
- G5: Standart dışı ölçü ve büyüklükte üretim imkânı (Yat)
- G6: Müşterilerle bire bir ve yüz yüze daha iyi iletişim (Yat, Ahşap)
- G7: Aile ortamına sahip güven veren tecrübeli işgücü (Yat, Ahşap)
- G8: Güçlü, yetenekli ve tecrübeli yöneticiler (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)

#### 3.2. Zayıf yönler

Zayıf yönler incelendiğinde ise Bartın orman endüstri işletmelerindeki sorunların bölgeden çok maddi ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle ortaya çıktığı görülmüştür. Zayıf yönlerle ilişkin SWOT faktörleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Z1: Pazarlama ve reklam yetersizliği (Yat, Mobilya)
- Z2: Seri imalata sahip olmama (Yat)
- Z3: Düşük teknolojiye sahip makine ve teçhizat ile üretim (Yat, Kereste, Ahşap)
- Z4: AR-GE faaliyetlerinden yararlanamama (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- Z5: Ürün çeşitliliğinin az olması (Yat, Kereste)
- Z6: Düşük kapasiteyle üretim ve iş kayıpları (Yat)
- Z7: Kurumsallaşamama (Yat, Kereste)
- Z8: Atölyelerin çoğunluğunun üstü açık olması (Yat)
- Z9: Yavaş işçilik nedeniyle zaman ve iş kayıpları (Yat, Kereste)
- Z10: Verimsiz yer kullanımı ve fabrika düzenleme (Mobilya, Ahşap)
- Z11: Dış piyasaya açılmamak (Kereste).



### 3.3. Fırsatlar

Bartın'da faaliyet gösteren orman endüstri işletmeleri bölgenin ve şehrin sağlamış olduğu konum ve kültürel avantajlar ile çevre illerdeki projeleri en büyük fırsat olarak görmektedirler. Özellikle coğrafi olarak Bartın'ın, Türkiye kıyılarında ahşap tekne yapımıcılığının geleneksel teknik, yöntem ve malzemelerle icra edildiği son merkezlerden biri olması bu şehre çok sayıda fırsat sunmaktadır (Davulcu, 2013 ). Orman endüstri işletmelerine ait fırsatlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- F1: Bartın ve çevre illerde gerçekleşen/gerçekleşecek projeler (Tekne İmal ve Çekek Yeri Alt Yapı İmalatı Projesi, Filyos Vadisi Projesi vs.) (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- F2: Bartın'da orman fakültesinin bulunması (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- F3: Bölgede geleneksel üretime verilen önem (Yat)
- F4: Bölgesel teşvikler (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- F5: Bartın'ın ahşap tekne imalatında ilk akla gelen ve bölgeye özgü çektirme tipi tekne imalatının ilk merkezi olması (Yat)
- F6: Her geçen gün farklı özelliklere sahip yeni hammadde ve yardımcı malzemelerin piyasaya sürülmesi (Yat, Mobilya)
- F7: Yapılan iş nedeniyle uluslararası ve kurumsal firma olma imkânı (Yat, Mobilya)
- F8: Ölmeyecek bir meslek dalı, sürdürülebilir olması (Yat, Kereste)
- F9: Ürün ve hizmet standartlarındaki değişime hızlı ayak uydurabilme (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- F10: Sürdürülebilir bir malzeme olan orman ürünlerine olan talebin her geçen gün artması (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- F11: E-ticaret, Sosyal medya vb. dijital ortamlarla daha geniş kitleye ulaşabilme (Mobilya)
- F12: Turistik bir bölge olması (Yat, Mobilya).

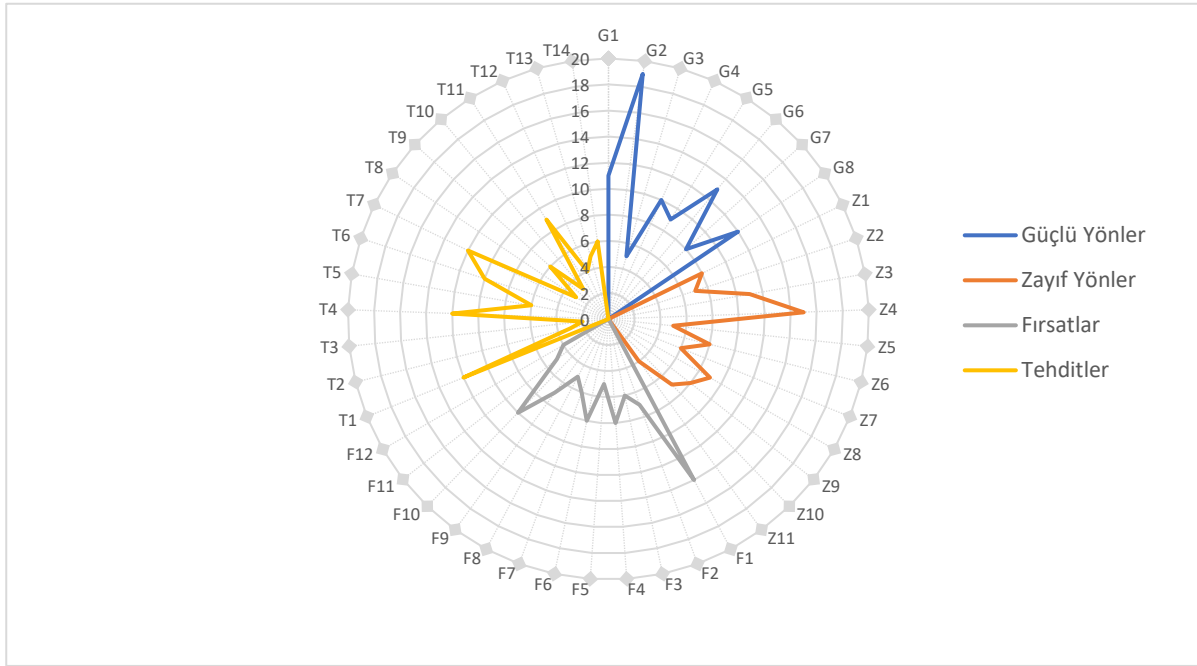
### 3.4. Tehditler

Bartın orman endüstri işletmelerinin önündeki en büyük tehditler genel olarak şehrin küçük olmasından kaynaklı olan altyapı, hammadde, işgücü gibi sorunlardan oluşmaktadır. Bununla birlikte yine siyasal ve yönetsel faaliyetler de tehditler arasında yer almıştır. Bartın'daki orman endüstri işletmelerini tehdit eden faktörler aşağıdaki gibidir;

- T1: Bartın'daki ulaşım ve altyapı eksikliği (Yat, Kereste, Mobilya, Ahşap)
- T2: Sık sık gerçekleşen doğa olayları (Yat)
- T3: Gelenekçi yapı nedeniyle farklı girişimlere yönelememe (Yat)
- T4: Hammadde pahalılığı ve yardımcı malzemelere erişim (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- T5: Online satışlarda kalitesiz malzemenin üretilmiş ve satış sonrası hizmet bulunmayan ürünlerin artması (Mobilya)
- T6: Kalifiye eleman yetersizliği (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- T7: Finansal sorunlar (Yat, Mobilya, Kereste)
- T8: Dağlık ve engebeli arazi yapısı (Yat)
- T9: Sürekli artan girdi maliyetleri (Yat, Mobilya, Kereste, Ahşap)
- T10: Taşıma ve nakliye sorunları (Yat)
- T11: Hammadde tedarikçilerinin yetersizliği (Yat, Mobilya, Ahşap)
- T12: Bürokratik engeller (Yat, Mobilya, Kereste)
- T13: Covid-19 (Mobilya)
- T14: Makina arızalarında parça veya teknik servislerin bölgeye uzak olması (Mobilya).

### 3.5. Genel durum

Bartın'da faaliyet gösteren orman endüstri işletmelerinin verdikleri tüm yanıtlar işlenerek Şekil 1'de verilen radar grafiği oluşturulmuştur. Grafik incelendiğinde Bartın'daki işletmelerin en güçlü yönünün kaliteli işçilik ve kişiye özel tasarımlar üretmesi olduğu görülmektedir. Bunu müşterilerle bire bir, yüz yüze ve daha iyi iletişim kurması izlemiştir. İşletmelerin AR-GE faaliyetlerinden yeterince yararlanamaması ve düşük teknolojiye sahip makine-teçhizat ile üretim yapılıyor olması en zayıf yönleri olarak görülmüştür. Bartın ve çevre illerde gerçekleşen/gerçekleşecek projeler ile sürdürülebilir orman ürünlerine olan talebin her geçen gün artacağı düşüncesi en büyük fırsatlar olarak görülmektedir. Bartın'daki ulaşım, altyapı eksikliği, yüksek hammadde fiyatları ve yardımcı malzemelere erişim ile finansal sorunlar orman endüstri işletmelerini tehdit eden unsurlar olarak değerlendirmiştir.



Şekil 1. SWOT faktörlerinin işletme sayısına göre genel dağılımı

Literatürde farklı sektörlerde ve alanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; kaliteli işçilik ve tecrübeli iş gücü (Yılmaz, 2009; Şahin ve Tektaş, 2021), malzeme ve ürün çeşitliliği (Karagöz ve Korkut, 2017), yüksek üretim kapasitesi (Kaya, 2019) gibi faktörlerin çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde güçlü yönler arasında yer aldığı; pazarlama ve reklam yetersizliği (Durgun, 2007; Bashımov, 2013; Subaşı vd., 2015; Karagöz ve Korkut, 2017), altyapı yetersizliği (Durgun, 2007), AR-GE yetersizliği (Bağcı ve Karataş, 2017; Ünal ve Yapraklı, 2017; Yalçınkaya, 2017; Şahin ve Serin, 2018), kurumsallaşma sorunları (Bağcı ve Karataş, 2017; Ünal ve Yapraklı, 2017; Çelebi vd., 2018), düşük kapasiteyle üretim ve teknoloji yetersizliği (Bashımov, 2013; Tan vd., 2014; Seki ve Biler, 2016) gibi faktörlerin ise zayıf yönler olarak yer aldığı görülmektedir. Yine farklı çalışmalarda Bartın ve çevre illerde gerçekleşecek projelerin (Ceyhan, 2020), üniversitelerin gelişmeyi destekleyici konumlarının (Çelik ve Murat, 2009), bölgesel teşviklerin (Ersungur ve Aslan, 2014) fırsat faktörleri olarak belirlendiği görülmüştür. Aynı şekilde altyapı eksikliği ve bürokratik engeller (Bağcı ve Karataş, 2017; Ünal ve Yapraklı, 2017; Urfa vd. 2021; Yılmaz, 2009), kalifiye eleman yetersizliği (Bağcı ve Karataş, 2017), hammadde fiyatlarının yüksek ve belirsiz olması (Kokten ve Karakaya, 2017), girdi fiyatlarındaki artışlar (Subaşı vd., 2015; Kaya, 2019), finansal sorunlar (Erbil ve Taş, 2020) ise tehditler arasında yer almıştır.

#### 4. Sonuçlar

Bartın'da faaliyet gösteren ağaç ve orman ürünleri işletmelerine yönelik yapılan SWOT analizi sonucunda üretimlerin yüksek kalitede, kişiye özel olarak yapılabilmesi ve müşterilerle iyi iletişim kurulabilmesi en önemli güçlü yön olarak ortaya çıkmıştır. En zayıf yön ise üretimin düşük teknoloji ile yapılması ve AR-GE faaliyetlerine yeterince yer verilememesi olarak değerlendirilmiştir. Bartın ve yakın çevresinde devam etmekte olan ve yeni yapılacak proje çalışmaları ile orman ürünlerine olan talebin artarak devam edeceği düşüncesi en büyük fırsat, ulaşım ve alt yapıdaki sorunlar, hammadde fiyatlarının yüksek olması ile diğer finansal problemler ise en önemli tehdit unsurları olarak görülmektedir. Bartın orman ürünleri sanayinin sürdürülebilir şekilde gelişerek tüm paydaşları açısından daha faydalı hale gelmesi, sahip olduğu fırsatların değerlendirilerek güçlü yönlerinin daha ileriye taşınması, tehdit unsurlarının azaltılarak zayıf yönlerinin geliştirilmesi sayesinde mümkün olacaktır. Bu amaçla özellikle üniversite sanayi iş birliği öncülüğünde AR-GE ve proje çalışmaları yapılarak daha yüksek teknolojiye sahip yenilikçi üretim yöntem ve ekipmanları sanayiye kazandırılabilir. Ayrıca karar alma süreçlerinde tüm paydaşların yer alması ve bu paydaşlara verilecek eğitimler ile üretimin daha verimli hale getirilmesi mümkün olabilir. Bu sayede hem Bartın orman ürünleri sanayisi için öne çıkan fırsatlar değerlendirilmiş, hem de önemli zayıf yönlerin geliştirilmesi için adım atılmış olacaktır. Bartın ve yakın çevresinin sahip olduğu zengin orman varlığının daha iyi değerlendirilmesine yönelik yapılacak bölgesel bazlı çalışmalar ve yatırımlar, hammadde potansiyelinin ortaya çıkmasına katkı sağlayacak bu sayede maliyetlerin düşmesi mümkün olabilecektir. Yapılacak yeni yatırımlar alt yapı kaynaklı sorunların azaltılması ve finansal sorunların çözümüne katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte orman ürünleri alanında yeni gelişmelerin takip edilmesi, orman fakültesi ile iş birliğinin geliştirilerek üniversite sanayi ortak projelerine önem verilmesi sektörün gelişimini hızlandıracağı ve rekabet gücünü arttıracığı değerlendirilmektedir.

#### Teşekkür

Çalışmadan elde edilen anket sonuçları (SWOT faktörleri) bölgesel çalışmalara destek amacıyla Bartın İl Sanayi ve Teknoloji Müdürlüğü ile paylaşılmıştır.

#### Yazar Katkıları

İÖ: Araştırma, literatür taraması, metodoloji, yorumlama, kontrol ve yazım  
RK: Araştırma, analizler, yorumlama, metodoloji, yazım, kontrol ve düzenleme  
Aİ: Araştırma, veri toplama, metodoloji, yazım, son kontrol

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

- Akyüz, K. C. (2006). Avrupa Birliği sürecinde Türkiye orman ürünleri sanayinin rekabet düzeyi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 8(9), 83-94.
- Bağcı, M. ve Karataş, M. (2017). Muğla bölgesi mermer sektörünün swot analiz araştırması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17(2), 736-752.
- BAKKA, (2012). Batı Karadeniz Bölgesi Organize Sanayi Bölgeleri Mevcut Durum Analizi. <http://www.bakka.org.tr>.
- Bashimov, G. (2013). Türkmenistan süt sektörünün mevcut durumu: fırsatlar ve zorluklar. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2(2), 197-203.
- Ceyhan, M. S. (2020) Bartın merkez I. Organize sanayi bölgesi üzerine SWOT analizi. *Yönetim Ekonomi Edebiyat İslami ve Politik Bilimler Dergisi*, 5(1), 75-89.
- Çelebi, H., Gülden, G. Ö. K. ve Güllü, Ö. (2018). Aksaray ili madencilik sektörünün swot analizi. *Journal of the Institute of Science and Technology* 8(3), 101-107.
- Çelik, N. ve Murat, G. (2009). Sayısallaştırılmış SWOT analizi ile Bartın ili'nin ekonomik yapısını değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 24(1), 199-212.

- Davulcu, M. (2013). Bartın yöresinde ahşap tekne yapıcılığı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 5(1), 23-52.
- Durgun, A. (2007). Isparta turizminin SWOT analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 3(5), 93-109.
- Erbil, E. Ve Taş, T. (2020). Yağlı tohumlu bitkiler tarımının ve yağ sektörünün SWOT analizi ile değerlendirilmesi: GAP bölgesi örneği. *Geleceğin dünyasında bilimsel ve mesleki çalışmalar* 20.
- Ersungur, Ş. ve Aslan, M. (2014). Muş İlinin gelişme potansiyelinin SWOT analizi ile incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 28(4), 213-235.
- Gedik, T. ve Çil, M. (2015). Batı Karadeniz bölgesinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinde sürdürülebilir üretim uygulamaları üzerine bir araştırma. *Ormanlık Dergisi* 11(2), 1-12.
- Güngör, S. ve Arslan, M. (2004). Turizm ve rekreasyon stratejileri için swot analizi, görsel kalite değerlendirmesi, turizm tesislerinin beğenilirliği ve turizm tesisleri durum analizi uygulaması: Beyşehir ilçesi örneği. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 18(33), 68-72.
- Güven, A. ve Demirci, Ö. F. (2019). Doğal kaynakların devamlılığında çevre yönetiminin önemi. 3. *Uluslararası UNİDOKAP Karadeniz sempozyumu "Sürdürülebilir tarım ve çevre"*, Tokat, Türkiye, 368-374.
- İmren, E. ve Kaygın, B. (2021). Türkiye mobilya sektörü dış ticaretinin zaman serileri yöntemiyle tahmini. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 23(1), 149-159. DOI: 10.24011/barofd.879156
- İmren, E. Kaygın, B. ve Karayılmazlar, S. (2021). Türkiye mobilya sektörü dış ticaret verilerinin yapay sinir ağları ile değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 23(3), 906-916. DOI: 10.24011/barofd.1011207
- İstek, A., Özlüsoyulu, İ. ve Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(1), 132-138.
- Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ. ve Kayacan, B. (2019). Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 15(1), 15-32.
- Karagöz, T. ve Korkut, D. S. (2017). Mobilya sektörünün sorunları ve çözüm önerileri (Kocaeli İli Örneği). *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* 6(3), 85-92.
- Kaya, Ö. (2019) Türk ve Ukrayna hazır giyim sektörü değerlendirmesi. *XIII. International Turkic Art, History and Folklore Congress*, 237-243.
- Kaygın, B., Kurt, R. ve İmren, E. (2015). Bartın üniversitesi orman endüstri mühendisliği mezunlarının istihdam durumu üzerine bir araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 17(25-26), 54-61.
- Keskin, H. (2013). Batı Akdeniz Bölgesi orman ürünleri sektörünün rekabet gücünün Porter'ın karo modeli çerçevesinde incelenmesi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 51-66.
- Kızmaz, M. (2000). Policies to promote sustainable operations and utilization of non-wood forest products in Turkey. *Seminar Proceedings, Harvesting of Non-Wood Forest Products*, 2-8 October, Menemen, İzmir, pp.97-112.
- Kokten, E. S. ve Karakaya, A. (2017). SWOT (GZFT) Uygulaması ile Karabük demir çelik sektörünün analizi. *In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science* 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaycan).
- Komut, O. (2016). *Türkiye'de ormancılık ve orman ürünleri endüstrisinde sertifikasyon: Sektörel durum ve farkındalık çözümlemesi*. Doktora Tezi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı. 230 s.
- Kurt, R. (2019). Mobilya sektöründe E-ticaret'in GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(1), 616-627. DOI: 10.29130/dubited.485746
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E. ve Çabuk, Y. (2016). Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: ihracat analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 8 (2), 158-167. DOI: 10.24011/barofd.267289
- Kurt, R., Çabuk, Y. ve Karayılmazlar, S. (2011). Foreign trade analysis of spices and spices derivatives as non-wood forest products of Turkey. *2nd International Non-Wood Products Symposium*, Isparta, Turkey (pp. 23-31).
- Miles, I. D., Georghiou, L., Harper, J., Keenan, M. P. ve Popper, R. (2008). *The Handbook of Technology Foresight-Concepts and Practice*.
- Nazarko, J., Ejdy, J., Halicka, K., Magruk, A., Nazarko, Ł. ve Skorek, A. (2017). Application of enhanced SWOT analysis in the future-oriented public management of technology. *Procedia engineering* 182, 482-490.
- Özen, M., Polat, H., Gündüzalp, S. ve Yaraş, Z. (2015). Eğitim kurumlarında SWOT analizi. *Turkish Journal of Educational. Studies*, 2(1), 1-28.

- Seki, İ. ve Biler, T. (2016). Büyükbaş hayvan işletmelerine yönelik SWOT analizi: Biga örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1), 51-59.
- Serin, H., Şahin, Y. ve Oktay, S. (2019). Hatay odun dışı orman ürünlerinin swot analizi ile değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science* 3(1), 84-92.
- Subaşı, O. S., Seçer, A., Yaşar, B., Emeksiz, F. ve Uysal, O. (2015). Türkiye'de muz sektörünün pazarlama yapısı ve SWOT analizi ile incelenmesi. *Alatarım*, 14(2), 17-28.
- Şahin, B. ve Tektaş, N. (2021). Havacılıkta SWOT analizi: Türkiye için durum değerlendirmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* 4(1), 87-98.
- Şahin, Y. ve Serin, H. (2018). Diyarbakır ili mobilya sanayisinin GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science* 2(1), 83-90.
- Tan, S., Seki, İ. ve Akbulut, M. (2014). Doğal kaynakların kullanımı ve sürdürülebilirliği açısından su ürünleri sektörünün mevcut durumu ve SWOT analizi: Türkiye TR22 Bölgesi Örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi* 9(1), 125-136.
- Toprak, D. (2006). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde çevre politikaları ve mali araçlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2(4), 146-169.
- Urfa, A. M., Can, E. ve Yüceol, N. (2021). Covid-19 salgını bağlamında Türkiye'de turizm sektörünün swot analizi. *Journal of Travel & Tourism Research* 18, 22-50.
- Ünalın, M. ve Yapraklı, T. Ş. (2017). Lojistik merkez olabilmesi açısından Erzurum'un SWOT analizi ile değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 31(3), 677-700.
- Yalçınkaya, M. H. (2017). Gelişen Türkiye'nin Rekabetçi Gücü Manisa Sanayi Bölgesi KOBİ'lerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı: Swot Analizi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 15(2), 279-308.
- Yılmaz, İ. (2009). Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde Türk kesme çiçek sektörünün SWOT (GTZF) analizi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(1), 103-112.

# Mobilya Endüstrisinde Çevresel Faktörlerin Etkilerinin Ergonomik Açıdan İncelenmesi ve Bir İşletme Uygulaması

Selman Karayılmazlar<sup>1,\*</sup>, Zümrall Atılğan Başbüyük<sup>2</sup> Yıldız Çabuk<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın Türkiye

<sup>2</sup>Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 24.06.2022

Kabul: 15.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışma çeşitli çalışma ortamlarında, özellikle verimliliği ve üretim kalitesini arttırmada, rekabet ortamı sağlamada, ayrıca işçilerin sağlığının korunmasında çevresel faktörlerin büyük önem taşıdığı ve bu konuda alınabilecek önlemleri belirtmek için hazırlanmıştır. Bu amaçla mobilya fabrikasında gürültü, aydınlatma, toz, bağıl nem, hava akım hızı ölçümleri yapılmıştır. Tespit edilen değerlerle, standart kabul edilen değerler karşılaştırılarak gerekli öneriler sunulmuştur. Gürültü ölçümleri her makine başında ve atölyenin yerleşim planı üzerinde belirlenen noktalarda yapılmıştır. Tespit edilen değerler doğrultusunda gürültü haritası çıkarılmıştır. Standart değerleri aşan yerler için öneriler sunulmuştur. Aydınlatma ölçümü de her makine başında yapılmış ve aydınlatma düzeyi düşük olan yerler için özel aydınlatma sitemleri öneri olarak sunulmuştur. Toz tespitinde ise toz meydana getiren makinelerde ölçüm yapılmış ve Müsade Edilen Azami Konsantrasyon (MAK) değerlerle karşılaştırılmıştır. Hava akım hızı ve bağıl nem atölye merkezinde ölçülmüş ve gerekli yerlere havalandırma sistemleri takılması öneri olarak sunulmuştur. Ayrıca işyerinde kullanılan kimyasallar ve kişisel koruyucular hakkında işçilerin bilgilendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Ergonomi, Çevresel Faktörler, Mobilya

## The Investigation of The Effects of Environmental Factors on Furniture Industry by The Ergonomic Aspect and A Case Study

<sup>1,3</sup>Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın Türkiye

<sup>2</sup>Bartın University, Enstitute of Natural and Applied Sciences, Bartın Türkiye

## Article History

Received: 24.06.2022


Accepted: 15.11.2022


Published: 15.12.2022


## Research Article

**Abstract** – This study was prepared in order to clarify the particularly importance of environmental factors in productivity and production quality, promoting competition, and also to preserve the health of the workers in various working areas, and taking measures about these matters. For this purpose the measurements of noise, lighting, dust, relative humidity and air velocity were made. The recommendations were made according to actual results compared with the standards. Measurements of noise and lighting were made in front of all the machinery and designated points in the factory layout plan. A noise map was drawn according to the results and recommendations were made for the points exceeding the standard noise values. For insufficiently illuminated areas, special lighting equipment was recommended. The dust measurements were made in front of dust producing machinery and the values were compared with Maximum Allowable Concentration (MAK) values. The air velocity was measured at the centre of the factory and recommendations were made for special areas that needed ventilation. Moreover, the necessity of the education of employees about the chemicals used and personal safety equipment was stated.

**Keywords** – Ergonomic, Environmental Factors, Furniture

<sup>1</sup>  selmankzku@yahoo.com

<sup>2</sup>  zumrall79@gmail.com

<sup>3</sup>  ycabuk@bartin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Ülkemizin içinde bulunduğu sanayileşme süreci ve bu sürecin ortaya çıkardığı sorunlar, insan ve çalışma çevresi arasındaki ilişkiyi inceleyen ergonomi bilimine ve bu alanda yapılacak çalışmalara verilmesi gereken önemi her geçen gün artırmaktadır. İşletmeler, en yüksek verimlilik ve kar amacındadırlar. Bu nedenle verimliliği artırmak için çalışma ortamındaki olumsuz çevre koşullarını ve çalışanların sorunlarını göz önüne almak durumundadırlar. Bu duruma verilebilecek en iyi örnek; çalışanların çalıştıkları makinelerin bir parçası olarak görülerek, çalışanın işe yabancılaşması ve verimliliğin düşmesi, olumsuz çevre koşulları sebebiyle meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda işçi kayıpları, zaman kayıpları, kalitedeki düşüklükler, üretim kayıpları olmaktadır. İşte, bu ve benzeri sorunlar, insan ve çalışma çevresi arasındaki ilişkiyi inceleyen ergonomi biliminin önemini vurgulamaktadır.

Ergonomi, çok çeşitli sağlık sorunlarını önlemek ve verimliliği artırmak için işyerinin nasıl tasarlanması ya da işçiye nasıl uyumlu hale getirilmesi gerektiğini belirlemek için kullanılmaktadır. Bir başka deyişle işçiye işe uymaya zorlamak yerine, işi işçiye uygun hale getirmektedir. Çalışma masası yükseltilerek işçinin işini yapabilmesi için gereksiz yere eğilmekten kurtarılması örnek verilebilir (ILO, 1997).

İşyerinde ergonominin uygulanması, işçiye daha sağlıklı ve güvenli çalışma koşulları getirirken, işveren için en yüksek kar ve üretkenlik sağlamaktadır. Ergonomi, işçilerin rahatsız olmasına, yorulmasına ya da sağlığının bozulmasına neden olabilecek koşulları iş ortamından uzaklaştırmak için biyoloji, psikoloji, anatomi ve fizyoloji ilkelerini uygulamaktadır. Bir çalışma sisteminin ergonomik olması birbirini izleyen, yapılabirlik (işin biyolojik yetenek sınırları içinde olması), dayanabilirlik (işin sürdürülebilir iş başarımı, performans sınırları içinde olması), kabul edilebilirlik (işin sosyal sınırlar içinde bulunması), hoşlanabilirlik (işin psikolojik beklentilere uygun olması) ve kendini gerçekleştirilebilirlik (bireysel olarak tüm yeteneklerin tatmin edilmesi) olmak üzere beş ölçüte uygunluğuyla ölçülebilmektedir (Dizdar ve Kurt 2001).

İnsan yaşamının her alanında önemli bir yeri olan ergonomi geniş ve yaygın kullanım alanına sahiptir. Günlük yaşamımızın her anında ihtiyaç duyduğumuz ve kullandığımız, önemli yere sahip olan mobilya ergonominin önemli olduğu alanlardan bir tanesidir (Aşkın vd. 2021). Mobilya sektörü, üretimi kolay olmayan, yüksek maliyetli ürünlerine rağmen her geçen gün ortaya çıkan yeni tasarım ve ürün modellerinin geliştirilmesiyle birlikte daha çok talep gören bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır (Kurt, 2020). Bu çalışma işletmelerde verimliliği ve üretim kalitesini artırmanın, rekabet ortamı sağlamanın, işçinin sağlığını ve güvenliğini korumanın, çalışma ortamlarındaki çevresel faktörlere gereken önemi vermekle mümkün olacağını vurgulamak için hazırlanmıştır. Uygulama aşamasında gözlem ve ölçüm metotları kullanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Mobilya endüstrisinde çevresel faktörlerin etkilerinin ergonomik açıdan incelenmesi amacıyla hazırlanan bu çalışmada uygulama yeri olarak Tepe Mobilya fabrikası seçilmiştir.

Tepe Gurubu Şirketleri Ankara'da Bilkent mevkiinde faaliyet gösteren ülkenin önde gelen kuruluşlarından. Tepe Grubu Şirketleri 1969 yılında yeni kurulmuş olan Hacettepe Üniversitesi'ne destek sağlamak amacıyla Sayın İhsan Doğramacı tarafından oluşturulan vakıflar tarafından kurulmuştur. 1984 yılında Bilkent Üniversitesi'nin kurulmasıyla şirketler Bilkent Holding'e aktarılmıştır. Tepe Grubu Şirketleri içinde inşaat, yapı malzemeleri, kapı ve doğrama, mutfak ve mobilya alanlarında çalışan şirketler bulunmaktadır.

Mobilya bölümünde başlıca, cila atölyesi, masif atölyesi, kalite kontrol atölyesi, montaj atölyesi, döşeme atölyesi ve panel atölyesi bulunmaktadır. Uygulama yalnızca panel atölyesinde yapılmıştır. Çünkü panel atölyesinde çevresel faktörler yapılan işlemlerden dolayı daha etkili olmaktadır. Panel atölyesi mobilya bölümünün 10.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanını kaplamaktadır. Panel atölyesinde, ebatlama, sunta kesme, delik açma, presleme, zımparalama, kenar bant, kenar kıvrıma işlemleri yapılmaktadır. Bu atölyede 9 saat süre ile iş yapılmakta ve tek vardiya çalışılmaktadır.

Uygulama aşaması işçiler, işveren ve idari personel ile birebir görüşme ve işbirliği yapılması yoluyla tamamlanmıştır. Ayrıca, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İŞGÜM) temin ettiği cihazlarla işyerinde ölçümler yapılmış ve gereken veriler elde edilmiştir.

### 2.1. Gürültü ölçümü

Gürültü, hoş gitmeyen, istenmeyen bir ses olarak tanımlanmaktadır. Gürültü işçinin sağlığını, psikolojisini, çalışma performansını dolayısı ile iş verimini ve işin kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve iş kazalarına sebep olmaktadır. Gürültü bütün çalışma ortamlarında, evde, işte, okulda kişiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle fabrika ortamında, çok fazla makinelerin bulunduğu ve işçi sayısının çok olduğu çalışma ortamlarında gürültü çok önemli bir faktör olmaktadır.

İşyerinde gürültü ölçümleri yapılmadan önce panel atölyesinin yerleşim planı çıkarılmıştır. Yerleşim planı üzerinde gürültü ölçümü yapılacak noktalar belirlenmiştir. Gürültü ölçümleri her makine başında işçinin çalıştığı yerlerde, kulak seviyesinde ses düzeyi ölçüm cihazı (Sound Level Meter) ile yapılmıştır.

Ölçümler bütün makinelerin faaliyette olduğu zaman yapılmıştır. Dolayısı ile makineler birbirine çok yakın konumlandırıldığından, bir makine diğer makinenin gürültü düzeyinden etkilenmektedir. Ancak işyerindeki faaliyeti durdurup sadece ölçüm yapılan makinenin çalıştırılması durumunda da işyeri açısından hem zaman hem de üretim kaybı olacaktır. Bu olumsuz faktörler göze alınmadığından bu yöntem uygulanmıştır. İşçilerin dinlenme aralarında ölçüm yapılması da işveren tarafından uygun görülmemiştir.

### 2.2. Aydınlatma düzeyi ölçümü

Panel atölyesinde genel olarak doğal aydınlatma kullanılmaktadır. Ancak gün ışığının, gün içerisinde değişen koşullarından dolayı yapay aydınlatma sistemleri de kullanılmaktadır. Aydınlatma ölçümleri yapay ya da doğal aydınlatma kullanımı göz önünde bulundurularak lüksmetre ile her makine başında işçinin göz seviyesinde uygun aralık seçilerek ölçümler yapılmıştır.

### 2.3. Termal konfor

Bu uygulamada termal konfor şartlarından hava akım hızı ve nem ölçümleri yapılmıştır. Hava akımı gösterilen anemometre ile ölçülmüştür. Anemometrenin düğmesine dokunup 15 sn beklendikten sonra bir değer okunmuştur, aynı yerde anemometrenin düğmesine tekrar basılarak 30 sn sonra bir değer daha okunmuştur. Daha sonra bu iki değer aritmetik ortalaması alınmıştır. Nem ölçümleri ise atölyenin merkezinde ve PA243 kodlu makinenin yanında psikrometre ile yapılmıştır. Psikrometre bir yaş bir de kuru termometreye sahip bir düzeneğe oluşmuştur. Yaş termometrenin ucunda saf su ile ıslatılmış bir bez sarılı bulunmaktadır. Bez fabrika ortamında saf su ile ıslatılarak yaş termometrenin ucuna sarılmıştır. Tekrar düzeneğe yerleştirilmiştir. İlk aşamada ortam ısısına alışması için 15 dakika beklenmiş ve psikrometreden bir yaş bir de kuru sıcaklık okunmuştur.

### 2.4. Çalışma ortamında kimyasal faktörler

İşçi sağlığını etkileyen faktörlerden en önemlilerinden birisi de kimyasal faktörler olmaktadır. Kimyasallar işyerinde kullanılan kimyasalın çeşidine ve niteliğine göre farklı şekillerde görülebilmektedir. Toz, duman, gaz, çözücüler, buhar gibi şekillerde bulunmaktadır.

İşyeri havasında bulunan tehlikeli kimyasallar bir günlük çalışma saatleri içerisinde en çok, ne kadar miktarda bulunabileceği uzmanlarca yapılan deney ve araştırmalarla tespit edilmiştir. Maksimum maruziyet miktarı olan bu değer MAK başlığı adı altında kısaltılmış ve gelişmiş ülkeler tarafından kabul edilerek uluslararası standartlar haline almıştır.

Uygulama alanında toz ölçümü kişisel toz ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ayrıca Gravimetrik metot uygulanmıştır. Kişisel toz ölçüm cihazı ile sadece solunabilir toz tanecikleri tutulmuştur. Bir vardiya boyunca işçinin solunum seviyesinde takılı bırakılmıştır. Numune alındıktan sonra, büyük bir titizlikle filtreler, filtre

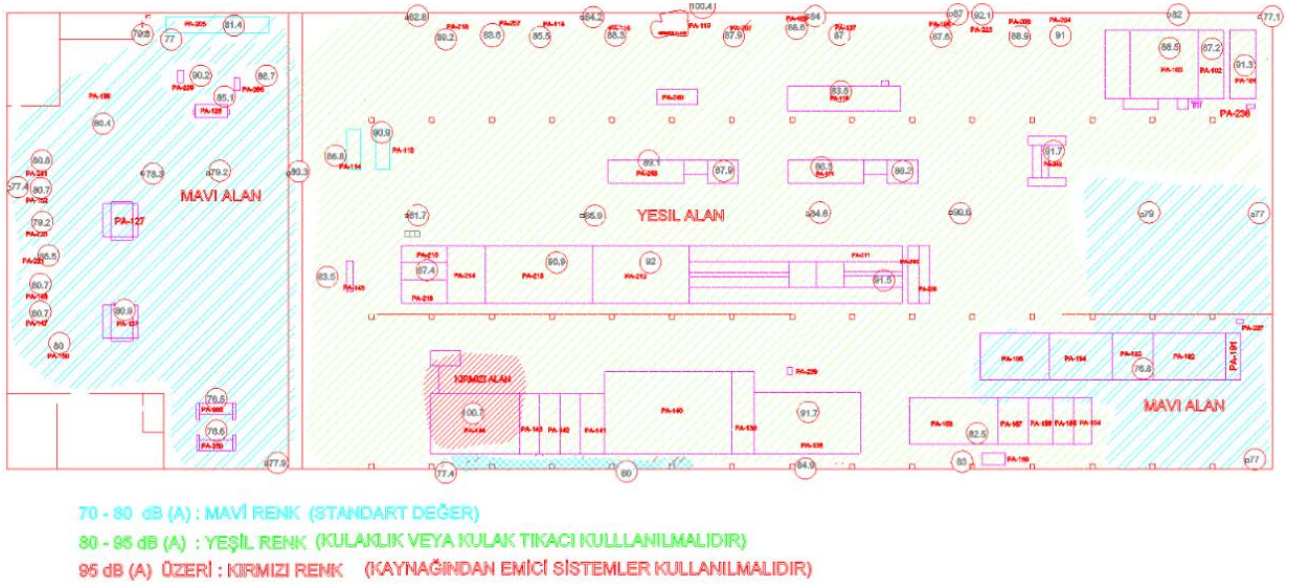


tutucudan çıkarılarak tekrar plastik kaplarına konulmuştur ve hiçbir sarsıntıya sebep vermeden çantalarına yerleştirilerek İSGÜM laboratuvarına götürülmüştür. Laboratuvarda Gravimetrik analiz yapılmıştır. Üzerinde numune bulunan filtreler hassas terazilerde tekrar tartılmıştır. Filtreden geçen belirli hava miktarı ile toplanan tozun ağırlığından  $\text{mg}/\text{m}^3$  olarak tozun konsantrasyonu hesaplanmıştır. Bununla birlikte panel atölyesinde yapılan gözlemler ve işçilerin görüşleri doğrultusunda tehlikeli çözücüler belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Gürültü ölçümüne ilişkin bulgular

Gürültü ölçümlerine ilişkin elde edilen değerler yerleşim planı üzerinde işaretlenmiş ve Şekil 1’de gösterilen gürültü haritası elde edilmiştir.



Şekil 1. Atölyeye ilişkin gürültü haritası

Gürültü haritasında 95 dB'in üstündeki değerler tehlikeyi simgeleyen kırmızı ile belirtilmektedir. (gürültü haritasında, sanayideki renklerin dilinden yararlanılarak renklendirme yapılmıştır.). Ancak 80 dB'in üzerindeki gürültünün de uzun süreli çalışma sonunda kulakta hasar meydana getirebileceği belirtilmektedir. Buradan ağaç işleri endüstrisinde gürültü düzeyinin 80 ile 95 dB arasında olabileceği anlaşılmakta ve işçilerin koruyucu önlem olarak da kulaklık ve kulak tıkaçlarını takmaları önerilmektedir.

Ancak 95 dB üzerindeki gürültü düzeyleri için ayrıca önlem alınması gerekmektedir. Şekil 1’de görüldüğü gibi PA116 kodlu freze makinesinin ve PA144 kodlu ebatlama makinesinin 95 dB'in üzerinde bir gürültüye sahip olduğu tespit edilmiştir. Burada freze makinelerinde meydana gelen gürültünün tüm fabrikaya etki ettiği ve diğer makinelerinde dB değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Ağaç işleri endüstrisinin bütün alt kollarında freze makineleri yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bundan dolayı freze makinelerinde çalışan işçilerde kişisel koruyucu önlem almak yerine makinenin kendisinde (gürültü kaynağında) önlem alınmasının daha etkili olacağı düşünülebilir.

İşçilerle yapılan görüşmelerde de mevcut ve süregelen gürültüden şikayetçi olmadıkları sadece birdenbire ani ve düzeyi yüksek gürültüden şikayetçi oldukları tespit edilmiştir. Ancak dışarıdan atölyeye gelen bir insan için atölyedeki mevcut gürültü rahatsızlık vermiştir. Bunun sebebi olarak, atölyede çalışan insanların bu gürültü düzeyine alışmış olmaları veya işitme sistemlerindeki azalmanın farkında olmadıkları sebep olarak gösterilebilir. Buna göre, freze makinelerinin tecrit kabinleri içine alınması ve burada çalışan işçilerin rotasyonla çalıştırılması ayrıca işçilerin kişisel koruyucu önlemler ile çalışması daha uygun olacaktır.

Freze makinelerindeki gürültü düzeyinin minimize edilmesi ile fabrikadaki gürültü düzeyinin standart seviyeye indirilmesi mümkün olacaktır. Gürültü düzeyinin kabul edilebilir düzeye getirilebilmesi için alınacak diğer önlemlerde, panel atölye içerisinde freze makineleri için ayrı bir oda düzenlemesine gidilerek diğer makine gruplarından ayrılmasıdır. Burada iş akış düzeninin korunmasına özen gösterilmesini unutmamak gerekir. Frezelerin ses yalıtıcı ve yutucu malzemelerle kaplanması, makinelerin titreşim azaltıcı yastıklar üzerine konulması, kuruluş aşamasında zeminde titreşim azaltıcı malzeme kullanılması, elektrik motorlarına susturucu takılması da ilave alınacak önlemler olabilir.

PA144 kodlu ebatlama makinesinin sadece son kısımda, işçinin çalıştığı yerde gürültü sınırlarının aşıldığı tespit edilmiştir. Ancak ebatlama makinesinin frezelerde olduğu gibi ayrı bir bölmeye alınması yoluyla gürültünün azaltılması bir önlem olarak düşünülmemelidir. Ebatlama makinesinin hem fiziki boyutunun uygun olmaması hem de sürekli çalıştırılan bir makine olmaması buna neden olarak gösterilebilir. Dolayısıyla gürültü yapan kısmın ses yalıtıcı ve susturucu malzeme ile kaplanması, elektrik motorlarına susturucu takılması veya tasarım aşamasında titreşim azaltıcı malzemelerin makinenin zemininde kullanılması daha sağlıklı olacaktır.

Tüm fabrika için 80 dB'in üstündeki gürültü seviyelerinde kesinlikle kişisel koruyucu olarak kulak tıkaçları ve kulaklıkların kullanılması gerekmektedir. Gürültülü işlerde çalışan işçilerin periyodik olarak muayenelerinin yapılmasının da işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından önemi unutulmamalıdır.

Ayrıca kitle iletişim araçlarından, gürültünün zararları ve kişisel koruyucular hakkındaki afişlerin işçilerin rahatlıkla görebileceği yerlere asılması da koruyucu bir önlem olabilir. İşyerinde gürültünün zararları ve kişisel koruyucular hakkında seminerler ve sergiler düzenlenerek işçiler bilinçlendirilebilir. Düzenlenen sergiler aracılığı ile işçiler kişisel koruyucuları deneme fırsatı bulacaklarından, kişisel koruyucu seçiminde daha etkili olacaktır.

### 3.2. Aydınlatma düzeyi ölçümüne ilişkin bulgular

İşyerlerinde her türlü işin kusursuz yapılabilmesi için ve en önemlisi işçilerin göz sağlığının korunması için iyi bir aydınlatma tekniği gerekmektedir. Ayrıca aydınlatmada yüksek düzeyde bir aydınlatmadan ziyade optimum aydınlatma gereklidir. Her şeyden önce aydınlatmanın işin türüne göre ayarlanması gerekir. Araştırmalar sonucu en uygun nitelikli ve hijyenik ışığın beyaz yani gün ışığı (doğal aydınlatma) olduğu belirtilmektedir. Ancak doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı kapalı iş alanlarında yapay aydınlatma sistemlerinin kullanılması gerekmektedir.

Aydınlatma ölçümü yapılan yerler ve tespit edilen değerler Tablo 1'de sırası ile verilmiştir. Panel atölyesinde ince detayların olmadığı, kaba işlemler yapılmaktadır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünde; "Normal montaj, kaba işlerin yapıldığı tezgahlar, konserve ve kutulama ve benzeri işlerin yapıldığı yerler, en az 200 lüks (Lüks) ile aydınlatılacaktır. Ayrıntıların, yakından seçilmesi gereken işlerin yapıldığı yerler, en az 300 lüks (Lüks) ile aydınlatılacaktır." şeklinde açıklanmıştır (İSG, 1999).

Dolayısı ile panel atölyesinde aydınlatma düzeyi 200 lüks olmalı ve bu sınırın altına düşürülmemelidir. Ancak PA154, PA155-156-157, PA158, PA191, PA 192-193-194, PA195 kodlu pres makinelerinde ve PA204 kodlu şerit testere makinesinde, PA206 kodlu daire testere makinesinde, PA118-257 kodlu freze makinelerinde, PA202 kodlu kenar kıvrırma makinesinde bu sınırın altında değer tespit edilmiştir.

Preslerin bulunduğu kısımda yapay aydınlatma sistemleri kullanılmıştır. Aydınlatma düzeyi 60 Lüks olarak ölçülmüştür. Dolayısı ile burada yapay aydınlatma sistemini desteklemek amacıyla işçinin çalıştığı yerlerde görmeyi kolaylaştırmak ve işin verimini artırmak için özel aydınlatma sistemleri ilave edilebilir. Ayrıca burada yapay aydınlatma sistemlerinin artırılması ve olabildiğince yükseğe yerleştirilmeleri de öneri olarak sunulabilir.

Tablo1  
Aydınlatma ölçümü yapılan yer ve tespit edilen değerler

Ölçüm Yapılan Yer	Aydınlatma Düzeyi (Lüx)	Ölçüm Yapılan Yer	Aydınlatma Düzeyi (Lüx)
Sunta kesme makinesi (ön kısım) PA101	221	Çoklu delgi makinesi (özel) PA145	232
Sunta kesme makinesi (orta kısım) PA102	320	Ebatlama makinesi (ön kısım) PA138-139	700
Sunta kesme makinesi (son kısım) PA103	246	Ebatlama makinesi (orta kısım) PA140-141-142-143	700
Şerit testere makinesi PA204	197	Ebatlama makinesi (arka kısım) PA144	700
Daire testere makinesi PA206	185	Pres makinesi (Ön kısım) PA154	60.1 (YA)
Daire testere makinesi PA223	221	Pres makinesi (orta kısım) PA155-156-157	43 (YA)
Daire testere makinesi PA108	214	Pres makinesi (Arka kısım) PA158	60 (YA)
Daire testere makinesi PA107	321	Pres makinesi (ön kısım) PA191	89 (YA)
Freze makinesi PA109	309	Pres makinesi (orta kısım) PA192-193-194	148 (YA)
Daire testere makinesi PA207	315	Pres makinesi (arka kısım) PA195	89 (YA)
Freze makinesi PA116	334	Kenar kaplama makinesi PA205	384
Freze makinesi PA115	331	Menteşe delik makinesi PA239	556
Freze makinesi PA118	175	Menteşe delik makinesi PA256	501
Freze makinesi PA257	152	Kenar bant makinesi PA125	257
Freze makinesi PA218	323	Kenar bant makinesi PA199	475
Otomatik delik makinesi (özel) PA110	390	Bant zımpara makinesi PA137	341
Dört işlem makinesi PA242	359	Kenar kıvrırma makinesi PA202	196
Ölçülendirme makinesi (ön kısım) PA111	307	Kenar kıvrırma makinesi PA250	124
Ölçülendirme makinesi (arka kısım) PA111	377	Tekil delik makinesi PA241	431
Ölçülendirme (masifleme) makinesi (ön kısım) PA243	228	Tekil delik makinesi PA152	500
Ölçülendirme (masifleme) makinesi (arka kısım) PA243	285	Tekil delik makinesi PA225	539
Çift taraflı ebatlama makinesi (ön kısım) PA211-210-209	271	Tekil delik makinesi PA221	536
Çift taraflı ebatlama makinesi (orta kısım) PA212-213	269-197	Tekil delik makinesi PA148	586
Çift taraflı ebatlama makinesi (arka kısım) PA214-215-216	243	Tekil delik makinesi PA147	505
Çoklu delgi makinesi PA114-113	301-191	Tekil delik makinesi PA150	416

İşveren ile yapılan görüşmede preslerin bulunduğu kısmın fabrikaya sonradan ilave edildiği tespit edilmiştir. Burada testere tipi çatı kullanılmıştır. Daha önceden de bahsedildiği gibi aydınlatmada gün ışığının tek yönden geldiği testere tipi çatı düzenlemelerinden kaçınılmalıdır. İşletmelerin kuruluş aşamasında bu olasılığı göz önünde bulundurması gereklidir. Özellikle geniş fabrikalar için hangar çatı tipi uygun olmaktadır.

İşçiler ile yapılan görüşmelerde de aydınlatma düzeyi düşüklüğünden şikayetçi oldukları tespit edilmiştir. Pres bölümünde özel aydınlatma sistemleri kullanılmalıdır.

Panel atölyesinde yapılan ölçümlerde, doğal aydınlatma kullanılan yerlerden PA118-PA257 kodlu freze makinelerinde, PA204-PA206 kodlu daire testere makinelerinde, PA113 kodlu çoklu delik makinesinde, PA202-250 kodlu kenar kıvrırma makinesinde çok düşük olmasa da 200 Lüx sınırının altında değer tespit edilmiştir. Özellikle PA 250 kodlu kenar kıvrırma makinesinde özel aydınlatma sistemleri kullanılmalıdır. Ancak freze ve daire testerelerde ölçülen değerler görme fonksiyonunu engelleyecek düzeyde düşük değildir. Atölyede freze ve daire kısmı pencerelere yakın ve dik konumlandırılmıştır. Pencerelerden gelen ışık yeterli olmakta ancak pencerelerin periyodik olarak temizlenmesi ile ışık düzeylerindeki minimum düşmeler de engellenebilir.

Özellikle kış aylarında doğal aydınlatma düzeylerindeki düşüklüğü gidermek için kullanılan yapay aydınlatma sistemlerinin de periyodik bakımlarının yapılması sağlıklı bir çalışma ortamının oluşmasında etkili olacaktır.

Sadece aydınlatma düzeyindeki düşüklükler sorun teşkil etmemektedir. Ayrıca çok yüksek düzeyde aydınlatmanın da iş verimi ve görme fonksiyonu üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır.

PA241, PA152, PA225, PA221, PA148, PA147, PA150 kodlu tekil delik makinelerinde, istenilen değerin üstünde aydınlatma düzeyleri tespit edilmiştir. Burada çalışan işçilerle yapılan görüşmelerde aydınlatma düzeyindeki aşırılığın çalışmaya engel teşkil etmediği tespit edilmiştir. Çünkü tekil delik makinelerinde aydınlatma düzeyindeki aşırılıktan kaynaklanan parlamaların olacağı yüzeyler yoktur. Hatta burada çalışan işçilerin daha istekli çalıştıkları tespit edilmiştir.

### 3.3. Termal konfora ilişkin bulgular

İşyerinde termal konforu sağlamak, sağlığa zararlı olan gaz ve tozları işyeri ortamından uzaklaştırmak için uygun bir hava akımının temin edilmesi gerekmektedir. Hava akım hızı ölçümü yapılan yer ve tespit edilen değerler Tablo 2’de sırası ile verilmiştir.

Tablo 2

Hava akım hızı ölçümü yapılan yer ve tespit edilen değerler.

Ölçüm Yapılan Yer	Hava Akım Hızı Değeri (m/sn)
Atölye merkezinde	0,51
PA113 kodlu makinenin önünde	0,12
PA243 kodlu makinenin önünde	0
Kapı girişinde	1,68

Hava akım hızı ile ilgili olarak tüzüğümüzde herhangi bir sınır değer bulunmamaktadır. Ancak İsveç Endüstriyel Güvenlik Konseyi tarafından, işyerinde rahat bir çalışma ortamının sağlanması için hafif işlerde 0,1–0,3 m/sn, ağır işlerde ise 0,4-0,5 m/sn’lik hava akım hızı önerilmektedir. Hava akım hızının 510 mm/sn’nin üzerine çıkması halinde çalışma ortamı esintili, 100 mm/sn’nin altına düştüğünde ise havasız olarak nitelendirilmektedir.

Dolayısı ile panel atölyesinin merkezinde ölçülen değer ideal bir değerdir ancak, PA113 ve PA243 kodlu makine önlerinde ölçülen değerler ortamın havasız olduğunu göstermektedir. Kapı girişinde tespit edilen değerde oranın esintili olduğunu göstermektedir.

Kapı girişinde çalışan işçilerle yapılan görüşmelerde hava akımından rahatsız oldukları tespit edilmiştir. Burada çalışan işçilerin hava akım hızından etkilenmemeleri için kapıların otomatik olarak tasarlanması, makinelerin iş düzenini aksatmayacak şekilde yerlerinin değiştirilmesi öneri olarak sunulmuştur. Özellikle kış aylarında burada çalışan işçilerin giyimlerine dikkat edilmesi ve kapıların sürekli kontrol altında tutulması ilave öneri olabilir.

PA113 ve PA243 kodlu makinelerin önlerinde yapılan ölçümlerde havasız bir ortam tespit edilmiştir. Dolayısı ile atölyenin gerekli görülen yerlerine havalandırma sistemleri takılması gerekir. Özellikle kapı girişlerinden ve pencerelerden uzak olan bölümlerde havalandırma sistemlerinden vantilatörlerin kullanılması gerekli görülmüştür. Vantilatörlerin dönüş sayısının da hava akımı yaratmayacak şekilde ayarlanması önemli bir husus olarak belirtilmiştir.

Nem ölçümüne ilişkin tespit edilen ilk değerler ise Tablo 3’de verilmiştir. Burada  $T_y$  ile yaş termometre sıcaklığı,  $T_k$  ile kuru termometre sıcaklığı gösterilmiştir.

Tablo 3

Nem ölçümünde tespit edilen ilk değerler

Ölçüm yapılan yer	$T_y$ °C	$T_k$ °C	Sıcaklık °C
Atölye merkezi	10,5	19	20
PA243 kodlu makine önünde	11	19	20

Psikrometre kendi etrafında 3 dakika çevrilerek belirli bir hava akımı meydana getirilmiştir. Buradaki amaç yaş termometrenin ortam havasına alışmasıdır. Çevirme işlemi sonunda elde edilen yaş ve kuru termometre sıcaklıkları psikometrik haritada karşılaştırılarak bağıl nemin yüzdesel değeri ve denge rutubeti değeri elde edilmiştir. Çevirme sonunda elde edilen değerlerden kuru termometre değeri genelde değişmemekte sadece yaş termometre değeri değişmektedir. Bunun nedeni yaş termometrenin oluşturulan hava akımı ile ortam sıcaklığına alışması olmaktadır. Ayrıca termometre ile atölyenin sıcaklığı da ölçülmektedir. Çünkü bağıl nem değerlendirilmesinde sıcaklık, hava akım hızı gibi termal konfor şartlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çevrildikten sonra tespit edilen değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Nem ölçümünde tespit edilen ikinci değerler

Ölçüm yapılan yer	Ty °C	Tk °C	Bağıl Nem %	Denge Rutubeti
Atölye merkezi	10	19	30	%5
PA243 kodlu makine önünde	10	18	35	%5,5

Bağıl nem ve sıcaklık için belirlenmiş herhangi bir standart bulunmamaktadır. Ancak literatürde kullanılan kaynakların tümünde bağıl nemin %30-%70 arasında ideal olduğu kabul edilmektedir (Korinek, 1981; Çandır, 1995; Arıcı 1999; Erkan, 1997; Baysal, 2001). Nemlilik derecesinin bu belirtilen değerlerin üzerine ve altına çıkması önerilmemektedir. Yüksek bağıl nem, ortam sıcaklığının yüksek olması halinde bunalma hissine neden olduğu ve kişinin çalışma gücünün düştüğü belirtilmektedir. Yüksek bağıl nemin, sıcaklığın düşük olması halinde ise üşüme, ürperme hissi verdiği belirtilmektedir.

Araştırmalardan elde edilen bilgiler ışığında, en rahat ortam sıcaklığı 18,3 °C kabul edilmektedir. Ağır endüstri kollarında çalışanlar için ortam sıcaklığı 13-16 °C olması gerektiği belirtilmektedir. Fiziksel aktivite arttığında ortam sıcaklığının düşmesi gerekmektedir.

Bu durumda panel atölyesinde yapılan ölçümler sonucunda bağıl nemin ideal bir sınırdaki olduğu saptanmıştır. Ancak normalde mobilya endüstrisinde üretimde ve kullanım yerinde havanın bağıl nemine ve sıcaklığına bağlı olarak oluşacak denge rutubet miktarı %7-8'dir. Halbuki uygulama alanımızda yaptığımız ölçümler sonunda denge rutubeti miktarı %5 ile %5,5 olarak tespit edilmiştir. Buda özellikle ahşaba bağlı sektörler için depolama esnasında ve asıl kullanım yerinde odunun çalışmasına izin vererek özellikle mobilya bağlantı yerlerinde açıklıklar ve kusurlar oluşmasına sebep teşkil etmektedir. Sonuç olarak, üretim ortamında bağıl nemi düzenleyici önlemler alınması gerekli görülmüştür. Ayrıca ortam sıcaklığı, istenilen sıcaklıktan yüksek tespit edilmiştir. İşverenle yapılan görüşmelerde ortam sıcaklığının 20 °C tutulmasının sebebinin, preslerde kullanılan tutkallar için ideal bir sıcaklık olduğu tespit edilmiştir.

Bir önceki aşamada yapılan hava akım hızı ölçümleriyle ortamın havasız olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla atölyede hem sağlık için yeterli havayı sağlamak hem de sıcaklığı tespit edilen değerlere düşüre bilmek için havalandırma sistemleri artırılabilir. Ayrıca atölyenin sıcaklığının sürekli olarak kontrolü için, görünür bir yerde termometrenin asılı olması gereklidir.

### 3.4. Çalışma ortamında kimyasal faktörler

Toz ölçümü için ölçüm yapılan yerler ve tespit edilen değerler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

Toz ölçümünde numune alınan yer ve tespit edilen toz konsantrasyonu

Numune alınan yer	Tespit edilen toz Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )
Freze makinesi (PA115)	1,47
Freze makinesi (PA257)	1,60
Menteşe delik makinesi (PA256)	1,51

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışılan işyerlerinde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzük ekinde yer alan çizelgelerde odun tozu için MAK değer 10 mg/m<sup>3</sup> olarak belirtilmiştir.

Panel atölyesinden alınan toz numune sonuçlarının MAK değerle karşılaştırılmasında düşük olduğu anlaşılmıştır. Ancak panel atölyesinde yapılan gözlemlerde freze makinesi ve menteşe delik makinesinde çalışan işçilerin çalışma esnasında tozdan dolayı gözlerini kıstıkları görülmüştür. Dolayısı ile buralarda yerel aspirasyon sistemlerinin kullanılması gereklidir.

Ayrıca freze ve daire kısmında, menteşe delik makinesinin olduğu kısımda aspirasyonla alınamayacak büyüklükte parçalar bulunmaktadır bunlarında günlük olarak temizlenmesi gerekmektedir. Tozlu bölmelerde çalışan işçilere koruyucu gözlük ve toz maskeleri verilmesi gerekmektedir.

Zımpara makinesinde herhangi bir ölçüm yapılmamasına karşın işçilerle yapılan görüşmelerde özellikle toz meydana getiren işlemlerde tozdan rahatsız oldukları tespit edilmiştir. Bazı tozlu işlerde tozdan rahatsız oldukları tespit edilmiştir. Dolayısı ile zımpara makinelerinde de işin özelliğine göre çok toz meydana gelen işlerde kullanılacak şekilde yerel aspirasyon sistemleri kullanılmalıdır.

Fabrikanın hijyeni açısından çalışılan yerlerin günlük, periyodik olarak temizlenmesi ve temizleme esnasında herhangi bir toza sebebiyet vermemek için yerlerin ıslatılarak temizlenmesi gerekmektedir.

Yapay aydınlatma sistemlerinin olabildiğince yükseğe yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca beyaz ışık elde edilmesi için flüoresant sistemler tercih edilebilir.

Panel atölyesinde yapılan gözlemler ve işçilerin görüşleri doğrultusunda preslerde kullanılan kaolit tutkalı ve beyaz tutkalı seyreltmek için kullanılan amonyağın solunumu etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca preslere yaklaştıkça gözlerde yanmalar meydana gelmiştir. Bu durumda işçilerin sağlığının korunması için pres bölümünde özel havalandırma sistemleri kullanılmalıdır. İşçilere kişisel koruyucu olarak gaz maskeleri ve gözlükler verilmelidir. Çalışanlara çalıştıkları kimyasallar ve etkileri hakkında bilgiler verilmelidir. Kimyasallar hakkında bilgiler, olumsuz belirtiler ve korunma yöntemleri ile ilgili afişler pres bölümüne yakın ve işçilerin görebileceği yerlere asılmalıdır.

Ayrıca yapılan gözlemlerle preslerde çalışan işçilerin tutkallı ürüne çıplak elle dokundukları ve amonyağın deriyi tahriş ettiği gözlemlenmiştir Dolayısı ile işçilere ellerini korumak için eldivenler ve gözlerdeki yanmaları önlemek için gözlükler verilmelidir.

İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü'nün zehirleyici, tahriş edici ve zararlı sıvı veya gaz haldeki bir kısım maddelerle çalışmalarda alınacak özel güvenlik tedbirleri bölümünde madde 233'te Amonyakın üretilmesi, işlenmesi ve depolanması ile ilgili tesisatın, herhangi bir sebeple zararlı derecede amonyak çıkardığı hallerde, aşağıdaki tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

1.Elle idare edilen veya havaya yayılan amonyağın etkisi ile otomatik olarak işleyen su püskürtme (sprinkler) tesisatı yapılacaktır.

2.Amonyaklı doymuş bir hava içerisinde kurutma veya onarım yapan işçileri gerektiğinde ıslatmak için bol su fişkırtan ve kolayca erişilebilen bir boru şebekesi yapılacaktır.

3.İşçiler, gerektiğinde bir gözü kapalı diğeri yarı açık vaziyette ve nefes almaksızın 20 saniyelik bir zaman zarfında koşmaya alıştıırılacak ve işçilerin bu alışkanlıklarının devamı, her zaman kontrol altında tutulacaktır.

4.İşyerinde, bakır sülfat katılmış veya katılmamış yeteri kadar aktif kömürlü uygun amonyak maskesi bulundurulacaktır.

#### 4. Sonuçlar

Günümüzde, çalışanların verimliliğinin artırılmasında çalışma yaşamının kalitesinin iyileştirilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma hayatının kalitesinin iyileştirilmesinde işyerindeki insan ilişkileri, çalışanlara uygulanan ücret politikaları, iş güvenliği ve işçi sağlığı, çalışma koşulları, işyeri ortamı, motivasyon, istihdam ve eğitim gibi konuların incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışanın çevresi, temizlik, sağlık, stres ve en önemlisi ergonomik faktörler ele alınarak düzenlenmelidir. Çalışma ortamında çalışanın kullandığı alet ve eşyaların ergonomik olması çalışanın rahatlığını ve verimini doğrudan etkilemektedir. İşyerindeki temel stres nedenlerinin başında uygun olmayan ergonomik koşullar gelmektedir. Bilinen en önemli stres nedenleri olan gürültü, ışık, toz, nem ve ısı değerleri ölçülüp çalışanları rahatsız etmeyecek düzeyde tutulması gerekmektedir. Örneğin; gürültü için en ideal yöntem kaynağından kontrol yöntemidir. Ancak böyle bir olasılığın olmaması halinde çalışanlara kişisel koruyucu olarak kulaklık ve kulak tıkaçları verilmelidir. Kaynağından kontrol yönteminde, gürültü meydana getiren makinenin motoruna susturucu takmak, makineyi tecrit kabini içine almak, makinenin monte edilme aşamasında zemine sesetetik malzemeler kullanılmalıdır. Diğer önemli bir önlem ise gürültü meydana getiren makinelerin çalışma saatlerinin ortam gürültüsünün az olduğu zamanlara denk gelecek şekilde düzenlenmesi olmaktadır. Ayrıca sektörden sektöre değişiklik gösteren gürültü limitlerinin kesinlikle bilinip buna göre önlem alınması gerekmektedir. İşçilerin ve işverenin gürültünün olumsuz etkileri ve korunma yöntemleri konusunda bilinçlendirilmesi önemli bir husustur. İşçilerin periyodik muayenelerinin eksiksiz yapılması ve herhangi bir olumsuzlukta işçinin gürültüsüz bir işe nakledilmesi, olumsuzlukların giderilmesi gerekmektedir. Titreşimin etkilerinden korunmak için ise titreşim meydana getiren makinelerde titreşim sönmüleyici malzemeler kullanılmalıdır. Titreşim meydana getiren aletlerde çalışmak zorunda kalındığında ise işin kuvvetli kas gruplarına verilmesi ve rotasyonla çalışılması koruyucu önlem olabilir. Toz için, tozlu işlerde çalışan işçilere toz maskeleri verilmeli ve makinenin toz çıkaran kısmına uygun aspirasyon sistemleri takılmalıdır. İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünde sektör için belirtilen MAK değerler bilinerek toz düzeyinin belirlenen standartlarda olması sağlanmalıdır. Aydınlatmada, yüksek düzeyde bir aydınlatmadan çok optimum bir aydınlatma düzeyi önemli olmaktadır. Genel olarak doğal aydınlatma en ideal yöntemdir. Ancak doğal aydınlatmanın gün içerisinde değişen ışık düzeylerine karşın yapay aydınlatma sistemleri kullanılmalıdır. Aydınlatma ölçümlerinde, aydınlatma düzeyinde önemli bir düşüş tespit edildiğinde özel aydınlatma sistemleri kullanılması gerekir. Aydınlatmada yine tüzüklerde belirtilen ve yapılan işe uygun bir aydınlatma düzeyi sağlanmalıdır. Aydınlatmada önemli olan işin niteliğine uygun bir aydınlatma sistemi kullanılmalıdır. Ayrıca çalışanların göz fonksiyonlarının normalliğinin tespiti ışığında bir işe yerleştirilmesi gerekir. Yüksek ısı çalıştırma koşullarında havalandırma sistemleri uygun bir şekilde hava akımı yaratmayacak şekilde tasarlanmalı ve çalışanlara ısı yalıtımlı elbiseler verilmesi gerekmektedir. Yüksek ısıda çalışmak zorunda kalan işçilerin rotasyonla çalıştırılması gerekmektedir. Bir diğer önemli husus ise işyerindeki hava akımı düzeyi olmaktadır. İşyerinde toz, gaz ve tehlikeli kimyasal maddelerin dışarı atılması için belirli bir hava akımı yaratılmalıdır. Ancak hava akımı işçinin çalışmasını olumsuz yönde etkilememelidir. Yapılan araştırmalarda hafif işler için 0,1-0,3 m/sn'lik hava akımı, ağır işler için ise 0,4-0,5 m/sn'lik hava akımının ideal olduğunu belirtmektedir. Hava akımının işyerinde istenilen düzeyde tutulması için piyasada bulunan ve hava akım hızının istenilen şekilde ayarlandığı vantilatörler kullanılabilir. Ortam nemliliğinin ise, sıcaklık baz alınarak işin gerektirdiği düzeyde tutulması gerekmektedir. İşyerlerinde birazda olsa nem tercih edilmektedir. Ancak fazla veya düşük olması çalışanlarda rahatsızlığa sebep olmaktadır. Genelde bağıl nemin %70'in üzerine çıkmaması tercih edilmektedir. Yüksek düzeyde nem çalışanların burun ve ağızlarında doluluk hissi yaratmakta, buna karşılık düşük olan nem ise burun ve ağızda kuruluk hissi yaratmaktadır. Nemin işin niteliğine uygun bir düzeyde tutulması gerekir. Bunun için tasarlanmış klimalar kullanılabilir. Bunun dışında çalışma ortamında kimyasal faktörler bulunmaktadır. Kimyasal maddeler ile çalışmak zorunda kalan işçilerin çalıştıkları kimyasallar ve etkileri hakkında bilgilendirilmesi en önemli koşul olmaktadır. Kimyasallarla çalışmak zorunda kalan işçilere uygun kişisel koruyucular verilmesi ve periyodik kontrollerinin aksatılmadan yapılması gerekmektedir. Ayrıca

işyerinde, afişlerle, işçilerin stres faktörlerinin olumsuz etkileri konusunda uyarılması gerekmektedir. Kişisel koruyucular ve kullanım şekilleri hakkında seminerler düzenlenmeli ve işçilerin birebir denemesi için olanak sağlanmalıdır. İşçilerin kişisel koruyucuları kullanıp kullanmadıklarının sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Diğer önemli bir faktörde, işletmelerin işe alınacak işçiler için işe giriş testleri yapması, çalışanların ise periyodik muayenelerini yapması gerekmektedir. İşçiler meslek hastalıkları ve iş kazaları konusunda eğitilmelidir. Kullanılan eski teknolojilerin yenilenmesi ve bakımlarının sürekli olarak yapılması, koruyucu gereçlerin yeterli düzeyde sağlanması, iş görenlerin moraline gerekli önemin verilmesi gerekmektedir. İnsan, makine ile kıyaslandığında fiziksel iş kapasitesi sınırlı olmaktadır. Bu nedenle gücünün üzerinde iş yapmaya zorlanan insan yorulmaktadır. Yorgunluk da çalışanların iş verimini, sağlığını, güvenliğini ve psikolojik dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısı ile çalışanların kullandığı her türlü araç ve gerecin en etkin bir şekilde hizmete geçirilmesi ve onları kullananların duruş, oturuş, genel sağlık, güvenlik ve sisteme uyum konularının dikkate alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak işletmeler, rakip işletmeler ile rekabet avantajı elde etmek için en önemlisi de çalışma koşullarının iyileştirilmesi için ergonomiye gerekli önemi vermek ve bunu hayata geçirmek zorundadırlar. İşyerinde çalışma ortamının güvenliğini sağlayacak ve işi işgörene uygun hale getirecek, verimliliğin artmasını sağlayacak, ergonomi konusunda eğitilmiş elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda fakültelerimizin ilgili dallarında ergonomi dersleri yaygınlaştırılmalı ve daha bilinçli işveren, yöneticiler yetiştirilmelidir.

### **Bilgilendirme**

Bu çalışma Zümrül Atılğan'ın Yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

### **Yazar Katkıları**

Yazar Selman Karayılmazlar: Verilerin toplanması, yorumlanması ve makale sürecine hazırlanması işlemlerini yürütmüştür.

Yazar Zümrül Atılğan Başıbüyük: Verilerin toplanması ve saha çalışmalarını yürütmüştür.

Yazar Yıldız Çabuk: Verilerin yorumlanması kısmında görev almıştır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### **Kaynaklar**

- Arıcı, K. (1999) *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği dersleri*, Ankara, 270 s.
- Aşkın A., İmren E., Kurt R. (2021) Relationship Between Furniture Design and Ergonomics, 13th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education, 307-314
- Dizdar, N. E, Kurt M. (2001). *İş Güvenliği*. Kale Ofset. Ankara.
- Erkan, N. (1997) *Ergonomi, Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği*, Milli Prodüktivite Merkezi (MPM) Yayınları, Ankara, 373 s.
- İSG, (1999) *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Genel Bilgiler*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları, Ankara, 459 s.
- Korinek, F. (1981) *İşyerlerinde Ortam Koşullarının Değerlendirilmesi (Saha Deney Yöntemleri)*, İş Sağlığı ve İş Güvenliği Enstitüsü (İSGÜM) Yayınları, Ankara, 125 s.
- Kurt, R. (2019). Mobilya Sektöründe E-Ticaret'in GZFT Analizi ile Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1) , 616-627. DOI: 10.29130/dubited.485746
- Baysal, S. (2000) *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Prensipleri, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Hukuki Yönü, Çalışma Ortamında Sağlık Açısından Zararlı Faktörler*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Yakın ve Orta Doğu Çalışma Merkezi (YODÇEM) yayınları, Yayın no: 4, Ankara, 60 s.
- Çandır, M. (1995) *İş Hijyeni, Gürültü ve Etkileri, Vibrasyon*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Yakın ve Orta Doğu Çalışma Merkezi (YODÇEM) Yayınları, Ankara, 23 s.



Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) (1997) *İşyerinde Gürültü*, Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu, İşyerinde Sağlığınız ve Güvenliğiniz Modülleri, Ankara, 26 s.

# Adana Yöresinden Elde Edilen *Cyclotrichium oranifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. (Dağ nanesi) Bitkisi Uçucu Yağının Kimyasal İçeriği ve Antimikrobiyal Aktivitesi

Mehmet Öz<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

**Makale Tarihiçesi**  
Gönderim: 30.08.2022  
Kabul: 03.10.2022  
Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada, Türkiye’de doğal olarak yetişen *Cyclotrichium oranifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. bitkisinin toprak üstü kısımlarından ekstrakte edilen uçucu yağın kimyasal bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi değerlendirilmiştir. Bitkinin uçucu yağı Clevenger tipi su destilasyonu ile alınmış ve GC-MS/FID ile analiz edilmiştir. Uygulanan hidrodestilasyon işlemi sonucunda uçucu yağ verimi %3.63 olarak elde edilmiştir. Uçucu yağdaki 66 bileşiğin yapısı cihazdaki veri tabanları ve literatür bilgileri ile karşılaştırılarak aydınlatılmıştır. Analiz sonucunda 64 bileşiğin yapısı belirlenmiş ancak 2 bileşiğin yapısı belirlenememiştir. *cis*-3-pinanon (isokamfopinon),  $\beta$ -pinen ve okaliptol bileşiklerinin sırasıyla %33.43, %25.27 ve %23.91 oranlarında ana bileşenler oldukları tespit edilmiştir. Analiz edilen uçucu yağda yüzde olarak en yüksek kimyasal bileşik sınıfları %52.84 ile monoterpenler ve %44.11 ile monoterpenoidler olarak bulunmuştur. Uçucu yağda yer alan kimyasal sınıfların bileşik sayısı olarak en fazla bulunan gruplar, 27 adet ile monoterpenoidler ve 16 adet ile monoterpenler olmuştur. Uçucu yağın antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon test yöntemi ile aktifleşen 13 farklı mikroorganizmaya karşı araştırılmıştır. Bitki örneklerinden elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal aktivite analizleri sonucuna göre; gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus aureus* (6.50±0,01 mm) ve *Listeria monocytogenes* (5.65±0,01 mm)’a karşı, gram negatif bakterilerden ise *Escherichia coli* O157:H7 (4.55±0,01 mm)’a karşı aktivitesi tespit edilirken, test edilen maya-küflerden herhangi birine karşı bir antifungal aktivite göstermedikleri tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Antimikrobiyal aktivite, *Cyclotrichium oranifolium*, gc-ms, kimyasal bileşim, uçucu yağ

## Chemical Content and Antimicrobial Activity of *Cyclotrichium oranifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. Plant Essential Oil Obtained from Adana Region


<sup>1</sup>Gümüşhane University, Gümüşhane Vocational School, Department of Forestry, Gümüşhane, Turkey

**Article History**  
Received: 30.08.2022  
Accepted: 03.10.2022  
Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – The aims of this paper to evaluate the chemical composition and antimicrobial properties of the essential oil obtained from the aerial parts of *Cyclotrichium oranifolium* (Labill.) Manden. & Scheng., which grows naturally in Türkiye. The essential oil of the aerial plant parts was acquired through the hydrodistillation method in a Clevenger type device, and it was examined with GC-MS/FID. As a result of the applied hydrodistillation process, the essential oil yield was obtained as 3.63%. The structure of 66 components that were detected in the essential oil was determined by comparing with the database and literature data in the appliance. As a result of the analysis, the structure of 64 compounds was determined, but the structure of 2 compounds could not be determined. *cis*-3-pinanone (isocamphopinone),  $\beta$ -pinene and eucalyptol compounds were determined the main components respectively at the rates of 33.43%, 25.27% and 23.91%. The highest chemical compound classes in the analyzed essential oil was determined as monoterpenes with 52.84% and as monoterpenoids with 44.11%. The groups with the highest number of compounds in the chemical classes in the essential oil were monoterpenoids with 27 compounds and monoterpenes with 16 compounds. The antimicrobial activity of the essential oil was investigated with the disc diffusion test method against 13 different microorganisms activated. According to the results of the antimicrobial activities analysis of essential oil obtained from plant samples; the highest antibacterial activity was recorded against *Escherichia coli* O157:H7 from gram-negative bacteria with inhibition zone ranging as (4.55±0.01 mm), *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* from gram-positive bacteria with inhibition zone ranging as (6.50±0.01 mm), (5.65±0.01 mm) respectively. In addition, it was determined that they did not show any antifungal activity against any of the yeast-molds tested.

**Keywords** – Antimicrobial activity, *Cyclotrichium oranifolium*, chemical content, gc-ms, essential oil

<sup>1</sup>  mehmetoz@gumushane.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Türkiye farklı flora bölgelerinin kesişme noktasında bulunması, farklı iklim ve habitatlara sahip olması ve bulunduğu coğrafi konumu sebebiyle oldukça zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Yapılan floristik çalışmalar sonucunda tespit edilen 11.931 doğal ve 4028 endemik bitki taksonu ile dünyanın önemli flora bölgelerinden birisi olduğunu göstermektedir (Bozkurt ve Akkemik, 2018). Orman içi ve açıklıklarda yetişen ağaç, ağaççık, odunsu ve otsu bitki türleri ve bunların yaprak, çiçek, tohum, gövde ve köklerinden elde edilen çeşitli ürünler odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) olarak tanımlanmaktadır. Son zamanlarda biyolojik çeşitliliğin korunması, aile ve ulusal ekonomilere katkı yapması gibi unsurlarının etkisiyle, odun dışı orman ürünleri ve tıbbi bitkilere yönelik küresel ilgi arttığı görülmektedir (Deniz, 2013).

Bitkiler geçmişten günümüze besin kaynağı, hayvan yemi, lif boyar madde, süs bitkisi ve tedavi maksatlı birçok şekilde kullanılmaktadır. Bu anlamda bitkiler gıda, tıp, kozmetik ve eczacılık gibi endüstrilerin temel hammadde kaynaklarını oluşturmaktadır. Tıbbi bitkiler yapısında bulunan zengin biyoaktif madde içeriği ile terapik aktivite gösteren insan ve hayvan hastalıklarının tedavi edilmesinde kullanılan bitkiler olarak isimlendirilmektedir. Aromatik bitkiler ise hoş koku ve tada sahip bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, bünyelerinde barındırdıkları önemli bileşikler sayesinde insanlık tarihi boyunca hastalıkların tedavi edilmesi ve ilaç olarak geleneksel ve modern tıpta kullanılmıştır (Boztaş vd., 2021; Avan, 2021). Aromatik bitkilerin, bitki kısımları değişen oranlarda ve farklı bileşenlere sahip uçucu yağlar içerirler (Katar vd., 2021). Tıbbi ve aromatik bitkilerin farklı kısımlarından su-buhar destilasyonu ya da presleme (mekanik yöntem) vasıtasıyla elde edilen yapısında lipofilik maddeler ve yüksek miktarda uçucu bileşiklerden oluşan kokulu, açık sarı renkli ya da renksiz doğal ürüne esansiyel yada uçucu yağ denir (Kılıç Pekgözlü vd., 2018).

Geleneksel farmakopinin önemli bir bölümünü oluşturan uçucu yağlar, ılıman iklim kuşağında yer alan Akdeniz ülkelerinde ve tropik iklime sahip sıcak ülkelerde yetişmekte olan tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilmektedir (Koçer vd., 2022). Uçucu yağlar kimyasal yapısı itibariyle terpenler, oksijenli terpenler, esterler, fenoller, aldehitler, azot ve kükürt içeren bileşiklerden oluşmaktadır (Karayel, 2019). Aromatik ekstraktlar ve uçucu yağlar (esanslar, eterik yağlar); doğala özdeş ve yarı sentetik yararlı aroma kimyasalların üretim başlangıç maddesi ya da aroma kimyasalların kaynağı olarak kullanılmaktadır (Sarıkaya ve Fakir, 2017). Bitkilerden ekstrakte edilen uçucu yağların gıda koruyucu, mikroorganizma öldürücü, zihin açıcı, ferahlatıcı, stres azaltıcı, sakinleştirici, farmakolojik ve tıbbi amaçlı yara iyileştirici, ağrı kesici, etkilerinin olduğu bilinmektedir (Ertaş vd., 2019). Bitkisel kökenli bu kıymetli yağların, spazm giderici, cilt hastalıklarını iyileştirici, sindirim ve solunum sistemlerini düzenleyici gibi tıbbi faydaları da vardır. Bundan dolayı özellikle kozmetik, ilaç ve gıda sektörlerinde artan bir kullanım alanına sahiptir (Öz vd., 2021a). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların, özellikle antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özellikler olarak bilinen biyolojik aktiviteye sahip olduğu eski zamanlardan beri bilinmektedir (Tümen vd., 2019). Bitkilerin kimyasal bileşimi; coğrafi ve toprak koşulları, hasat dönemi, yetişme mevsimi, kurutma yöntemi ve distilasyon tekniğine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Paşa, 2019).

*C. origanifolium* (Dağ nanesi) 11-35 cm boylarında, çok dallı ve kuvvetli aromatik kokuya sahip alt kısımları odunsulaşmış gövdeye sahip çok yıllık otsu bir bitkidir. Yapraklar yeşil, grimsi-yeşil renkte (3-)6-18.5x(2-)4-14 mm, oval yuvarlak, nadiren elips biçimindedir. Çiçekler 6x10.5 mm tüylü ve mor renklidir, Temmuz-Eylül ayları arasında açar. Bitki Türkiye’de Adana, Antalya, Denizli, Isparta, İçel, Niğde ve Osmaniye illerinde doğal olarak yetişen bir türdür. Dağ nanesi Orta ve Batı Toroslar’da 1300-2200 m arası rakımlarda taşlı kireçtaşı yamaçlarda, çağlıklarda ve kuru yerlerde yetişmektedir. Bitkinin yerel isimleri naneruhu, köpeknanesi, karabaşotu, kızotu ve eşekkirıldır. *C. origanifolium* bitkisi Dünya’da Türkiye dışında Lübnan’da da yayılış göstermektedir. (Kaya vd., 2000; URL-1 2022). Şekil 1.’de *C. origanifolium* bitkisi görülmektedir. Arazi çalışmaları sırasında Adana, Pozantı yöresinde yerel isim olarak kokulu çay denildiği ve bitkinin toprak üstü kısımlarının çayı yapılarak kullanıldığı ifade edilmiştir.



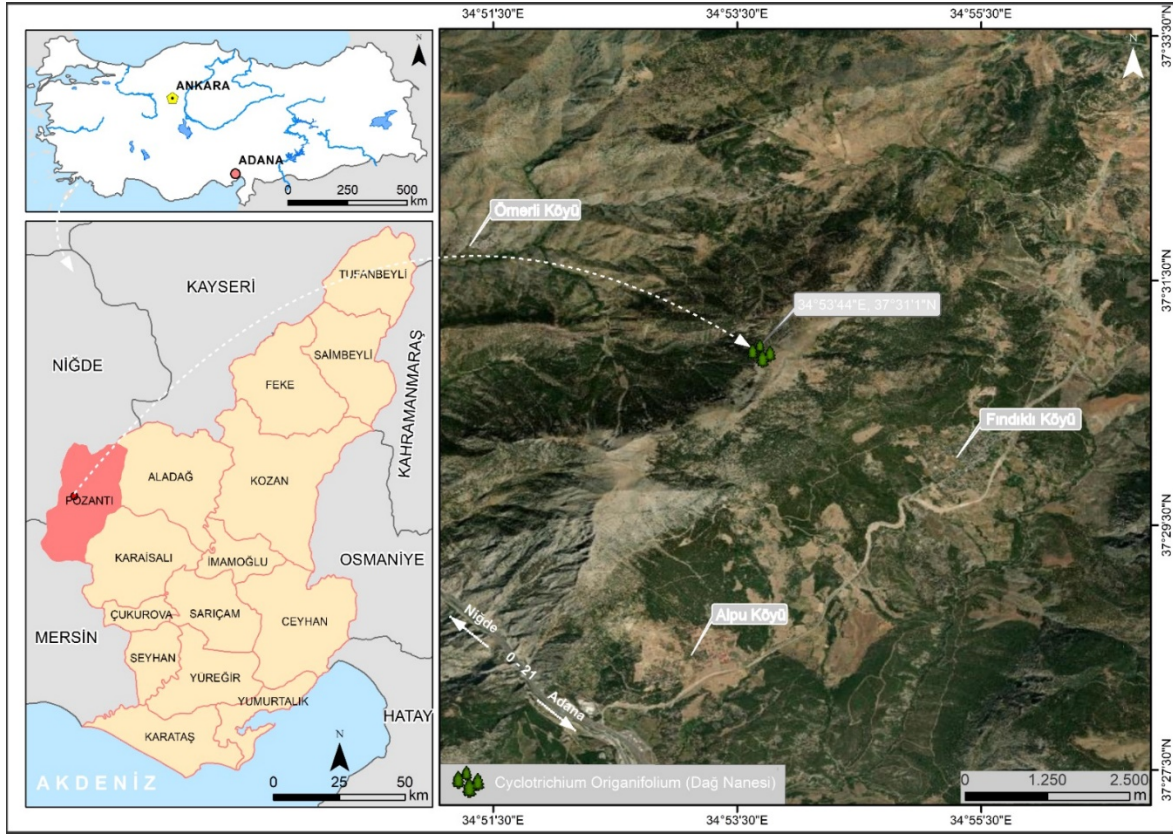
Şekil 1. *Cyclotrichium origanifolium*: Dağ Nanesi (Foto: Mehmet ÖZ, 18.08.2021)

Bu çalışmada, *C. origanifolium* (Dağ nanesi) bitkisinin tamamı (toprak üstü kısımları) kullanılarak elde edilen uçucu yağ kimyasal kompozisyonu ve antimikrobiyal özellikleri belirlenerek bitkinin tıbbi öneminin açığa çıkarılmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Adana yöresinden elde edilen Dağ nanesi bitkisi uçucu yağ bileşenlerinin kimyasal sınıflandırılması ve antimikrobiyal aktivitesi ilk kez bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1.1. Bitki Materyali

Bu çalışmada materyal olarak *C. origanifolium* bitkisi kullanıldı. Numune Türkiye'nin Adana İli, Pozantı İlçe sınırları içinde bulunan, Ömerli Köyü'nde toplandı (34°53'44"E, 37°31'01"N yükselti: 1750m). Analizler için Dağ nanesi bitkisinin gölgede kurutulmuş gövde, yaprak ve çiçekleri bulunan toprak üstü kısımları kullanıldı. Bitki teşhisi Doç. Dr. Mutlu Gültepe (Giresun Üniversitesi, Dereli Meslek Yüksek Okulu, Ormancılık Bölümü) tarafından yapılarak Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumuna (KTUB Gültepe 660) kaydedildi. Örneklerin alındığı lokasyon Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bitkisel materyalin toplandığı lokasyon

### 2.1.2. Yöntem

### 2.1.3. Örneklerden Uçucu Yağın Elde Edilmesi

Uçucu yağın elde edilmesi hidrodestilasyon işlemi ile yapılmıştır. 70 g kuru bitki kısımları öğütülerek 2000 mL hacmindeki şilifli balonlara yerleştirildi. Numuneler üzerine 1000 mL saf su ilave edilerek 4 saat süre ile +4 °C soğutucu ile modifiye edilmiş Clevenger aparatı ile uçucu yağlar elde edilmiştir (Küçük vd., 2006). Elde edilen uçucu yağlar içerisinde sodyumsülfat bulunan filtrelerden geçirilerek içindeki su uzaklaştırıldı. Uçucu yağlar analizler bitene kadar -18°C’de kadar kapalı koyu renkli şişede muhafaza edilmiştir.

### 2.1.4. Uçucu Yağ Bileşenlerinin GC-MS/FID İle Analizi

Uçucu yağın bileşen analizleri Gaz Kromatografisi Kütle Dedektörü-Alev İyonizasyon Detektörü (GC-MS/FID) (GC Agilent-7890, MS Agilent 5975 model) cihazında yapılmıştır. Elde edilen uçucu yağdan 100 µL alınarak, 1.5 mL GC saflıktaki hegzanda çözüldü, 0.45 mikron filtreden geçirilerek 1 µL GC-MS/FID cihazına enjekte edildi. HP-5 model apolar kapılar kolon analiz için (30 m x 0.32 mm, film kalınlığı 0.25 µm) kullanıldı. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/min akış hızıyla helyum kullanılarak enjeksiyonlar 230 °C’de ve 1:10 split modunda uygulandı. Başlangıçta 60 °C’de 2 dakika tutularak sonrasında 3 °C/min artışla 240 °C’ye çıkarılarak kromatogram ve kütle spektrumları alındı. Uçucu yağların kütle spektrumlarının analizi MS dedektöründe, miktar analizi ise FID dedektöründe yapıldı. Tespit edilen bileşiklerin yapısı, alikonma değerleri (RI) deneysel olarak hesaplandıktan sonra NIST, WILEY gibi kütüphanelerle ve literatür verileriyle karşılaştırılması sonucu aydınlatılmıştır (Adams, 2007).

### 2.1.5. Antimikrobiyal Aktivite Tayini

Ekstrakte edilen uçucu yağın antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Karataş vd., 2022). Antimikrobiyal aktivite tayini (antibakteriyel ve antifungal), numunelerin hazırlanması ile bakteri ve mayaların hazırlanması olmak üzere iki aşamada yapılmıştır.

Antibakteriyel aktivite analizi için aktifleşme gerçekleştiren *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Aeromonas hydrophila* ATCC 35654, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566, *Shigella flexneri* ATCC 12022 olmak üzere 10 bakteri kullanılmıştır. Antifungal aktivite analizi aktifleşme sağlayan *Aspergillus flavus* ATCC 46283, *Saccharomyces cerevisiae* S288C ve *Candida albicans* ATCC 10231 olmak üzere 3 adet maya-küf ile gerçekleştirildi.

Bakteriler Nutrient Broth besiyerinde birinci aktifleştirmenin (36 °C’de 24 saat) akabinde ikinci aktifleştirme (36 °C’de 18 saat) sonrasında analiz yapılmıştır. İkinci aktifleştirmenin ardından hazırlanan steril Nutrient Agar besiyerlerinin üzerlerine swap metodu ile sürülerek analize hazır hale getirilmiştir. Maya ve küfler ise Malt Özü Broth besiyerinde birinci aktifleştirmenin (27 °C’de 48 saat) ardından ikinci aktifleştirmeden (27 °C’de 24 saat) sonra analiz edilmiştir. Maya ve küfler iki kez aktifleştirildikten sonra Malt Özü Agar üzerine, bakteriler de olduğu gibi swap metodu ile sürme yapılmıştır. Su destilasyonu ile elde edilen uçucu yağ steril haldeki antimikrobiyal disklerle 20 µL emdirilerek hazırlanan petrilere üzerine konulmuştur. İnkübasyon bakterileri için 36 °C’de 24 saat, maya ve küf içeren petrilere için ise 27 °C’de 48 saat sürmüştür. Sonuçlar, disklerin etrafında meydana gelen şeffaf zonlar belirlenen süre sonunda hassas kumpas ile ölçülerek (mm cinsinden) belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1.1. Uçucu Yağ Oranı (%)

70 g kurutulmuş bitki örneklerine uygulanan hidrodestilasyon işlemi sonucunda %3.63 verimle 2.54 g uçucu yağ elde edilmiştir.

*C. origanifolium* ile yapılan farklı çalışmalarda uçucu yağ verimlerinin; dört farklı bölgeden (Muğla-Fethiye, Isparta-Sütçüler, Isparta-Senirken ve Antalya-Alanya) alınan toprak üstü kısımlarının analizinde verimin %0.35-1.41 arasında olduğunu (Başer vd., 1996), Osmaniye-Düziçi’nden toplanan bitki ile yapılan farklı bir çalışmada verimin %2.17 bulunduğunu (Tepe vd., 2005), Niğde-Ulukışladan toplanan örneklerde ise verimin %1.70 belirlendiğini (Göktürk vd., 2013), başka bir çalışmada ise Kahramanmaraş-Göksun’dan toplanan toprak üstü kısımlarında verimin %0.95 olduğunu (Karabörklü vd., 2019) bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen uçucu yağ veriminin diğer çalışmalardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak uçucu yağ veriminin değişken olduğu, bitki biyokütlesine bağlı olmakla beraber, yağ yüzdesinin kısmen bitki gücü ve metabolik aktivitelerinden etkilenebileceği ifade edilebilir (Başer ve Buchbauer, 2015).

#### 3.1.2. Uçucu Yağ Bileşenlerinin GC-MS/FID İle Analiz Sonuçları

Dağ nanesi bitkisinden elde edilen uçucu yağın GC-MS/FID analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Dağ nanesi (*C. origanifolium*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın GC-MS/FID analiz sonuçları

Sıra No	Alıkonma Zamanı	% Alan	Bileşik Adı	Bileşik Sınıfı	Alıkonma İndeksi	Literatür Alıkonma İndeksi
1	5.00	0.01	Heptan	Hidrokarbon	700	700
2	5.49	0.03	Metilsiklohegzan	Hidrokarbon	720	720
3	7.41	0.02	Hegzanal	Aldehid	801	801
4	9.28	0.01	(E)-2-Hegzenal	Aldehid	850	850
5	11.02	0.04	2,5-Dietiltetrahidro-furan	Diğer	896	896
6	12.14	0.01	Siklofensen	Monoterpen	921	927
7	12.38	0.41	α-Thujen	Monoterpen	926	926
8	12.74	2.28	α-Pinen	Monoterpen	934	934

Tablo 1  
Devam Ediyor

9	13.37	0.24	Kamfen	Monoterpen	948	948
10	13.62	0.02	Verbenen	Monoterpen	953	953
11	13.70	0.01	Dehidrosabinen	Monoterpen	955	955
12	15.13	<b>25.27</b>	<b><math>\beta</math>-Pinen</b>	Monoterpen	986	986
13	15.40	0.07	$\beta$ -Mirsen	Monoterpen	992	992
14	15.99	0.06	$\alpha$ -Fellandren	Monoterpen	1005	1005
15	16.33	0.01	$\beta$ -Fellandren	Monoterpen	1012	1012
16	16.69	0.12	$\alpha$ -Terpinen	Monoterpen	1019	1019
17	17.00	0.01	<i>o</i> -Simen	Monoterpen	1025	1025
18	17.06	0.01	<i>p</i> -Simen	Monoterpen	1027	1027
19	17.79	<b>23.91</b>	<b>Okaliptol</b>	Monoterpen	1042	1042
20	18.01	0.02	Benzenasetaldehid	Aldehid	1046	1046
21	18.70	0.30	$\gamma$ -Terpinen	Monoterpen	1060	1060
22	19.11	0.12	<i>trans</i> -Sabinen hidrat	Monoterpenoid	1069	1069
23	20.11	0.11	$\alpha$ -Terpinolen	Monoterpen	1089	1089
24	21.05	0.04	<i>p</i> -Ment-2-en-1-ol	Monoterpenoid	1109	1109
25	21.28	0.05	Linalool	Monoterpenoid	1113	1113
26	21.54	0.02	$\beta$ -Thujon	Monoterpenoid	1119	1119
27	21.89	0.10	3-Oktanol asetat	Ester	1126	1126
28	23.43	0.04	<i>trans</i> -Pinokarveol	Monoterpenoid	1158	1157
29	24.59	<b>33.43</b>	<b><i>cis</i>-3-Pinanon (Isokamfopinon)</b>	Monoterpenoid	1182	1182
30	24.85	2.03	Terpinen-4-ol	Monoterpenoid	1187	1182
31	25.02	0.01	<i>p</i> -Simen-8-ol	Monoterpenoid	1191	1190
32	25.30	0.27	$\alpha$ -Terpineol	Monoterpenoid	1197	1197
33	25.44	0.01	Metil salisilat	Ester	1199	1199
34	25.55	0.25	Mirtenol	Monoterpenoid	1202	1202
35	26.30	0.01	2-Oksosineol	Monoterpenoid	1218	1217
36	26.50	0.03	<i>trans</i> -Karveol	Monoterpenoid	1222	1222
37	26.65	0.02	<i>cis</i> -Karveol	Monoterpenoid	1226	1226
38	27.63	0.01	Karvon	Monoterpenoid	1247	1247
39	28.01	0.04	Fellandral	Monoterpenoid	1255	1255
40	29.03	0.02	<i>p</i> -Menta-1,8-dien-7-al	Monoterpenoid	1277	1277
41	29.53	0.11	Bornil asetat	Monoterpenoid	1288	1288
42	29.83	0.15	Sabinil asetat	Monoterpenoid	1295	1295
43	30.19	0.36	Timol	Monoterpenoid	1303	1305
44	30.60	0.03	Karvakrol	Monoterpenoid	1312	1312
45	31.04	0.02	2-Metoksi-4-vinilfenol	Diğer	1322	1322
46	31.62	6.36	Mirtenil asetat	Monoterpenoid	1335	1335
47	32.07	0.12	ekso-2-Hidroksisineol asetat	Monoterpenoid	1345	1345
48	32.41	1.80	Bulunamadı		1353	MS
49	32.49	0.02	Sitronellol asetat	Monoterpenoid	1355	1355
50	32.80	0.02	Öjanol	Terpen benzeri	1362	1362
51	32.99	0.45	<i>cis</i> -Karvil asetat	Monoterpenoid	1367	1367
52	33.52	0.09	+3-Karen-2-asetil metil	Monoterpenoid	1378	1380
53	34.02	0.05	$\beta$ -Borbonen	Seskiterpen	1390	1390
54	34.27	0.02	$\beta$ -Elemen	Seskiterpen	1396	1396

Tablo 1  
Devam Ediyor

55	34.64	0.34	Bulunamadı		1404	MS
56	35.51	0.18	Karyofilen	Seskiterpen	1425	1425
57	36.02	0.02	Perilla asetat	Monoterpenoid	1437	1436
58	36.69	0.01	<i>trans</i> -Geranilaseton	Monoterpenoid	1454	1454
59	36.91	0.01	Humulen	Seskiterpen	1459	1459
60	38.05	0.12	Germakren D	Seskiterpen	1486	1486
61	38.69	0.12	Bisiklogermakren	Seskiterpen	1502	1502
62	39.70	0.01	$\gamma$ -Kadinen	Seskiterpen	1527	1527
63	41.93	0.06	Spatulenol	Seskiterpenoid	1584	1583
64	42.16	0.04	Karyofilen oksit	Seskiterpenoid	1590	1590
65	48.78	0.01	Benzil benzoat	Ester	1770	1770
66	53.92	0.01	Farnesil aseton	Seskiterpenoid	1920	1921
Toplam		100.00				

Alıkonma indeksi için (C<sub>6</sub>-C<sub>32</sub>) karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı,

GC-MS şartları: Apolar HP-5 kolon, 30. m/0.32 mm/0.25  $\mu$ m, He, 3. K/min; Tbaşlama: 60. °C; Tbitiş: 230. °C

Uçucu yağın GC-MS/FID yöntemleri ile analizi sonucunda, *C. origanifolium* bitkisinin toprak üstü kısımlarında toplam 64 bileşiğin yapısı belirlenmiş ancak 2 bileşiğin yapısı tanımlanamamıştır. Tanımlanan bileşenler uçucu yağın %97.86'sini oluşturmaktadır. Bitkiden izole edilen uçucu yağdaki yüzde oran olarak en yüksek bileşiklerin *cis*-3-pinanon (%33.43),  $\beta$ -pinen (%25.27) ve okaliptol (%23.91) olduğu tespit edilmiştir. Dağ nanesi uçucu yağında en fazla bulunan ana bileşiğin *cis*-3-pinanon (isokamfopinin; isopinokamfon; 2,6,6-trimetilbisiklo[3.1.1]heptan-3-on, (1 $\alpha$ ,2 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-) olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Başer vd., (1996) dört farklı bölgeden topladıkları örneklerle yaptıkları araştırmalarında izole edilen uçucu yağlardaki yüzde oran olarak en fazla bulunan bileşiklerin *cis*-isopulegon (%3.52-52.17), pulegon (%6.85-37.15), isomenton (%1.98-30.67), isokamfopinin (%0.02-26.93) ve isomentol (%0.28-11.22) olduğu ifade etmişlerdir (Başer vd., 1996). Tepe vd., (2005) yaptıkları çalışmalarında tespit edilen bileşenlerin uçucu yağın %99.6'sını oluşturduğunu, ayrıca izole edilen uçucu yağlardaki yüzde oran olarak en fazla bulunan bileşiklerin pulegon (%49.8), menton (%32.5) ve limonen (%6.0) olduğunu bildirmişlerdir (Tepe vd., 2017).

*C. origanifolium* ile yapılan diğer bir araştırmada uçucu yağın ana bileşenlerinin bisiklo [3.1.1]heptan-3-on,2,6,6-trimetil-,(1 $\alpha$ ,2 $\beta$ ,5 $\alpha$ ) (%21.28), pulegon (%16.15) ve 2-sikloheksen-1-ol,1-metil-4-(1-metiletil)-,*cis* (%15.42) olduğu ifade edilmiştir (Göktürk vd., 2013). Bir başka çalışmada analiz edilen uçucu yağda toplam alanın %99.02'sini oluşturduğu ve izole edilen uçucu yağlardaki yüzde oran olarak en fazla bulunan bileşiklerin pulegon (%74.60), menton (%16.61), limonen (%1.12) ve isopulegon (%1.09) olduğu bildirmişlerdir (Karabörklü vd., 2019).

Literatürdeki diğer çalışmalara bakıldığında Başer vd., (1996)'da isokamfopinin oranlarını %0.02-26.93 arasında, Göktürk vd., (2013)'de bisiklo [3.1.1]heptan-3-on,2,6,6-trimetil-,(1 $\alpha$ ,2 $\beta$ ,5 $\alpha$ ) oranını (%21.28) olarak ifade etmişlerdir. *cis*-3-pinanon oranı diğer çalışmalarda elde edilen oranlara yakın olmakla birlikte bir miktar yüksek çıktığı görülmektedir.

Literatürde farklı bölgelerden ve farklı yıllarda toplanan örnekler arasında uçucu yağ çalışmaları incelendiğinde tespit edilen bileşenler ve miktarları bakımından bazı farklılıkların olduğu görülmektedir. Çalışmalarda uçucu yağların kompozisyonunda ortaya çıkan bazı farklılıkların sebebi olarak kullanılan bitki kısmı, toplama zamanı, analiz parametreleri, doğal varyasyon, iklim, büyüme yeri, depolama, kurutma şekli, gibi birçok faktör sayılabilmektedir. Değişikliğe sebep olabilen bu etkenlerin bazıları yıldan yıla bile farklılık gösterebilmektedir (Başer ve Buchbauer, 2015; Öz vd., 2021b).



Höld vd., (2002) *cis*-3-pinanon'un *trans*-3-pinanon ile birlikte fare ve insan karaciğer mikrozoamlarının incelenmesinde kullanıldığını ifade etmişlerdir (Höld vd., 2002).  $\beta$ -pinen gıda, parfümeri, kozmetik endüstrilerinde ve ilaç sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kılıç Pekgözlü ve Ceylan, 2021). Okaliptol soğuk algınlığı ve gripden oluşan nezle ve burun tıkanıklığı durumlarında üst solunum yollarının rahatlatılmasına yardımcı olur (Onbaşı vd., 2019).

*C. origanifolium* uçucu yağında tespit edilen bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.

*C. origanifolium* uçucu yağında tespit edilen bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması

Bileşik Sınıfı	Bileşik Sayısı	% Oranı	Ana Bileşen
Aldehitler	3	0.05	Hegzanal
Esterler	3	0.12	3-Oktanöl asetat
Hidrokarbonlar	2	0.04	Metilsiklohegzan
Monoterpenler	16	52.84	$\beta$ -Pinen
Monoterpenoidler	27	44.11	<i>cis</i> -3-Pinanon
Seskiterpenler	7	0.51	Karyofilen
Seskiterpenoidler	3	0.11	Spatulenol
Terpen Benzeri	1	0.02	Öjanol
Diğerleri	2	0.06	2,5-Dietiltetrahidro-furan
Bilinmeyenler	2	2.14	
<b>Toplam</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	

Yapılan analiz sonuçlarına göre uçucu yağda tespit edilen 66 adet bileşiğin kimyasal sınıflandırılması 10 grup olarak tespit edilmiştir. Bu sınıflarda belirlenenler ve içerdikleri bileşik sayısı çoktan aza doğru sırasıyla monoterpenoidler 27 adet, monoterpenler 16 adet, seskiterpenler 7 adet, seskiterpenoidler 3 adet, esterler 3 adet, aldehitler 3 adet, hidrokarbonlar 2 adet, diğer bileşikler 2 adet, bilinmeyen bileşikler 2 adet ve terpen benzeri bileşik ise 1 adet olarak tespit edilmiştir.

Analiz sonucunda bileşiklerin kimyasal sınıfların yüzdesel olarak yüksekte düşüğe doğru sırasıyla, monoterpenler %52.84, monoterpenoidler %44.11, bilinmeyen bileşikler %2.14, seskiterpenler %0.51, esterler %0.12, seskiterpenoidler %0.11, diğer bileşikler %0.06, aldehitler %0.05, hidrokarbonlar %0.04 ve terpen benzeri bileşik %0.02 olduğu görülmüştür. Yüzdesel oranları en fazla belirlenen kimyasal sınıfın %52.84 ile monoterpenler olduğu belirlenmiştir. Literatür araştırmasında *C. origanifolium* uçucu yağından elde edilen bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

### 3.1.3. Antimikrobiyal Aktivite Tayini Sonuçları

Yapılan antimikrobiyal aktivite (antibakteriyel ve antifungal) analizi sonunda dağ nanesi uçucu yağ ekstraktlarının aktifleşen test mikroorganizmalara karşı inhibisyon seviyeleri Tablo 3.'de verilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal aktiviteleri analiz edilmiş ve kullanılan mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antimikrobiyal aktivite seviyeleri belirlenmiştir.

Tablo 3.

*C. origanifolium* uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesi (mm)

#### Dağ nanesi uçucu yağ inhibisyon bölgelerinin çapı (mm)

##### Bakteri türleri

<i>Staphylococcus aureus</i> * ATCC 25923	6.50±0.01
<i>Listeria monocytogenes</i> * ATCC 7644	5.65±0.01
<i>Bacillus cereus</i> * ATCC 9634	-

Tablo 3.

## Devam Ediyor

<i>Bacillus subtilis</i> * ATCC 6633	-
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 35150	4.55±0.01
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	-
<i>Aeromonas hydrophila</i> ATCC 35654	-
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	-
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 23566	-
<i>Shigella flexneri</i> ATCC 12022	-
<b>Maya ve Küfler</b>	
<i>Aspergillus flavus</i> ATCC 46283	-
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> S288C	-

\* Çalışmada kullanılan gram pozitif bakterileri belirtmektedir

Kullanılan uçucu yağın gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus aureus* (6.50±0.01 mm) ve *Listeria monocytogenes* (5.65±0.01 mm)'e karşı, gram negatif bakterilerden ise sadece *Escherichia coli* O157:H7 (4.55±0.01 mm)'ye karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağın analizi yapılan maya-küflerden herhangi birine karşı antifungal aktivitesinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tepe vd., (2005) *C. origanifolium* uçucu yağının disk difüzyon metodu ile yaptıkları antimikrobiyal analiz sonucunda *Acinetobacter lwoffii*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* ve *Candida krusei* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etki tespit etmişlerdir. (Tepe vd., 2005).

Göktürk vd., (2013) *C. origanifolium*'dan elde edilen uçucu yağın agar difüzyon metoduna göre yapılan antimikrobiyal analiz çalışmasında, test edilen gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* var. *niger* ve *Bacillus brevis*'e karşı, gram negatif bakterilerden *Aeromonas hydrophila*, *Klebsiella pneumoniae*, *Morganella morganii* ve *Proteus mirabilis*'e karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini, ayrıca test edilen maya ve küflerden ise *Saccharomyces cerevisiae*'e karşı antifungal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Göktürk vd., 2013).

#### 4. Sonuçlar

Çalışma kapsamında *C. origanifolium* (Dağ nanesi) bitkisinden ekstrakte edilen uçucu yağın kompozisyonu ve antimikrobiyal özellikleri incelendi. Analizi yapılan numunelerin uçucu yağ verimi %3.63 olarak belirlendi. Elde edilen uçucu yağda 66 adet monoterpen, monoterpenoid, seskiterpen, seskiterpenoid, hidrokarbon, ester, aldehit ve terpen benzeri gruplarına ait uçucu bileşenler bulundu. Uçucu yağ içeriğinin yaklaşık %82.61'ini *cis*-3-pinanon,  $\beta$ -pinen ve okalptol bileşikleridir oluşturmuştur. Mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonlara karşı, bitkisel kökenli uçucu yağların güçlü antimikrobiyal özelliğe sahip olması, doğal antibiyotik olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Dağ nanesi örneklerinden elde edilen uçucu yağlar en yoğun antimikrobiyal duyarlılığı *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'a karşı sergilemiştir. Dağ nanesi bitki örnekleri ile yapılan uçucu yağ analizleri ve antimikrobiyal verileri gelecekte yeni çalışmalara katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

#### Yazar Katkıları

Yazar Mehmet Öz: Fikir/kavram, veri toplama, literatür taraması, analiz ve yorum süreçlerini gerçekleştirmiştir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

## Teşekkür

Bitkinin taksonomik teşhisi için Doç. Dr. Mutlu GÜLTEPE'ye ve antimikrobiyal aktivite testleri için Dr. Şeyda Merve KARATAŞ'a teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Adams, R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed. Allured publishing, Carol stream, IL, USA.
- Avan, M. (2021). Türkiye'de ve Dünya'da görülen önemli tıbbi ve aromatik bitkiler, özellikleri ve hastalıkları üzerine araştırmalar. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi* 3(1), 129-156. <https://doi.org/10.47898/ijeased.864877>
- Başer, K. H. C., Kirimer, N., Kurkcuoglu, M., Özek, T. ve Tümen, G. (1996). Essential oil of *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden. et Scheng. from Turkey. *Journal of Essential Oil Research* 8, 569–570. <https://doi.org/10.1080/10412905.1996.9700692>
- Başer, K. H. C. ve Buchbauer, G. (2015). *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications*. Second edition, CRC Press, New York, USA, pp. 70-537.
- Boztaş, G., Avcı, A. B., Arabacı, O. ve Bayram, E. (2021). Tıbbi ve aromatik bitkilerin dünyadaki ve Türkiye'deki ekonomik durumu. *Teorik ve Uygulamalı Ormanlık* 1, 27-33. <https://doi.org/10.53463/tafor.2021vol1iss1pp27-33>
- Bozkurt, S. ve Akkemik, Ü. (2018). Flora of Gürün district (Sivas) and its immediate surroundings. *Eurasian Journal of Forest Science* 6(3), 35-68. <https://doi.org/10.31195/ejefjs.434860>
- Deniz, İ. (2013). *Odun dışı orman ürünleri endüstrisi*, Ders notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 203 sy.
- Ertaş, M., Fidan, M. S., Kaya, S. ve Angın, N. (2019). Kara Ardıç (*Juniperus sabina* L.) kozalaklarından elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimi üzerine mikrodalga ve hidrodestilasyon yöntemlerinin etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 20(2), 272-277. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.492069>
- Göktürk, R. S., Sağdic, O., Özkan, G., Ünal, O., Aksoy, A., Albayrak, S., Arıcı, M. ve Durak, M. Z. (2013). Essential oil compositions and bioactivities of *Thymus revolutus* and *Cyclotrichium organifolium*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 16(6), 795-805. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.813208>
- Höld, K. M., Sirisoma, N. S., Sparks S. E ve Casida, J. E. (2002) Metabolism and mode of action of *cis*- and *trans*-3-pinanones (the active ingredients of hyssop oil). *Xenobiotica*, 32(4), 251-265. <https://doi.org/10.1080/00498250110095745>
- Karabörklü, S., Azizoglu, U., Yilmaz, S., Ayvaz, A. ve Akdeniz, M. (2019). The chemical composition of *Cyclotrichium organifolium* essential oil and its insecticidal activity against four stored-product insect pests. *Comptes Rendus de L Academie Bulgare Des Sciences* 72(6), 841-850. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.06.18>
- Karataş, Ş. M., Öz, M., Fidan, M. S., Baltacı, C. ve Üçüncü, O. (2022). Gümüşhane yöresinde yetişen *Ribes petraeum* Wulfen (Frenk Üzümü) bitkisinden uçucu yağının elde edilmesi, kimyasal içerik ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 12(2), 498-511. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.997171>
- Karayel, H. B. (2019). Kütahya (Gediz) yöresinde yetiştirilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) türünün tohum ve yaprağında uçucu yağ bileşenlerin değerlendirilmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(Ek Sayı 1), 1-5. <https://orcid.org/0000-0002-4271-0540>
- Katar, N., Katar, D. ve Can, M. (2021). Eskişehir ekolojik koşullarında rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) bitkisinin morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 24 (5), 1021-1028. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.773567>
- Kaya, A., Başer, K. H., Satıl, F. ve Tümen, G. (2000). Morphological and anatomical studies on *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden. & Scheng.(Labiatae). *Turkish Journal of*

- Botany* 24(5), 273-278. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbtkbotany/issue/11849/141496>
- Kılıç-Pekgözlü, A., Ceylan, E. ve Çakal, Ö. (2018). Hangisi gerçek defne yaprağı uçucu yağı?. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 477-485. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/38873/435287>
- Kılıç Pekgözlü, A. ve Ceylan, E. (2021). Sıcaklığın terebentin kompozisyonu üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(3), 878-884. <https://doi.org/10.24011/barofd.994641>
- Küçük, M., Gülec, C., Yasar, A., Üçüncü, O., Yaylı, N., Coskuncebi, K., Terzioglu, S. ve Yaylı, N. (2006). Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oils of *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens*, and *T. chamaedrys* subsp. *lydium*. *Pharmaceutical Biology* 44(8), 592-599. <https://doi.org/10.1080/13880200600896868>
- Onbaşı, D., Yuvalı Çelik, G., Ceylan, A. ve Dal, A. (2019). Türkiye’de eczanelerde bulunan bitkisel ilaçlar. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 18-31. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erusaglik/issue/47133/593145>
- Öz, M., Deniz, İ., Okan, O. T., Baltacı, C. ve Karatas, S.M. (2021a). Determination of the chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of different parts of *Rosa canina* L. and *Rosa pimpinellifolia* L. essential oils, *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 24(3), 519-537. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1936204>
- Öz, M., Fidan, M. S., Baltacı, C., Üçüncü, O. ve Karatas, S. M. (2021b). Determination of antimicrobial and antioxidant activities and chemical components of volatile oils of *Atropa belladonna* L. growing in Turkey, *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 24(5), 1072-1086. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1987334>
- Paşa, C. (2019). Türkiye’de doğal olarak yetişen *Thymus zygoides* (Lamiaceae)’in uçucu yağı ve bileşenlerinin diurnal varyasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(Ek Sayı 1), 6-9. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.556254>
- Sarıkaya, A. G. ve Fakir, H. (2017). Göynük Yöresinde (Antalya) Yetişen *Phlomis leucophracta* P. H. Davis & Hub.-Mor. ve *Phlomis lycia* D. Don türlerinin yaprak ve çiçeklerine ait uçucu bileşenler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(2), 69-73. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/30631/337404>
- Tepe, B., Sokmen, M., Sokmen, A., Daferera, D. ve Polissiou, M. (2005). Antimicrobial and antioxidative activity of the essential oil and various extracts of *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. *Journal of Food Engineering* 69(3), 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.024>
- Tümen, İ., Hafizoglu, H., Kilic, A., Dönmez, İ.E., Sivrikaya, H. ve Reunanen, M. (2010). Yields and constituents of essential oil from cones of Pinaceae spp. natively grown in Turkey. *Molecules* 15(8), 5797-5806. <https://doi.org/10.3390/molecules15085797>
- URL-1 (2022). Türkiye bitkileri veri servisi (Tübives). [http://www.tubives.com/Cyclotrichium organifolium](http://www.tubives.com/Cyclotrichium_organifolium) (Labill.) Manden. Et Scheng. (Erişim Tarihi: 10.05.2022).

# TOPSIS-VIKOR Yöntemleriyle Türkiye'deki İllerin Endüstriyel Odun Üretimi Analizi

Murat Yeşilkaya<sup>1,\*</sup>, Yıldız Çabuk<sup>2</sup>, Selman Karayılmazlar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Niksar Meslek Yüksekokulu, Niksar, Tokat, Türkiye  
<sup>2,3</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 29.06.2022

Kabul: 15.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada, Türkiye’de endüstriyel odun üretimine dayalı olarak illerin potansiyel analizi yapılmıştır. Bu maksatla çok ölçütlü karar verme tekniklerinden olan TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Bilindiği gibi ormandan elde edilen odunlar farklı sınıflara sahip olup ekonomik değerleri de birbirinden farklıdır. Problemin hiyerarşik yapısında farklı tiplerdeki odun sınıfları kriter olarak, Türkiye’deki iller de alternatif olarak belirlenmiştir. Çalışmadaki veriler Orman Genel Müdürlüğü’nden elde edilmiştir. Her iki yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve harita üzerinde görselleştirilmiştir. Sonuçlarda, orman varlığı yüksek olan Kütahya, Kastamonu, Bolu, Antalya gibi iller endüstriyel odun üretim performansına göre ilk sırada yer almıştır. Tel direk ve tomruk sınıfından odun üretimi yapan illerin endüstriyel odun üretim performansının üst sıralarda olduğu görülmüştür. Ayrıca iki yöntemin sonuçlarına göre, özellikle ilk 30 ilin sıralaması oldukça farklı olup, son 51 ilin sonuçlarının ise birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Son sıralarda yer alan iller ise orman varlığı çok düşük olan Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’da yer alan illerdir.

**Anahtar Kelimeler** – Endüstriyel odun üretimi, TOPSIS, VIKOR, çok ölçütlü karar verme

## Industrial Wood Production Analysis of Provinces in Turkey with TOPSIS-VIKOR Methods

<sup>1</sup>Department Niksar Vocation School, Tokat Gaziosmanpaşa University, Niksar, Tokat, Turkey  
<sup>2,3</sup>Department of Forest Industry Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

## Article History

Received: 29.06.2022


Accepted: 15.11.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – In this study, a potential analysis of provinces based on industrial wood production in Turkey was carried out. For this purpose, TOPSIS and VIKOR methods, which are multi-criteria decision-making techniques, were used. As it is known, the woods obtained from the forest have different grades and their economic values are different from each other. In the hierarchical structure of the problem, different types of wood grades were determined as criteria, and provinces in Turkey were determined as alternatives. The data in the study were obtained from the General Directorate of Forestry. The results obtained from both methods were compared and visualized on the map. In the results, provinces such as Kütahya, Kastamonu, Bolu and Antalya, which have high forest assets, ranked first in terms of industrial wood production performance. It has been observed that the industrial wood production performance of the provinces producing wood from utility telephone pole and log grade is at the top. In addition, according to the results of the two methods, especially the ranking of the first 30 provinces is found quite different, and it is seen that the results of the last 51 provinces are very close to each other. The provinces in the last place are those located in Eastern Anatolia and South-eastern Anatolia, where forest assets are extremely low.

**Keywords** – Industrial wood production, TOPSIS, VIKOR, multi-criteria decision making

<sup>1</sup>  murat.yesilkaya@gop.edu.tr

<sup>2</sup>  yildizcabuk@yahoo.com

<sup>3</sup>  selman@bartin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Türkiye’de ormanların yönetimi ve denetimi anayasal güvence ile devlet tarafından yapılmaktadır. Türkiye’de orman alanlarının %99’u devlet ormanları olup Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından idaresi ve işletilmesi yapılmaktadır. Ormanlar temiz hava sağlama, erozyon, sel gibi doğal afetleri önleme gibi dolaylı faydalarının yanında odun üretimi ile ülke ekonomilerine ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bugün odun veya daha genel bir ifadeyle ağaç malzeme yenilenebilir ve kolay işlenebilir bir malzeme olması nedeniyle çok çeşitli kullanım alanları olan çok önemli bir hammaddedir. Odunu çeşitli tekniklerle işleyip endüstriyel ürün haline dönüştüren sektörler orman ürünleri endüstrisi sektörü denmektedir. Bu sektörde yongalevha, liflevha, kontrplak içinde olduğu ahşap levha, kereste, kaplama ve mobilya gibi endüstriler vardır.

Türkiye orman ürünleri sektörü doğrudan veya dolaylı olarak yaklaşık 1 milyon kişiye istihdam ve 20 milyar \$ üzerinde ekonomik katkı ile önemli bir sektördür (OGM, 2020). Ülkemizde ilk 500 sanayi kuruluşu içinde birçok orman endüstrisi işletmesi vardır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü’ne göre, Türkiye ahşap levha üretiminde yaklaşık 15 milyon m<sup>3</sup> ile Dünya’da ilk sıralarda yer almaktadır (FAO, 2020). Tüm bu orman ürünleri endüstrisinin ana temel hammaddesi odundur.

Türkiye odun üretiminin de %99’u OGM tarafından yapılmaktadır. OGM bünyesinden üretilen odun hammaddesi, endüstriyel odun ve yakacak olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Endüstriyel odunda kendi içinde tomruk, maden direği, tel direk, sanayi odunu, lif-yonga odunu, kağıtlık odun ve sırik olmak üzere 7 alt sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflardaki odun tiplerinin boy ve çap değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Tomruk olarak ifade edilen endüstriyel odun tipi kabuksuz orta çapı en az 19 cm ve boyu en az 1,5 m ve daha uzun olan iğne yapraklı veya yapraklı yuvarlak odun türüdür. Maden direği, maden ocaklarında kullanılan, tel direği boyu 6,5 m uzun olan telekomünikasyon ve elektrik hava hatlarında kullanmaya uygun odun türüdür. Kağıtlık odun ise, selüloz üretimi için kabuklu yarma veya yuvarlak odun türüdür. Yakacak odun tipi ise endüstriyel olarak kullanılmayan sadece ısı elde etmek için kullanılan düşük ekonomik değere sahip odun türüdür. Ayrıca Tablo 1’de odun sınıflarının OGM tarafından belirlenen 2020 yılındaki ortalama cari fiyatları da verilmiştir. Odun sınıflarında 576 TL/ m<sup>3</sup> ile tel direk en yüksek fiyatlı, 89 TL/ster ile yakacak odun en düşük fiyatlı odundur.

Tablo 1

Endüstriyel odun sınıfları (OGM, 2022)

Sınıflar	Orta çap (cm)	Boy (m)	Cari fiyatı (TL/m <sup>3</sup> )	Sınıflar	Orta çap (cm)	Boy (m)	Cari fiyatı (TL)
Tomruk	≥ 19	≥ 1,5	464,0	Lif-yonga odunu	8-20	0,5-2	172,0 (m <sup>3</sup> )
Maden direği	8-22	≥ 1,5	341,4	Kağıtlık (Kabuklu)	≥ 10	-	262,1 (m <sup>3</sup> )
Tel direk	≥ 11	≥ 6,5	576,0	Sırik (Kabuklu)	5-8	≥ 2	180,4 (ster)
Sanayi odunu	≥ 5	0,5-1,5	300,9	Yakacak odun	≥ 2	-	89,7 (ster)

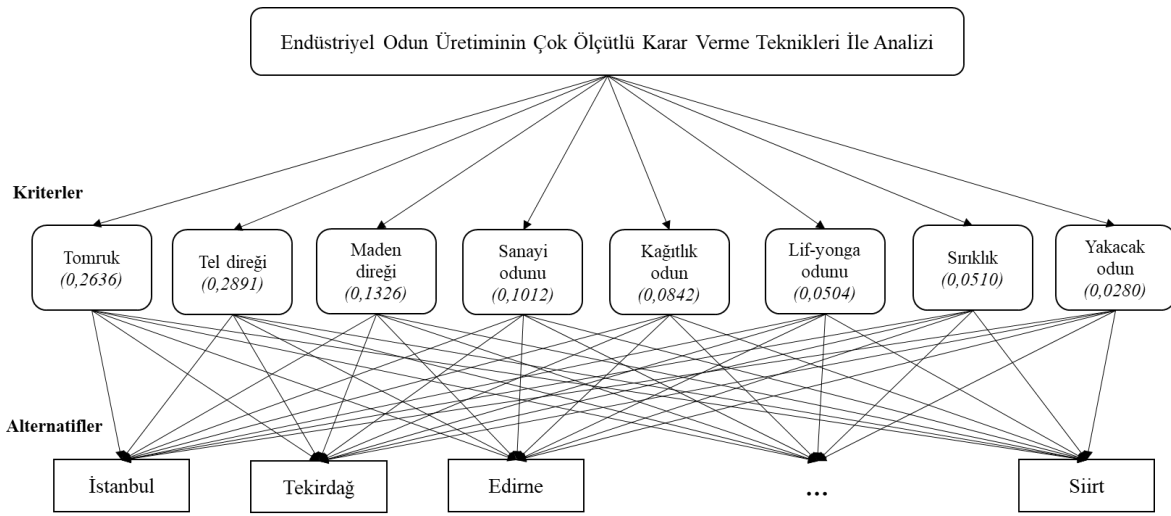
OGM tarafından 2020 yılında yayınlanan verilere dayanarak Türkiye’deki illerin sahip olduğu orman varlığı alanı Şekil 1’de harita üzerinde gösterilmiştir. Ülkemizde orman varlığında Karadeniz bölgesi ve Antalya yöresi önde gelmektedir. Antalya, toplam alanının %56’sı orman alanına sahip olan ve 1 milyon hektarın üzerinde orman alanına sahip tek ildir. Antalya’yı 873 bin hektarla Kastamonu, 835 bin hektarla Mersin, 829 bin hektarla Muğla takip etmektedir. En düşük orman alanına sahip illerimiz ise sırasıyla Iğdır, Ağrı ve Şanlıurfa’dır. Bazı şehirlerin yüzölçümü küçük olduğu için orman varlığı alanında küçük olduğu görülmektedir. Örneğin toplam alanın %60’ı orman olan Bartın yüzölçümünün küçük olmasından dolayı toplam orman alanı 135 bin hektar civarındadır. Toplam alanının %16’sı orman olan Konya’nın yüzölçümünden dolayı toplam orman alanı 634 bin hektar civarındadır. Ülkemiz yüzölçümünün yaklaşık %29,4’ü ormanlarla kaplı olup yaklaşık 22,9 milyon hektarlık orman alanına sahiptir. Yüzölçümüne göre en fazla orman alanına sahip ilimiz %72 ile Karabük 278 bin hektar, en düşük orman alanına sahip ilimiz ise %0,05 altında Iğdır 161 hektardır.



## 2. Problem ve Veri

Bu çalışmada Türkiye'deki illerin endüstriyel odun üretimlerini çok ölçütlü karar verme tekniklerinden olan TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile analiz edilmiştir. Farklı odun tipleri problemin kriterleri olarak seçilirken, Türkiye'de yer alan 81 ilde alternatifler olarak belirlenmiştir. OGM elden edilen veriler ile bu karmaşık problem ÇÖKV teknikleri ile çözülmüş ve sonuçlar illerin orman varlığı ile çapraz karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın kriterler ve alternatiflerden oluşturulan hiyerarşik yapısı Şekil 2'de verilmiştir. Ana kriterler olarak Tomruk, Tel direği, Maden direği, Sanayi odunu, Kağıtlık odun, Lif-yonga odunu, Sırlık ve Yakacak odun üretimleri kullanılmıştır. Alternatifler olarak ise Türkiye'deki 81 il kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları, ormancılık alanındaki uzmanların görüşü alınarak bu değerlerin geometrik ortalaması hesaplanarak belirlenmiştir. Nihai ağırlıkların belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. Her bir kriterin ağırlığı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Problemin hiyerarşik yapısı

Çalışmadaki veriler OGM istatistiksel veri tabanından alınmıştır. Verilerde OGM tarafından illerin bilgileri coğrafi bir kodlama sistemi olan istatistiksel bölge birimleri sınıflamasına göre verilmiştir. İl bazında 2012-2020 yıllarının ortalaması alınarak odun üretim değerleri Tablo 2'de bir bütün olarak verilmiştir.

Tablo 2  
Odun üretiminin il düzeyinde dağılımı (2012-2020 ortalaması)

İstatistiksel Bölge Sınıf- laması	Endüstriyel odun (m <sup>3</sup> )							Yakacak odun (ster)
	Tomruk	Tel direği	Maden direği	Sanayi odun	Kağıtlık odun	Lif-yonga odun	Sırlık	
TR100 İstanbul	56523	0	7484	32950	37333	174986	21	226799
TR211 Tekirdağ	4931	0	2395	1681	8221	35738	0	50329
TR212 Edirne	26082	1	11340	6117	23773	63996	0	38809
TR213 Kırklareli	126989	0	21933	2276	20884	256441	2	197155
TR221 Balıkesir	225413	1895	33475	41023	153848	285658	187	273985
TR222 Çanakkale	155667	679	11128	17120	106734	210175	127	239950
TR310 İzmir	122926	0	5982	65741	81726	233056	0	80467
TR321 Aydın	102524	356	13655	14237	28118	113375	45	72010
TR322 Denizli	187233	2537	49277	16261	25922	207240	965	105665
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
TRC12 Adıyaman	3	0	88	7	41	1193	0	4129
TRC13 Kilis	540	0	294	897	14	2632	0	727
TRC21 Şanlıurfa	0	0	2	0	0	248	0	666
TRC22 Diyarbakır	2	0	0	0	1	2	0	5204
TRC31 Mardin	0	0	0	0	0	0	0	841
TRC32 Batman	0	0	0	0	0	0	0	5133
TRC33 Şırnak	0	0	0	0	0	0	0	28984
TRC34 Siirt	0	0	0	34	0	144	0	31343



### 3. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Teknikleri

Bilindiği gibi ÇÖKV, matematiksel ve mantıksal temele dayalı birden çok kritere sahip en uygun alternatifin belirlenmesi yada alternatiflerin sıralamasının yapılmasına dayalı bir optimizasyon tekniğidir. Bu çalışmada Türkiye'deki illerin endüstriyel odun üretim performanslarının sıralaması yapılacağı için, alternatiflerin sıralanmasında sıklıkla kullanılan TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

#### 3.1. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi ideal çözüme en yakın alternatifin çözümünü bulmaya çalışır. Belirlenen alternatifler arasından en iyiden kötüye doğru bir sıralama yapar. Yöntemin adımları şu şekildedir; (Yoon ve Hwang, 1995; Shohda vd., 2022)

Adım 1: Literatür taraması ve ilgili karar vericilerin kararlarına göre alternatif ve kriterler belirlenir.

Adım 2: Her bir kriter için her bir alternatifin değerleri olan karar matrisi (3.1)  $A_{nk}$  oluşturulur.  $a_{nk}$ , burada n. alternatifin, k. kriterinin değerini göstermektedir.

$$A_{nk} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nk} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Adım 3: Eşitlik (3.2) gibi  $r_{nk}$  değeri hesaplanır ve standart karar matrisi  $R_{nk}$  elde edilir.

$$r_{nk} = \frac{a_{nk}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N a_{nk}^2}}, \quad R_{nk} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nk} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Adım 4:  $R_{nk}$  matrisi kriterlerin ağırlıkları vektörü  $w_k$  ile çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisi  $V_{nk}$  elde edilir.

Adım 5:  $V_{nk}$  matrisinde bulunan değerlerin ( $v_{nk}$ ) sütunların en büyük değerleri ile  $A^+$  vektörü, en küçük değerleri ile  $A^-$  vektörü oluşturulur.

Adım 6: Maksimum ve minimum ideal noktaya olan uzaklık Eşitlik (3.3)'de görülen formülle hesaplanır.

$$S_n^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^K (v_{nk} - v_k^+)^2}, \quad S_n^- = \sqrt{\sum_{k=1}^K (v_{nk} - v_k^-)^2} \quad (3.3)$$

Adım 7: Eşitlik (3.4) nihai sıralama ve en uygun karar noktası  $C_i^*$  belirlenir. Maksimum değer sahip  $C_n^*$  en uygun alternatiftir.

$$C_n^* = \frac{S_n^-}{S_n^- + S_n^+}, \quad 0 \leq C_n^* \leq 1 \quad (3.4)$$

#### 3.2. VIKOR Yöntemi

Bu yöntem, ölçülebilir ve birbiriyle çelişen kriterlere sahip ayrı bir karar problemini çözmek için geliştirilmiştir. Yöntemin adımları şu şekildedir; (Opricovic ve Tzeng, 2004; Mardani, vd., 2016)

Adım 1: TOPSIS yöntemindeki  $A_{nk}$  matrisinden her bir kriter için en iyi ( $f_k^* = \max_k \{ f_{nk} \}$ ) ve en kötü ( $f_k^- = \min_k f_{nk}$ ) belirlenir. Eşitlik (3.5) ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi  $V_{nk}$  hesaplanır. Burada  $w_k$  ilgili kriterlerin ağırlıklarını gösterir.

$$V_{nk} = w_k (f_k^* - f_{nk}) / (f_k^* - f_k^-) \quad (3.5)$$

Adım 2:  $P_k$  ve  $R_k$  değerleri Eşitlik (3.6) ile hesaplanır.

$$P_k = \sum_{k=1}^K V_{nk}, \quad R_k = \max_k \{V_{nk}\} \quad (3.6)$$

Adım 3:  $Q_k$  değerleri Eşitlik (3.7) ile hesaplanır. Bu çalışma da  $v=0,5$  alınmıştır.

$$Q_k = \frac{v(P_k - P^*)}{(P^- - P^*)} + \frac{(1-v)(R_k - R^*)}{(R^- - R^*)}, \quad 0 \leq Q_k \leq 1 \quad (3.7)$$

Burada  $S^* = \max_k \{P_k\}$ ,  $P^- = \min_k \{P_k\}$ ,  $R^* = \max_k \{R_k\}$ ,  $R^- = \min_k \{R_k\}$  ile belirlenir.

Adım 4: hesaplanan  $Q_k$  değerlerinde en küçük olan en uygun alternatif olarak belirlenir. Daha sonra, Opricovic ve Tzeng, (2007) çalışmasında açıklandığı gibi sonuçların geçerliliği test edilir ve nihai sıralama belirlenir.

#### 4. Problemin Çözüm Sonuçları

Bu bölümde ÇÖKV teknikleri ile problemin çözümünden elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

##### 4.1. TOPSIS yöntemiyle çözüm

Tablo 2'deki değerlerle karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra Adım 3'de anlatıldığı gibi standart karar matrisi hesaplanmış ve Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Standart karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A1	0,0488	0,0000	0,0509	0,1794	0,0690	0,1436	0,0068	0,2547
A2	0,0043	0,0000	0,0163	0,0092	0,0152	0,0293	0,0000	0,0565
A3	0,0225	0,0001	0,0771	0,0333	0,0439	0,0525	0,0000	0,0436
A4	0,1096	0,0000	0,1492	0,0124	0,0386	0,2104	0,0008	0,2214
A5	0,1945	0,1171	0,2277	0,2234	0,2842	0,2344	0,0603	0,3077
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A80	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0326
A81	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0352

Karar vericiler tarafından belirlenen ağırlıkla ve AHP yöntemiyle bulunan kriterlerin ağırlıkları ile standart karar matrisi çarpılarak Adım 4'de anlatıldığı gibi ağırlıklı karar matrisi oluşturulmuştur. İlgili matris Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4

Ağırlıklı standart karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A1	1,2856	0,0004	0,6746	1,8150	0,5806	1,2088	0,0573	2,1446
A2	0,1122	0,0000	0,2159	0,0926	0,1278	0,2469	0,0000	0,4759
A3	0,5932	0,0016	1,0223	0,3369	0,3697	0,4421	0,0000	0,3670
A4	2,8884	0,0000	1,9772	0,1254	0,3248	1,7715	0,0063	1,8643
A5	5,1270	3,3856	3,0176	2,2597	2,3926	1,9733	0,5076	2,5907
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A80	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2741
A81	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0000	0,0010	0,0000	0,2964

Adım 5'deki gibi ideal (A+) ve negatif ideal (A-) vektörleri belirlenmiş ve Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

İdeal ve negatif ideal değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A* maks	12,9566	17,2696	6,0559	5,3063	3,9391	3,8009	5,0904	2,5907
A- min	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

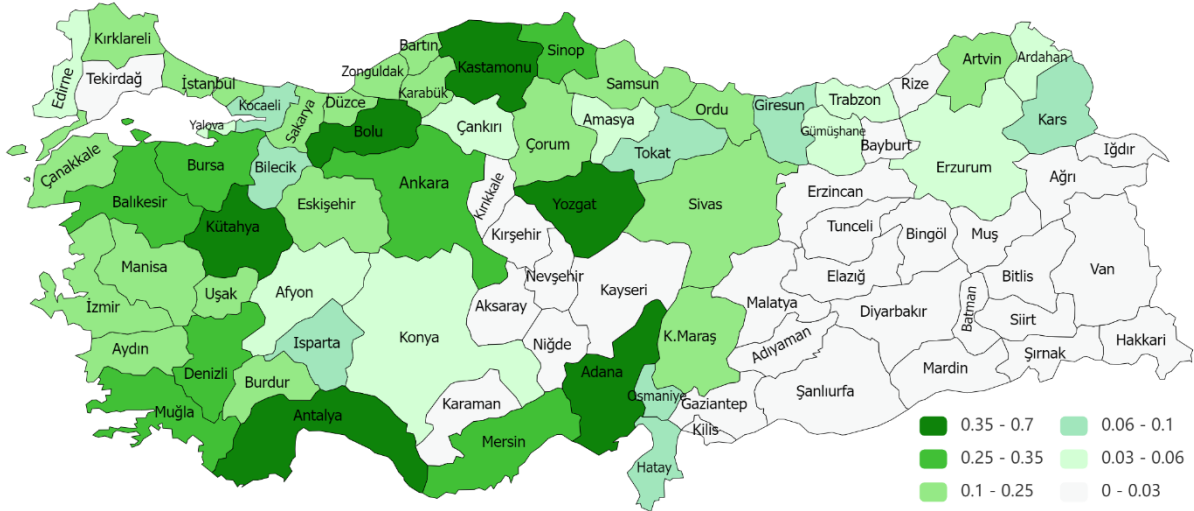
Daha sonra, Adım 6 ve 7'de anlatıldığı gibi ideal ve negatif ideal ve görelî yakınlık değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 6'da verilmiştir. İllerin endüstriyel odun üretimi analizi sonucunda, C\* değerleri içinde 1' en yakın değere sahip ilk 6 ilin sırasıyla Kütahya, Yozgat, Kastamonu, Bolu, Antalya ve Adana olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6

İdeal, negatif ideal ve Nihai sıralama sonuçları

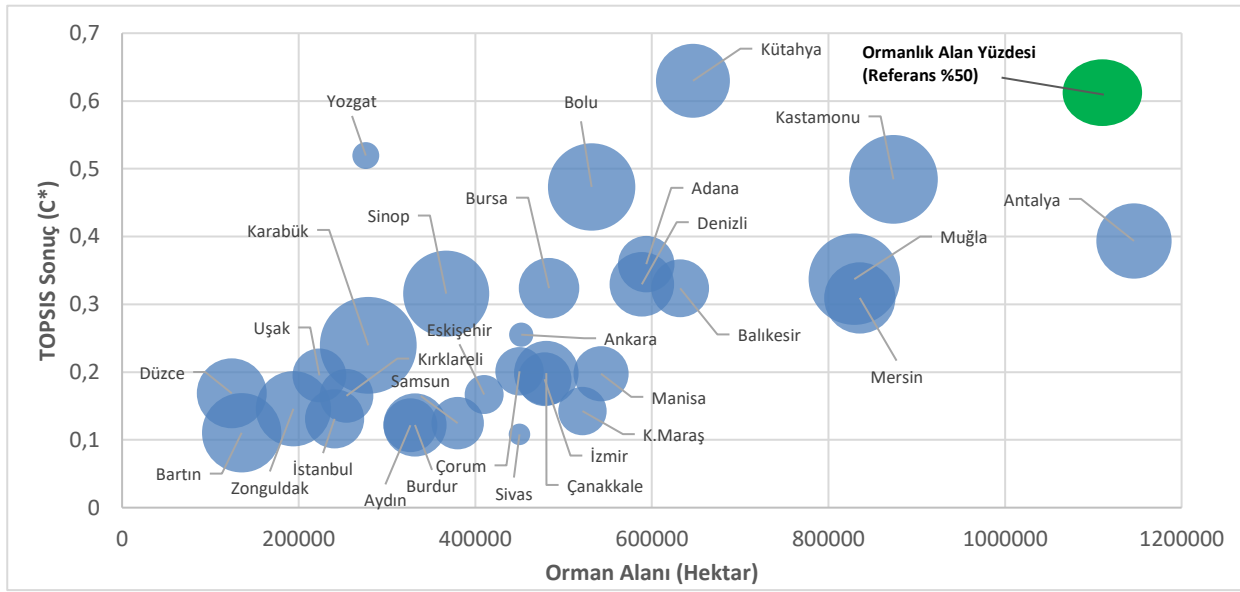
	İdeal (S <sup>+</sup> )	Negatif İdeal (S <sup>-</sup> )	Görelî yakınlık (C*)	Nihai Sıra
A1	22,7841	3,4355	0,1310	25
A2	24,1257	0,6095	0,0246	53
A3	23,5786	1,4062	0,0563	43
A4	22,0601	4,3574	0,1649	22
A5	17,3007	8,2794	0,3237	10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A80	24,3349	0,2741	0,0111	56
A81	24,3322	0,2964	0,0120	55

C\* değerlerine göre illerin endüstriyel odun üretim performansları Türkiye haritası üzerinde Şekil 3'de verilmiştir. Harita üzerinde koyu yeşil iller yüksek performansa sahip daha açık değerler ise daha düşük performansa sahiptir. İlgili C\* değerleri ve gösterdiği renkler harita üzerinde gösterilmiştir. Örneğin; Bursa ilinin C\* değeri 0,25 ile 0,35 arasındadır ve ilk 10 içerisinde yer almaktadır. Doğu ve Güneydoğu illeri ile İç Anadolu'daki bazı iller orman varlığı düşük olmasından kaynaklı endüstriyel odun üretiminde son sıraladadırlar.



Şekil 3. TOPSIS yöntemi sonuçları

Şekil 4’de TOPSIS sonuçlarına göre endüstriyel odun üretiminde ilk 30 ilin ormanlık alanı ve illerin yüzölçümüne göre orman alanı yüzdesi karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Yatay eksen illerin orman alanı, dikey eksen TOPSIS sonuçlarındaki C\* değerlerini ve balonlar ise ormanlık alan yüzdesini göstermektedir. Bilindiği gibi TOPSIS yönteminde C\* değerlerinde 1’e yakın alternatifler en iyi seçeneklerdir. İlk 30 ilin sahip olduğu orman alanı 120 bin hektardan fazladır. Sonuçlar incelendiğinde yüzölçümünün %20’si orman ve 276 bin hektar ormanlık alana sahip olan Yozgat ilinin endüstriyel odun üretiminde ilk sıralarda yer alması ilginçtir. Bu sonuç bu ilin endüstriyel odun içindeki katma değeri en yüksek olan tel direk üretiminin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzölçümünün %50’sinden fazlası orman olan Kütahya, Kastamonu, Bolu, Antalya, Muğla ve Mersin gibi illerde ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye’de 1 milyon hektardan fazla ormanlık alana sahip tek il olan Antalya 5. sırada yer almıştır. Bunun yanında Türkiye’de yüzölçümü bakımından %72’lik oranla en fazla ormana sahip Karabük ise 278 bin hektarlık orman alanı ile 14. sırada yer almıştır.



Şekil 4: TOPSIS yöntemi sonucuna göre ormanlık alanı ve yüzdesel değişimi

#### 4.2. VIKOR yöntemiyle çözüm

Veri bölümünde sunulan Tablo 2’deki değerlerle karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra Adım 1’de anlatıldığı gibi standart karar matrisi hesaplanmış ve Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Standart karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A1	0,2375	0,2891	0,1178	0,0666	0,0718	0,0344	0,0504	0,0048
A2	0,2614	0,2891	0,1278	0,0994	0,0815	0,0471	0,0510	0,0228
A3	0,2516	0,2890	0,1102	0,0947	0,0763	0,0446	0,0510	0,0240
A4	0,2049	0,2891	0,0893	0,0988	0,0772	0,0269	0,0509	0,0078
A5	0,1593	0,2324	0,0665	0,0581	0,0331	0,0242	0,0459	0,0000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A80	0,2636	0,2891	0,1326	0,1012	0,0842	0,0504	0,0510	0,0250
A81	0,2636	0,2891	0,1326	0,1011	0,0842	0,0504	0,0510	0,0248

Bir sonraki adımda anlatıldığı gibi  $P$  ve  $R$  değerleri hesaplanmıştır.  $P$  en büyük değer,  $R$  en küçük değer baz ise en iyi alternatiftir. Daha sonra Adım 3’de anlatıldığı gibi nihai sıralama için hesaplanan  $Q$  değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 8’de verilmiştir. Endüstriyel odun üretimine göre illerin performansının sıralamasında en düşük  $Q$  değerine sahip alternatifler en iyi seçeneklerdir.

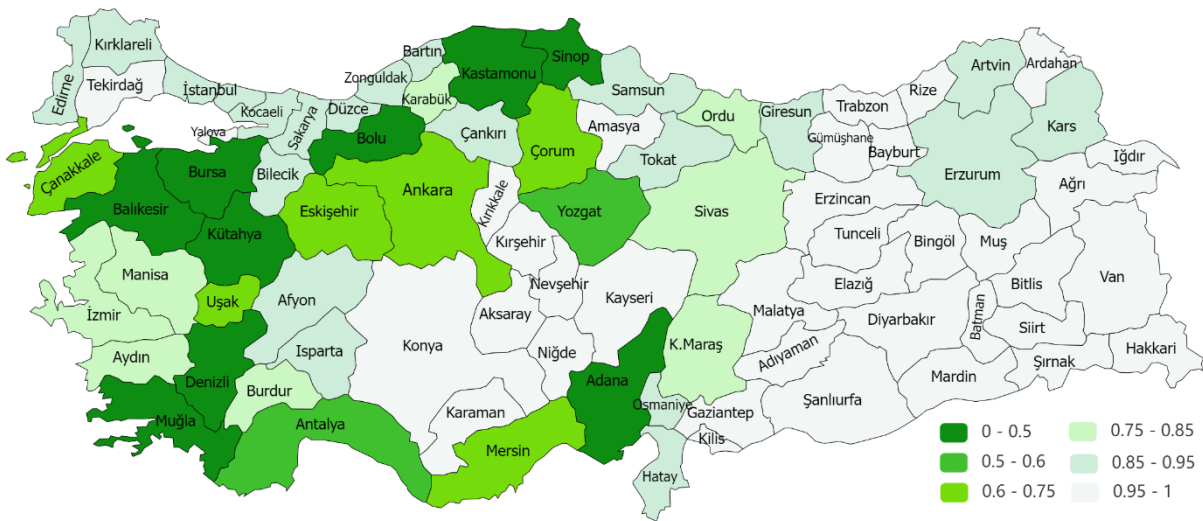
Tablo 8

İdeal, negatif ideal ve Nihai sıralama sonuçları

	P	R	Q	Nihai Sıra
A1	0,8723	0,2891	0,8900	30
A2	0,9801	0,2891	0,9828	53
A3	0,9414	0,2890	0,9494	45
A4	0,8449	0,2891	0,8664	27
A5	0,6195	0,2324	0,4358	8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A80	0,9970	0,2891	0,9974	59
A81	0,9967	0,2891	0,9972	58

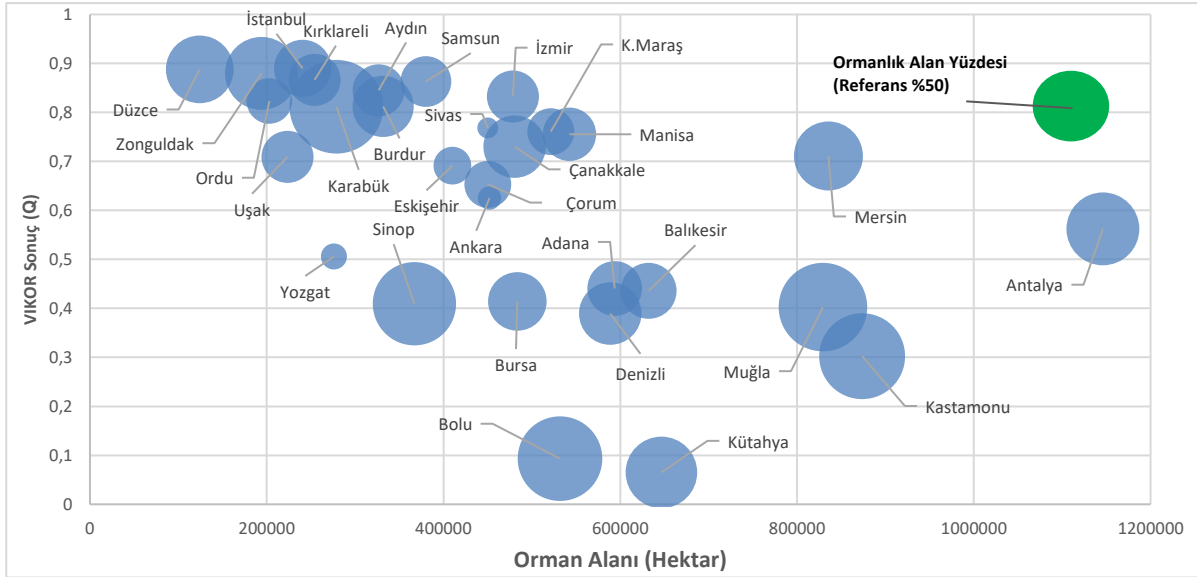
VIKOR yönteminin son adımında ise elde edilen sonuçların geçerliliği (Opricovic ve Tzeng, 2007) test edilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde  $Q$  sonuçlarında ilk iki sıradaki alternatifin değerlerinin farkı  $D(Q)$  değerinden büyükse I. koşul sağlanır. Burada  $D(Q) = 1/(k - 1)$  ile hesaplanır. Sonuçlara göre  $0,0932 - 0,0651 \geq 1/(81 - 1)$  olduğuna göre I. koşul sağlanmıştır. Ayrıca,  $P$  değerlerinde ilk sıradaki alternatifle  $Q$  değerlerindeki ilk sıradaki alternatif aynıdır. Böylece II. koşul da sağlanmıştır. Sonuç olarak I. ve II. koşul sağlandığına göre çözüm sonuçları geçerlidir.  $Q$  değerlerinden en küçük değere sahip en iyi alternatiftir.

VIKOR yöntemi çözümünde  $Q$  değerlerine göre illerin endüstriyel odun üretim performansları Türkiye haritası üzerinde Şekil 5’de verilmiştir. Harita üzerinde koyu yeşil iller yüksek performansa sahip daha açık değerler ise daha düşük performansa sahiptir. İllerin endüstriyel odun üretimi analizi sonucunda,  $Q$  değerleri içinde 0’a en yakın değere sahip ilk 10 ilin sırasıyla Kütahya, Bolu, Kastamonu, Denizli, Muğla, Sinop, Bursa, Balıkesir, Adana ve Yozgat olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar TOPSIS yöntemine benzerdir.



Şekil 5. VIKOR yöntemi sonuçları

Şekil 6'da VIKOR sonuçlarına göre endüstriyel odun üretiminde ilk 30 ilin ormanlık alanı ve illerin yüzölçümüne göre orman alanı yüzdeleri karşılaştırmalı olarak TOPSIS yönteminde olduğu gibi verilmiştir. Bilindiği gibi VIKOR yönteminde  $Q$  değerlerinde 0'a yakın alternatifler en iyi seçeneklerdir. Sonuçlar incelendiğinde yüzölçümünün yaklaşık %50'si orman olan Kütahya, Bolu, Kastamonu, Denizli, Muğla, Sinop, Bursa, Balıkesir ve Adana gibi iller ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye'de 1 milyon hektardan fazla ormanlık alana sahip tek il olan Antalya 11. sırada yer almıştır. Bunun yanında Türkiye'de yüzölçümü bakımından en fazla ormana sahip Karabük ise 21.sırada yer almıştır. İlk sıralarda yer alan illerde büyük çaplı orman ürünleri endüstri işletmelerinin olmasının bir tesadüf olmadığı sonuçlardan görülmektedir.



Şekil 6. VIKOR yöntemi sonucuna göre ormanlık alanı ve yüzdesel değişimi

#### 4.3. Sonuçların karşılaştırması

Yapılan analizler sonucunda iki farklı yöntemden elde edilen sonuçlar Tablo 9'da bir bütün olarak gösterilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinde endüstriyel odun üretiminde ilk sırayı Kütahya ili; ikinci sırayı TOPSIS yönteminde Yozgat, VIKOR yönteminde Bolu; üçüncü sırayı ise her iki yöntemde de Kastamonu almıştır. İki yöntemin sonuçlarında özellikle ilk 30 ilin sıralamasında oldukça farklılaşma olduğu göze çarpmaktadır. Bununla birlikte son 51 ilin sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Son sıralarda yer alan iller ise, orman varlığı çok düşük olan Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yer alan illerdir.

Tablo 9  
Sonuçların Karşılaştırması

İller	TOPSIS	VIKOR	İller	TOPSIS	VIKOR	İller	TOPSIS	VIKOR
Kütahya	1	1	Aydın	28	25	Siirt	55	58
Yozgat	2	10	Bartın	29	36	Şırnak	56	59
Kastamonu	3	3	Sivas	30	20	Kayseri	57	56
Bolu	4	2	Artvin	31	40	Rize	58	55
Antalya	5	11	Sakarya	32	34	Gaziantep	59	57
Adana	6	9	Ordu	33	23	Malatya	60	60
Muğla	7	5	Osmaniye	34	33	Bingöl	61	63
Denizli	8	4	Kocaeli	35	37	Elazığ	62	62
Bursa	9	7	Giresun	36	39	Bayburt	63	64
Balıkesir	10	8	Tokat	37	41	Kırkkale	64	66
Sinop	11	6	Isparta	38	38	Bitlis	65	67
Mersin	12	16	Hatay	39	42	Kilis	66	61
Ankara	13	12	Kars	40	32	Diyarbakır	67	69
Karabük	14	21	Bilecik	41	31	Batman	68	70
Çorum	15	13	Çankırı	42	44	Adıyaman	69	68
Çanakkale	16	17	Edirne	43	45	Kırşehir	70	71
Manisa	17	18	Erzurum	44	35	Niğde	71	65
Uşak	18	15	Konya	45	46	Aksaray	72	72
İzmir	19	24	Trabzon	46	47	Tunceli	73	73
Düzce	20	29	Afyonkarahisar	47	43	Nevşehir	74	74
Eskişehir	21	14	Amasya	48	48	Muş	75	75
Kırklareli	22	27	Ardahan	49	51	Mardin	76	77
Zonguldak	23	28	Yalova	50	50	Şanlıurfa	77	76
Kahramanmaraş	24	19	Gümüşhane	51	49	Hakkari	78	78
İstanbul	25	30	Karaman	52	52	Van	79	79
Samsun	26	26	Tekirdağ	53	53	Ağrı	80	80
Burdur	27	22	Erzincan	54	54	Iğdır	80	80

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye'deki illerin ormanlarından elde edilen endüstriyel odun üretimi ÇÖKV teknikleri ile analiz edilmiştir. Sıralama problemlerinde sıklıkla kullanılan TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile problem çözülmüştür. Sonuçlarda ilk 30 ilin sonuçları iki yöntemde oldukça farklı çıkmıştır. Diğer sıralamalar ise birbirine benzerdir. Karar verici bu iki yöntemin sonuçlarının birini kullanabilir.

TOPSIS yönteminde ilk beş il sırasıyla; Kütahya, Yozgat, Kastamonu, Bolu ve Antalya'dır. Orman varlığı 270 bin hektar ile diğerlerinden oldukça düşük olan Yozgat'ın ilk 5 içerisinde yer alması dikkat çekicidir. Bu durum, ağırlığı en yüksek kriter olan tel direği üretiminin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. VIKOR yönteminde ise ilk beş il sırasıyla; Kütahya, Bolu, Kastamonu, Denizli, Muğla'dır. Bu yöntemin sonuçlarına göre, ülkemizde 1 milyon hektardan fazla ormanlık alana sahip tek il olan Antalya'nın ilk beş içerisinde yer almaması da ilginçtir. Her iki yöntemde sonuçlarında; son sıralarda yer alan iller birbirine çok benzer olup Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu'daki orman varlığının çok düşük olduğu; Şanlıurfa, Hakkari, Van, Ağrı ve Iğdır gibi illerdir.

Sonuçlar incelendiğinde, doğal olarak illerin orman varlığına paralel endüstriyel odun üretiminin de değiştiği görülmektedir. Ancak, bazı illerdeki bozuk orman yapısı veya diğer nedenlerle örneğin, orman varlığı yüksek olduğu halde daha çok birinci imalat endüstri sınıfına dahil kereste ve masif kullanım amaçlı tomruk üretiminin endüstriyel odun üretiminden daha fazla olması orman varlığının yüksek olduğu illeri endüstriyel odun üretimi bakımından geri düşürebilmektedir. Zaten bu farklılığı dikkate alan bir yaklaşımla illerdeki orman ürünleri endüstrisinin geliştiği de bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, başta OGM teşkilatı ve ilgili tüm kamu yöneticileri planlamalarında orman ürünleri sanayisinin ihtiyaç duyduğu miktar ve kalitede endüstriyel odun üretimini yapabilecek çalışmalara özen göstermesi ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlayacaktır. Ormanlıkta üretim ve idare süresinin çok uzun olması dünyada ve Avrupa'da ahşap levha üretiminde ilk sıralarda yer alan

sektörün dışı bağımlı ve yıllara bağlı daha da artacağı öngörülen endüstriyel odun ihtiyacının karşılanması için gereken tedbirler alınmalıdır.

### Yazar Katkıları

Bu makalenin yazılmasında ve analizlerin yapılmasında tüm yazarlar eşit katkı yapmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akyüz, B. E., ve Çetin, E. İ. (2022). İnsani Gelişme Endeksi ve VIKOR Yöntemine Göre Türkiye'deki İllerin Sıralaması. *Verimlilik Dergisi*, (1), 60-77.
- Ananda, J., and Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological economics*, 68(10), 2535-2548.
- Elfvingren, K., Korpela, J., Tuominen, M., and Sierila, P. (2007). AHP-based expert analysis of forest industry strategies. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2(4), 375-392.
- FAO (2020), Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization), <https://www.fao.org/home/en/>
- Güler, E., Selen, A. V. C. I., ve Aladağ, Z. (2021). Türkiye'de İllerin Deprem Hasar Görebilirlik Sıralamasında Promethee, VIKOR, TOPSIS Yöntemlerinin Başarılarının Değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 32(3), 414-437.
- Kaya, T., and Kahraman, C. (2011). Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7326-7333.
- Latterini, F., Stefanoni, W., Venanzi, R., Tocci, D., and Picchio, R. (2022). GIS-AHP Approach in Forest Logging Planning to Apply Sustainable Forest Operations. *Forests*, 13(3), 484.
- Mardani, A., Zavadskas, E. K., Govindan, K., Amat Senin, A., and Jusoh, A. (2016). VIKOR technique: A systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications. *Sustainability*, 8(1), 37.
- Nilsson, H., Nordström, E. M., and Öhman, K. (2016). Decision support for participatory forest planning using AHP and TOPSIS. *Forests*, 7(5), 100.
- OGM (2020), Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM), OGM Bilgi Merkezi 2020, <https://www.ogm.gov.tr/> (Erişim: 22.06.2020)
- OGM (2022), Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ormanlık İstatistikleri, 2020, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Erişim: 01.05.2022)
- Opricovic, S., and Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Opricovic, S., and Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514-529.
- Sarı, F. (2021). Forest fire susceptibility mapping via multi-criteria decision analysis techniques for Mugla, Turkey: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Forest Ecology and Management*, 480, 118644.
- Shohda, A. M., Ali, M. A., Ren, G., Kim, J. G., Abdo, A. M., Abdellah, W. R., and Hassan, A. M. (2022). Sustainable Assignment of Egyptian Ornamental Stones for Interior and Exterior Building Finishes Using the AHP-TOPSIS Technique. *Sustainability*, 14(4), 2453.
- Urmak, E. D., Çatal, Y., ve Karaath, M. (2017). İllerin Ormanlık Faaliyetlerinin AHP Temelli Maut Ve Saw Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 301-325.
- Yeşilkaya, M. (2018). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kağıt Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(4), 31-44.
- Yoon, K. P., and Hwang, C. L. (1995). Multiple attribute decision making: an introduction. Sage publications.



# TR 81 Düzey 2 Bölgesi Orman Ürünleri Sanayinin Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli ve Endüstriyel Aktörlerin Altyapı Kapasite Uygunluğu

Özlem Yıldız<sup>1,\*</sup>, Bülent Kaygın<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bartın, Türkiye

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

## Makale Tarihi

Received: 10.08.2022

Accepted: 13.09.2022

Published: 15.12.2022

## Research Article



**Öz-** Industrial symbiosis is an intermediary structure in which companies cooperate in industrial cooperation, where the waste of one is the raw material for the other. The worldwide economic crisis, inflation, climate change and scarce resources require industries to switch to cyclical business models immediately. In this way, many applications such as waste material exchange, by-product evaluation, regulation of environmental emissions, creation of new business and sectoral opportunities, infrastructure sharing, joint service provision and reduction of natural resource consumption are realized.

The focus of this study is to raise awareness for improving the infrastructure capacity of possible applications by revealing the industrial symbiosis potentials of forest products businesses in the TR 81 Level 2 region within the scope of Bartın, Karabük and Zonguldak provinces. The research was conducted to identify the industrial symbiosis potential of industries and focuses on the gains of local/regional infrastructure capacity of potential application possibility of urban and/or industrial symbiosis. To reveal these gains and to measure industrial symbiosis potential, 272 surveys were applied to the relevant stakeholders. For this measurement, i. potential of symbiotic relationship and awareness level of industrial actors ii. current situation analysis, iii. Questions were asked about infrastructure capacity suitability studies. As a result of all these studies, it has been revealed that there is a great industrial symbiosis potential in the region.

**Anahtar Kelimeler –** Endüstriyel Simbiyoz, Kentsel Simbiyoz, TR 81 Düzey 2 Bölgesi, Filyos Vadisi Projesi

## Industrial Symbiosis Potential of the TR 81 Level 2 Region Forest Products Industry and Infrastructure Capacity Availability of Industrial Actors

<sup>1</sup>Bartın University, Graduate School of Education, Bartın, Türkiye

<sup>2</sup>Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

## Article History

Gönderim: 10.08.2022

Kabul: 13.09.2022


Yayın: 15.12.2022


## Araştırma Makalesi

**Abstract –** Endüstriyel simbiyoz, şirketlerin bir arada endüstriyel işbirliği içinde olduğu, birinin atığının diğeri için hammadde olduğu bir aracılık yapısıdır. Dünya çapında yaşanan ekonomik kriz, enflasyon, iklim değişikliği ve kıt kaynaklar, endüstrilerin, ivedilikle döngüsel iş modellerine geçmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu sayede atık malzeme değişimi, yan ürün değerlendirme, çevresel emisyonların düzenlenmesi, yeni iş ve sektörel fırsatların oluşturulması, alt yapı paylaşımı, ortak hizmet sunumu ve doğal kaynak tüketiminin azaltımı gibi birçok uygulama uluslararası regülasyonlara uyum sağlamak için hayata geçilmektedir.

Bu çalışmanın odak noktası Bartın, Karabük ve Zonguldak illeri kapsamında, TR 81 Düzey 2 bölgesindeki orman ürünleri işletmelerinin endüstriyel simbiyoz potansiyelini ortaya koyarak, muhtemel uygulamalara ilişkin alt yapı kapasitesinin iyileştirilmesi için farkındalık sağlamaktır. Araştırma endüstrilerin, endüstriyel simbiyoz potansiyelini belirlemek üzere yapılmış olup yerel/bölgesel altyapı kapasitesinin kentsel ve/veya endüstriyel simbiyoz potansiyel uygulama olasılığının kazanımlarına odaklanmaktadır. Bu kazanımları ortaya koymak ve endüstriyel simbiyoz potansiyel ölçümü için ilgili paydaşlara 272 adet anket çalışması uygulanmıştır. Bu ölçüm için, i. endüstriyel aktörlerin simbiyotik ilişki potansiyeli ve farkındalık düzeyi ii. mevcut durum analizi, iii. alt yapı kapasite uygunluğu çalışmaları hakkında sorular yöneltilmiştir. Tüm bu çalışmaların sonucu olarak bölgede büyük bir endüstriyel simbiyoz potansiyelinin var olduğu ortaya konulmuştur.

**Keyword –** Industrial Symbiosis, Urban Symbiosis, TR 81 Level 2 Region, Filyos Valley

<sup>1</sup>  yldzzlem@hotmail.com

<sup>2</sup>  bkaygin@bartin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Endüstriyel simbiyoz, bölgesel coğrafi avantajları kullanarak malzeme, su, enerji ve/veya yan ürünlerin fiziksel değişimini içeren endüstriler arasındaki işbirliğini teşvik etmeyi amaçlayan endüstriyel ekolojinin önemli bir parçasıdır (Chertow, 2000). Kıt kaynakların korunması, karbon ayak izinin azaltılması, atıkların azaltılması ve ek olarak stratejik avantajlar elde edilmesi gibi ekolojik gereklilikler dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için geliştirilmiştir. Uygulamalar, Avrupa parlamentosunun sürdürülebilir geleceğe dönüşüm için 2021 yılında yayınladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı (The European Green Deal), adı verilen iklim yasasını destekler niteliktedir. Ayrıca AB'nin dögüsel ekonomi yönetiminde önemli bir yer edinmiştir (Wadström vd., 2021). Başta Çin olmak üzere, endüstriyel simbiyozun gelişimini teşvik etmek için dögüsel ekonomi ve eko-endüstriyel parklar hakkında birçok standart politika formüle etmiştir (Uusikartano vd., 2021). Diğer yandan Brezilya (Sellitto vd., 2021), Güney Kore (Kim vd., 2018), Mısır (Sakr vd., 2011), Fas (Cerceanu vd., 2014), Kolombiya (Sanyé-Mengual vd., 2018), Meksika (Morales vd., 2019), Arjantin (Boom ve Peñabaena, 2022), Türkiye (Balbay vd., 2021; Avşar ve Demirel 2008) gibi ülkeler de çevresel dejenerasyonu azaltmak ve sürdürülebilirliği artırmak için endüstriyel simbiyoz uygulamalarını savunmuşlardır.

Dünya çapında ekonomik, çevresel ve sosyal fayda sağlayacak şekilde tasarlanmış çok çeşitli endüstri alanlarında çalışılmış endüstriyel simbiyoz uygulamaları mevcuttur. Türkiye, İskenderun Körfezi'nde endüstriyel simbiyoz pilot uygulamaları (Alkaya vd., 2014), Finlandiya'da daha sürdürülebilir enerji kullanımını destekleyen (Sokka vd., 2011) orman ürünleri endüstrisine (kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisi) yönelik oluşturulmuş endüstriyel simbiyoz vakası, Japonya Kawasaki'de atık bertarafının azaltılması amacıyla tasarlanmış kentsel temelli endüstriyel simbiyoz programı (Berkel vd., 2009), Kuzey Amerika'da Puerto Rico sürdürülebilirlik adası endüstriyel simbiyoz örneği (Ashton, 2008), Batı Avustralya'daki Kwinana Sanayi Bölgesi, endüstriyel simbiyozun dünya lideri örneği olarak ortaya çıkmıştı (Harris, 2007). Avustralya'nın iki büyük ağır sanayi bölgesi olan Kwinana (Batı Avustralya) ve Gladstone'daki (Queensland) mineral işleme sistemleri üzerine kurulu endüstriyel simbiyoz modelleri (Sheehy ve Dickie, 2002), Güney Brezilya'daki Lages bölgesindeki orman endüstrisi işletmelerinin atık malzemelerinin kullanılması ve aralarındaki işbirliğin güçlendirilmesi, farklı sektörlerdeki işletmelerin dahil olmasıyla oluşan endüstriyel simbiyoz uygulamaları (Wahrlich ve Simioni 2019), Güney Kore'nin 2003 yılında Ulusal Eko-Endüstriyel Park (EIP) programını desteğiyle gerçekleştirdiği endüstriyel simbiyoz çalışmaları (Kim, 2017), İsveç'in LISP-Landskrona Industrial Symbiosis Programme ile hayata geçirdiği uygulamalar (Mirata ve Emtairah, 2004), Çin'in Ulusal Pilot Eko Endüstriyel Programı ve Ulusal Pilot Dögüsel Ekonomi Bölgesi Programı desteği ile şeker rafinasyonu ve yan ürünlerinin alkol üretiminde kullanılması ile hayata geçirdiği endüstriyel simbiyoz uygulamaları (Zhang vd., 2010) Fas (Freitas vd., 2017) endüstriyel simbiyoz modelleme örnekleri çalışılmıştır.

Endüstriyel simbiyozun, dünyadaki ilk kazanım örneği; 1989 yılında sistemin kendiliğinden oluşması ile Kalundborg'da gerçekleşmiştir. Majör birçok endüstrinin yan yana kurulması, ilerleyen yıllar içerisinde simbiyotik ilişkilendirmelere olanak tanıyan bir ekosistem oluşturmuştur. Başlarda su kıtlığı nedeniyle bölgede kendi kendini yönetebilen ekosistem organizasyonu oluşturulsa da sektörel çeşitlilik (enerji, petro-kimya, biyoteknoloji, ilaç sanayi, çimento, alçı sektörleri ile tarımsal üretim yapan birçok firma) zenginliği yan ürün transferi içinde büyük bir fırsat oluşturmuştur. Kalundborg, hükümet planlamasının aksine özel girişimler aracılığıyla kendiliğinden ortaya çıkarak eko-endüstriyel parkların özel planlaması için örnek bir model haline gelmiştir (Desrochers vd., 2001). Bu açıdan Kalundborg Eko-Endüstri Parkı, endüstriyel simbiyozun ilk tam anlamıyla gerçekleşmesidir (Chertow, 2007). Kalundborg'daki yenilikçi atık yönetimi kavramı, kavramsal basitliği, girdi ve çıktı dögüsünü rasyonelize etme

açısından sunduğu muazzam potansiyel nedeniyle yeni bir atık yönetimi devrimi ortaya koymuştur (Gulipac, 2016). Hatta öyle ki, 1990 ve 2002 yılları arasında, Danimarka Kalundborg'daki enerji santrali ile rafineri arasındaki ES'dan, yaklaşık 30 milyon m<sup>3</sup> yeraltı suyu ve 7,6 milyon m<sup>3</sup> yüzey suyunun kullanımını azaltmıştır (Jacobsen, 2006).

Endüstriyel Simbiyoz uygulamasının temelleri İngiltere'de 2000 yılında atılmış olsa da bu uygulamaların ulusal bir program düzeyinde gerçekleştirilmesine ülkemizde 2005 yılında başlanmıştır (Mirata, 2004). Türkiye'de ilk olarak 2010 yılında İskenderun Körfezi Projesi (Alkaya vd., 2014) ile başlayan endüstriyel simbiyoz uygulamaları, Bursa Eskişehir Bilecik Endüstriyel simbiyoz programı (Yıldız, 2019), Antalya Organize Sanayi Bölgesinin düzenlemiş olduğu ve eko verimlilik projeleri sonucu gelişen endüstriyel simbiyoz çalışmaları, Trakya Kalkınma Ajansının; 2016 yılında bölgenin endüstriyel simbiyoz potansiyeli araştırmaları ışığında gerçekleştirilerek (Uslu, 2019) Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Son yıllarda Türkiye'de bölgesel düzeyde yapılan endüstriyel simbiyoz çalışmaları oldukça trend bir hal almıştır. TR 81 Düzey 2 Bölgesinin; orman ürünleri sanayiinin kentsel simbiyoz potansiyelini değerlendirmeye yönelik yapılan bir çalışmada kentsel aktörlerde simbiyotik ilişkilendirme sürecine dahil edilmiştir (Yıldız ve Kaygın, 2022). Tüm bunlara ek olarak TR 81 Düzey 2 Bölgesinde simbiyoz potansiyeli belirlenerek, sektörel kapsamı genişletilerek sürdürülebilir bir ağ tasarımı çalışması yapılmıştır (Yıldız, 2022). Sanayide temiz üretim ve döngüsel ekonomiye geçişte endüstriyel simbiyoz yaklaşımına yönelik bir değerlendirme çalışmasında endüstriyel simbiyoz kavramı tanıtılarak, kullanılan araçlar ve yöntemlere yönelik değerlendirilmeler yapılmıştır. (Özkan vd., 2018). Döngüsel ekonomiye geçişte endüstriyel simbiyozun maliyetler üzerine etkisini değerlendiren çalışmalarda yapılmıştır (Demircioğlu ve Ever 2020).

Bu çalışmanın ana amacı, mevcut durumda orman ürünleri sanayiinin endüstriyel simbiyoz potansiyelini belirlemek ve bu potansiyele ilişkin sorunları-kısıtları ortaya koyarak uygulamaların yaygınlaştırılmasına yönelik tedbir ve faaliyetleri belirlemek, işletme kamu kurum ve kuruluşların endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yönelik farkındalık düzeylerini arttırmaktır. Bu amaçlara ek olarak; TR 81 Düzey 2 bölgesi'ndeki orman ürünleri sanayiinde atık israfını en aza indirmek için endüstriyel simbiyoz potansiyelini araştırmaktadır. Çalışma alanı kapsamında bölgedeki orman ürünleri işletmeleri ile yapılandırılmış görüşme yöntemiyle birincil veriler (anket) elde edilmiştir. Uygulama yapılan paydaşların endüstriyel simbiyozu orman ürünleri işletmelerinin atığını geri kazanmanın bir yolu olarak benimsemeye istekli olduğunu ve aynı zamanda ekonomik, çevresel fayda sağlamak içinde bir fırsat olduğunu göstermektedir.

Endüstriyel simbiyozla yönelik ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar söz konusu olduğunda kurulması muhtemel işbirliklerinin alt yapı kapasite uygunluğuna sahip olması gerekmektedir. Bu çalışma, endüstriyel simbiyoz potansiyelinin ölçümünün değerlendirilmesine yönelik analitik bir yöntem sunar. Yöntem, TR 81 Düzey 2 bölgesindeki kentsel aktörler de dahil olmak üzere daha geniş ama aynı zamanda belirli bir dizi etki sonucu ölçmek, beklentileri karşılamak üzere muhtemel simbiyotik ilişkilendirmeleri oluşturmak, aktörleri sürece dahil etmek için bir temel sağlar. Bu temeli belirlemek ve endüstriyel simbiyoz örnekçelemesini sağlamaya çalışmak için çok çaba sarf edilmiştir. Çok çeşitli kapsamlı incelemeler, taksonomiler, karşılaştırmalı analizler ve bibliyometrik analizler gibi birçok teorik ve kavramsal çerçeve çalışılmıştır. Sıkça çalışılan alanlar ekonomi ve çevresel faydasına yöneliktir.

Bu çalışmanın yapılan diğer çalışmalardan farklılığı; endüstriyel simbiyoz uygulamalarına ilişkin performans ve sonuçlarını ölçmeye-analiz etmeye odaklanmak, bölgede endüstriyel simbiyoz potansiyelinin varlığını ortaya koyarak, kurulması muhtemel ilişkilerin alt yapı kapasite uygunluğuna yönelik kentsel paydaşlarla görüşerek mevcut durum analizi yapmaktır. Çalışma, endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yö-

nelik sürdürülebilirliğe odaklanarak sinerjileri değerlendirmek ve değerlendirmek için göstergelere ilişkin verileri iletmektedir. Daha sürdürülebilir bir endüstriyel simbiyozun bölgede nasıl tasarlanacağına anlaşılmasında merkezi öneme sahip katkı sunar ve temel değerlendirme göstergeleri ile değerlendirme sağlar. Potansiyele ilişkin çalışmalar ölçümlenirken ilk aşama olarak bölgede faaliyet gösteren orman ürünleri işletme sayıları il bazında belirlenmiştir.

Orman ürünleri işletme sayıları, Bartın ve Karabük illerinde Ticaret ve Sanayi Odalarına kayıtlı orman ürünleri sanayi'nin istihdam listeleri baz alınarak ilin/bölgenin sektörel yapısını temsil etme durumu incelenmiştir. Araştırmaya yalnızca orta ve büyük ölçekli işletmeler dahil edilmiştir. Zonguldak ilinde ise, Zonguldak Valiliğinden alınan il-merkeze göre sektörler ve çalışan işçi sayıları listesinden orman ürünleri işletmeleri filtrelenerek, uygulama yapılacak olan işletmeler belirlenmiştir. Anket çalışması; Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan E-90057920-000-2100129392 sayılı araştırma izni dahilinde uygulanmıştır. Anket formu, "Bölgesel Kalkınmada Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları: Bursa Eskişehir Bilecik Bölgesi Örneği (Yıldız, 2019)" isimli yüksek lisans çalışmasından ve Trakya Kalkınma Ajansı ile Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı arasında "TR 21 Trakya Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Programı İş birliği Protokolü" kapsamında hazırlanan TR21 Trakya Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Raporundan faydalanarak geliştirilmiştir. Anketin hedef kitlesi; Bartın, Karabük ve Zonguldak illerinde bulunan orman ürünleri sanayi işletmelerinden oluşmaktadır. "TR 81 Düzey 2 Bölgesi İçin Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli Ölçüm Anketi" ile bölgede bulunan orta ve büyük orman ürünleri işletmelerinin endüstriyel simbiyoz çalışmalarına yönelik paydaş ve görüş önerileri alınarak potansiyelin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bölgede büyük bir endüstriyel simbiyoz potansiyelinin var olduğu ancak bölge için endüstriyel simbiyoz araştırmasının kapsamını genişleterek daha fazla ilişkilendirme için tarafları biraraya getirmek endüstriyel simbiyoz uygulamasının bölgede hayata geçirilmesi için çok daha realist bir sonuç olacaktır.

Anket uygulama sonucu, katılımcıların % 92,6'sının endüstriyel simbiyoz kavramı ile ilgili bilgi sahibi olmadığı, % 7,4'ünün ise biraz bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir. Dünyada yapılan uygulamalardan %85,2 "bilgisi yok", %14,8 oranında ise "ileri seviyede" olduğuna yönelik veriler elde edilmiştir. Bölgedeki endüstriyel simbiyoz uygulama çalışmalarından %97,2 oranında katılımcının bilgisi yokken, %2,8 oranında katılımcı başlangıç aşamasında olduğunu ileri sürmüştür. Makale bu oranların iyileştirilmesine yönelik bölge genelinde farkındalık ve sinerji oluşturmayı hedeflemektedir. Anketler için bölgedeki ulaşılabilecek toplam örneklem büyüklüğü ve buna göre ulaşılabilecek gereken minimum örneklem büyüklükleri hesaplanmıştır.

Tablo 1

$\alpha=0,05$  için örneklem büyüklükleri (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004)

Evren Büyüküğü	$\pm 0.03$ örnekleme hatası (d)			$\pm 0.05$ örnekleme hatası (d)			$\pm 0.10$ örnekleme hatası (d)		
	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q=0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q=0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q=0.2	p=0.3 q=0.7
100	92	87	90	80	71	77	49	38	45
500	341	289	321	217	165	196	81	55	70
750	441	358	409	254	185	226	85	57	73
1000	516	406	473	278	198	244	88	58	75
2500	748	537	660	333	224	286	93	60	78
5000	880	601	760	357	234	303	94	61	79
10000	964	639	823	370	240	313	95	61	80
25000	1023	665	865	378	244	319	96	61	80
50000	1045	674	881	381	245	321	96	61	81
100000	1056	678	888	383	245	322	96	61	81
1000000	1066	682	896	384	246	323	96	61	81
100 milyon	1067	683	896	384	245	323	96	61	81

Tablo 1’den anlaşılacağı üzere, %95 güvenilirlik ve %10 hata payına göre en az 49 işletmeye uygulama yapmak yeterli olup, araştırmada 272 adet işletmeye ulaşılmıştır. Anketin ilk bölümünde orman ürünleri işletmelerine yönelik ve anketi dolduran bireylerin tanıtım bilgilerine ilişkin sorular yer almaktadır. İkinci bölümde ise endüstriyel simbiyoz kavramının bilinirliğine yönelik sorular yer alırken, üçüncü bölümde endüstriyel simbiyoz uygulamalarındaki kazanımlara ilişkin Dünyada ve Türkiye’de yapılan örneklere ilişkin farkındalık düzeyine yönelik sorular vardır. Çalışma alanı olan TR 81 Düzey 2 Bölgesinde bulunan illerdeki kentsel aktörlerin endüstriyel simbiyoz potansiyeli ve ilişkilendirmeleri ortaya konularak, dördüncü bölümde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılması ve yönetilmesine yönelik sorular yöneltilmiş olup son bölümde ise endüstriyel

## 2. Bulgular ve İrdeleme

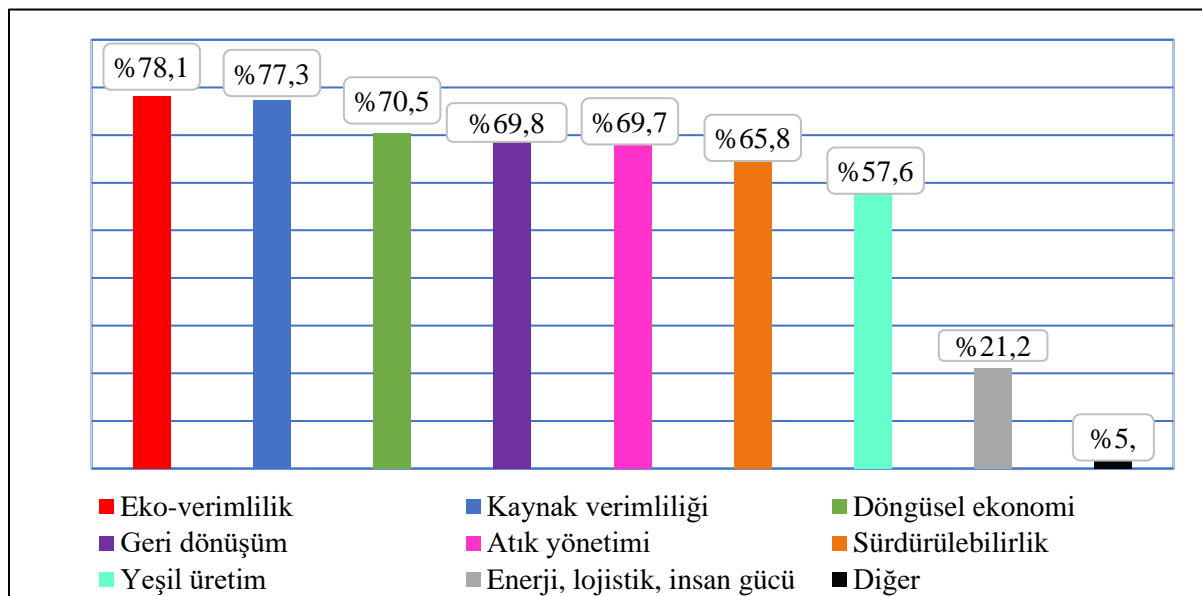
Anket formunu yanıtlayan katılımcıların % 40,8’i Karabük, % 38,2’si Zonguldak, % 21’i ise Bartın ilinde görev yapmaktadır.

### ★ Soru 1. Endüstriyel simbiyoz kavramı hakkında bilgi düzeyiniz nedir ?

Katılımcıların % 92,6’sının endüstriyel simbiyoz kavramı ile ilgili bilgi sahibi olmadığını, % 7,4’ünün ise biraz bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler ışığında, büyük bir çoğunluğun (% 92,6) kavram hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması nedeniyle ankete kavram tanımlanarak devam edilmiştir. Tanımlanan kavramdan yola çıkarak katılımcıların endüstriyel simbiyoz kavramını en iyi tanımladığını düşündükleri maddeleri seçmeleri istenmiştir.

### ★ Soru 2. Endüstriyel simbiyoz kavramının en iyi tanımladığınızı düşündüğünüz maddeleri işaretleyiniz.

Katılımcılara “simbiyoz” kavramını en iyi tanımlayan maddeler soruda sunularak, aralarından en önemli gördükleri ilk üçünü tercih etmeleri istenmiştir. Katılımcıların verdiği cevaplar neticesinde endüstriyel simbiyoz kavramını en iyi tanımlayan kavram olarak “eko-verimlilik” %78,1 oran ile öne çıkmıştır. Bunu %77,3 oran ile “kaynak verimliliği” izlemiştir. “döngüsel ekonomi” kavramı ise, %70,5 oran ile üçüncü sırada yer almıştır. Bu sıralamayı takiben %69,8 oran ile “geri dönüşüm” yine benzer bir oran (69,7) ile “atık yönetimi” %65,8 oran ile “sürdürülebilirlik” %57,6 oran ile “yeşil üretim” %21,2 oran ile “enerji, lojistik, insan gücü” %5,1 ile diğer seçeneği tercih edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Simbiyoz kavramını en iyi tanımlayan maddeler

★ **Soru 3. Endüstriyel simbiyoz, döngüsel ekonomi veya sürdürülebilirlik ile ilgili herhangi bir etkinliğe (bilgilendirme toplantısı, çalıştay vb.) katıldınız mı ?**

Ankete katılanların % 100'ünün daha önce bu alanlara yönelik herhangi bir etkinliğe katılmadığı belirlenmiştir.

★ **Soru 4. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yönetim düzeyi nasıl olmalıdır?**

Katılımcıların % 86,3'ünün büyük ölçüde bölgesel düzeyde, %10,9'u ülke düzeyinde, azınlık bir kısım ise %2,8 oranda yönetim düzeyinin il genelinde olması gerektiği fikrindedir.

★ **Soru 5. Dünya/Türkiye/ TR 81 Düzey 2 Bölgesi genelinde yapılan endüstriyel simbiyoz uygulama örnekleri hakkında bilgi sahibi misiniz ?**

Dünya'da yapılan çalışmalar ile ilgili %98'i "bilgi sahibi değilken", %1'i "biraz bilgi sahibi" ve benzer oranda %1'i ise "bilgi sahibi"dir. Dünya genelinde yapılan çalışmalar hususuna bilgi sahibi olan endüstriyel aktörlerin %1'i Danimarka'daki Kalundborg Eko-Endüstriyel Park uygulaması hakkında bilgi sahibidir. Türkiye'de yapılan uygulamalarından %95 oranındaki katılımcı "bilgi sahibi değilken", %3 oranında katılımcı "biraz bilgi sahibi", %2 oranında katılımcının ise "bilgi sahibi olduğu" ortaya konulmuştur. Türkiye'de yapılan çalışmalar hakkında bilgi sahibi olan katılımcıların %2'si İskenderun Körfezi'ndeki Bakü Tiflis Ceyhan (BTC) Boru Hattı Şirketi ile Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) arasında imzalanan anlaşma doğrultusunda, International Synergies Ltd. Şirketi ile iş birliği içinde "İskenderun Körfezi'nde Endüstriyel Simbiyoz Projesi" hakkında bilgi sahibi olduğu, özellikle Hatay ilinde Zeytinyağı üretiminden çıkan pirinanın, pirina odunu ve yağ üretimi amacı ile kullanımına yönelik bilgi sahibi iken, katılımcıların %1'i ise Bursa Ticaret ve Sanayi Odası tarafından yürütülen ve Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı tarafından fonlanan pamuk tohumu atığından biyoremediasyon ürünü üretimi hakkında bilgi sahibidir.

★ **Soru 6. TR 81 Düzey 2 bölgesinde (Bartın, Karabük ve Zonguldak) yapılan endüstriyel simbiyoz uygulamaları hakkında bilgi sahibi misiniz?**

Bölge'deki endüstriyel simbiyoz uygulamalarından %92'si "bilgi sahibi değilken", %5'i "bilgi sahibi" ve "biraz bilgi sahibi" olanların oranı ise %3 olarak belirlenmiştir.

★ **Soru 7. Bilgi sahibi olduğunuz uygulamadan bahsedebilir misiniz ?**

Bilgi sahibi olan %5'lik kısım ise, mobilya atölyelerinden çıkan ahşap ve cipsin Kastamonu Yıldız Entegre MDF imalatında kullanımı hususunda bilgi sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Buna ek olarak, bölgede bulunan birçok orman ürünleri işletmeleri, atık ve yan ürünleri bu şekilde değerlendirmektedir.

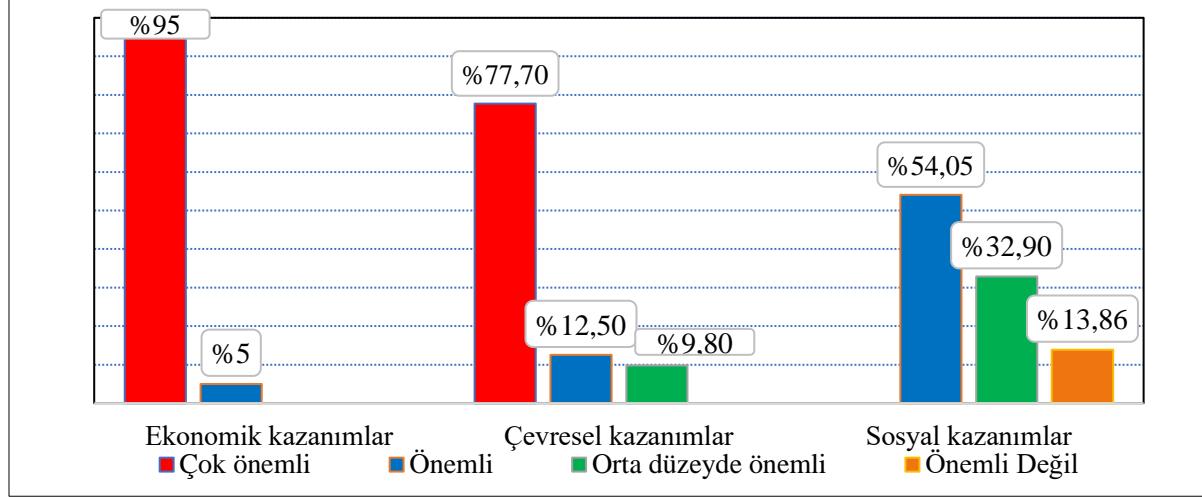
★ **Soru 8. Türkiye, TR 81 Düzey 2 Bölgesi, İlinizde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının hangi aşamada olduğunu düşünüyorsunuz ?**

Katılımcıların dünyada yapılan uygulamalardan %85,2 "bilgisi yok", %14,8 oranında ise "ileri seviyede" olarak belirlenmiştir. Bölgedeki çalışmalardan %97,2 oranında katılımcının bilgisi yokken, %2,8 oranında katılımcı başlangıç aşamasında olduğunu ileri sürmüştür. İl bazında yapılan çalışmalarda ise %92,3 oranında bilgi sahibi olmadığı, %7,7 oranında katılımcı ise henüz başlatılmadığını seçmiştir.

★ **Soru 9. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları sonucunda elde edileceğini düşündüğünüz çevresel-sosyal ve çevresel kazanımları lütfen önem derecesine göre sıralayınız.**

Yapılan çalışmaların kazanım olarak değerlendirmesi istenildiğinde; katılımcıların % 95'i uygulamalarının çıktısı olarak değerlendirilen ekonomik kazanımların "çok önemli" olduğunu, %5'inin

“önemli” olduğu belirtilmiştir. Çevresel kazanımlara ilişkin; %77,70’lik bir dilimin “çok önemli” olarak değerlendirdiği, %12,50’inin “önemli”, %9,80’inin ise “orta düzeyde önemli” olarak değerlendirdiği görülmüştür. Son olarak sosyal kazanımların değerlendirilmesine yönelik, katılımcılar %54,05’lik oranda “önemli”, %32,9 “orta düzeyde önemli”, %13,86 “önemli değil” olarak değerlendirmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Uygulamaların kazanım önem durumu

★ **Soru 10. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları sonucunda elde edileceğini düşündüğünüz ekonomik kazanımları işaretleyiniz.**

Uygulamaları sonucunda elde edileceği düşünülen ekonomik kazanımlar incelendiğinde %97,5 oranında “ek satışlar, yaratılan iş ve istihdam” katkısı en önemli tercih olmuştur. Bu öneme takiben % 85,6 ile “ürün çeşitliliğinin artması”, üçüncü önemli tercih olarak ise % 80,2 oranı ile “atık bertaraf maliyetinin azalması” seçeneği öne çıkmıştır.

★ **Soru 11. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları sonucunda elde edileceğini düşündüğünüz çevresel kazanımları işaretleyiniz.**

Uygulamalar sonucunda elde edileceği düşünülen çevresel kazanımlar incelendiğinde, % 93,9’ oranında en büyük kazanımın “kaynağında atık azaltımı ve kaynak tüketiminin azaltımı” seçeneği belirlenirken, ikinci en önemli kazanım %92 oranında “yeniden kullanım ve/veya geri dönüşüm”, %88,3 ile üçüncü sırada “enerji verimliliği” seçenekleri önceliklendirilmiştir.

★ **Soru 12. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları sonucunda elde edileceğini düşündüğünüz sosyal kazanımları işaretleyiniz.**

Uygulamaları sonucunda elde edileceği düşünülen sosyal kazanımlardan ilki %63,5 oranında "iş birliği kültüründe gelişme", ikinci olarak %57,2 oranında "sürdürülebilir iş ve yaşam modeline yönlendirme" üçüncü sırada %42,1 ile "inovasyon ve girişimciliğe katkı" yer almaktadır.

★ **Soru 13. Bölgede endüstriyel simbiyoz potansiyelinin yüksek olduğunu düşünüyor musunuz ?**

Bölgedeki endüstriyel aktörlerin %95,4’ü endüstriyel simbiyoz potansiyelinin yüksek olduğunu düşünmekte olup, çok az bir kısım tarafından ise (%4,6) bölgeye yönelik potansiyelin var olmadığını düşünmektedir. Uygulama potansiyelinin yüksek olduğunu düşünen endüstriyel aktörlerden, %90,8’inin bölge genelinde eşleştirmiş olduğu ilişkilendirmeler bulunmasına rağmen %10,2’sinin ise henüz eşleştirmiş olduğu bir ilişkilendirme bulunmamaktadır.

★ **Soru 14. Bölge düzeyinde düşündüğünde eşleştirdiğiniz simbiyotik ilişkilendirmeler var mı ?**

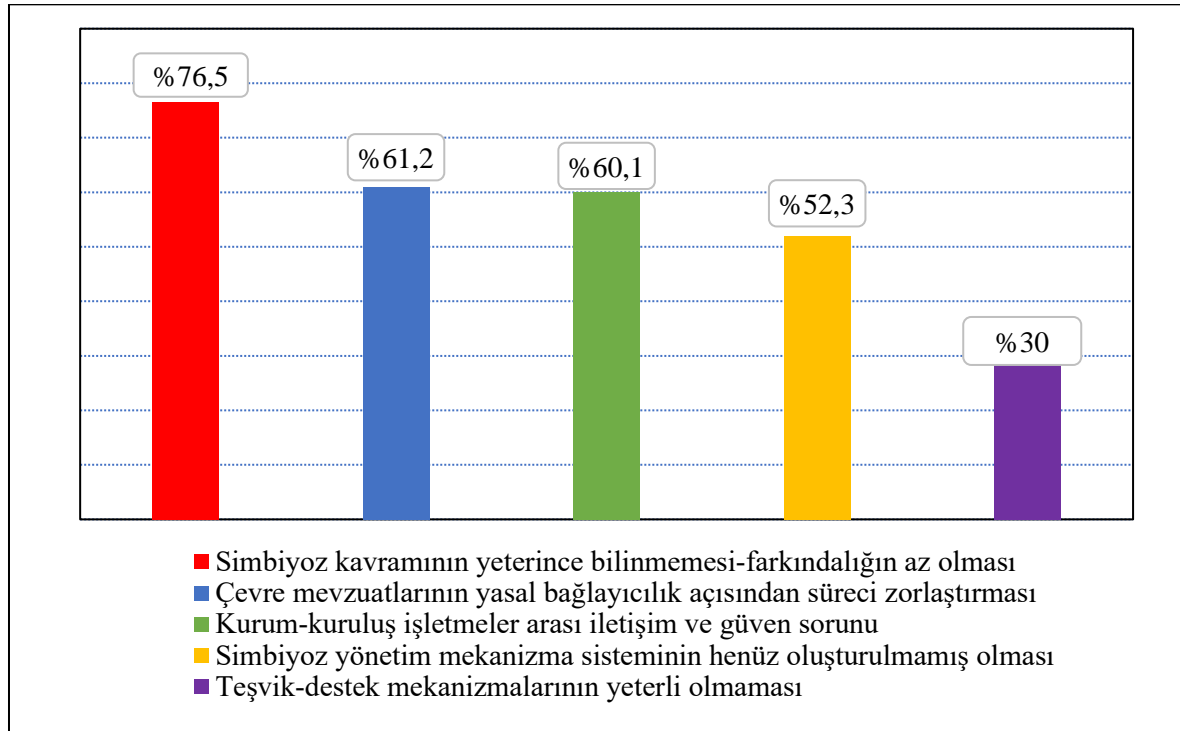
Orman ürünleri endüstrisine yönelik ilişkilendirmelerin çoğunluğu, orman ürünleri atıklarının biyoenerji ve orman ürünleri yan ürün olarak kullanımı yer almaktadır.

★ **Soru 15. Bölge ile ilgili endüstriyel simbiyoz uygulamaları yada potansiyel uygulamaların önünde sorun/kısıtlar olduğunu düşünüyor musunuz?**

Endüstriyel aktörlerin alınan görüşleri doğrultusunda bölge ile ilgili endüstriyel simbiyoz uygulamaları ya da potansiyel uygulamaların önündeki sorun ve kısıtlara yönelik değerlendirme yapmaları istenildiğinde, %64,9'ünün uygulamalarında sorun/kısıt olduğu, %35,1'i tarafından ise sorun/kısıtın olmadığı belirlenmiştir.

★ **Soru 16. Potansiyele ilişkin sorun/kısıt oluşturduğunu düşündüğünüz unsurları önem derecesine göre seçiniz.**

Bu bağlamda, sorun/kısıtların tespitine yönelik ek sorular yöneltilerek analizler detaylandırılmıştır. Olası sorunlar tespit edilerek katılımcılara sunulmuş ve önem sıralaması yapmaları istenmiştir. Yapılan sıralamada en önemli sorun %76,5 ile “endüstriyel simbiyoz kavramının yeterince bilinmemesi-farkındalığın az olması”, %61,2 oran ile önemli bir diğer sorun “çevre mevzuatlarının yasal bağlayıcılık açısından süreci zorlaştırması” üçüncü sırada ise %60,1 oranına tercih edilen “kurum-kuruluş işletmeler arası iletişim ve güven sorunu” seçeneği önceliklendirilerek sıralanmıştır. Bu sırayı takiben %52,3 oran ile “simbiyoz yönetim mekanizma sisteminin henüz oluşturulmamış olması ve son olarak %30,1 oran ile “teşvik destek mekanizmalarının yeterli olmaması” seçeneği yer almaktadır. (Şekil 3).

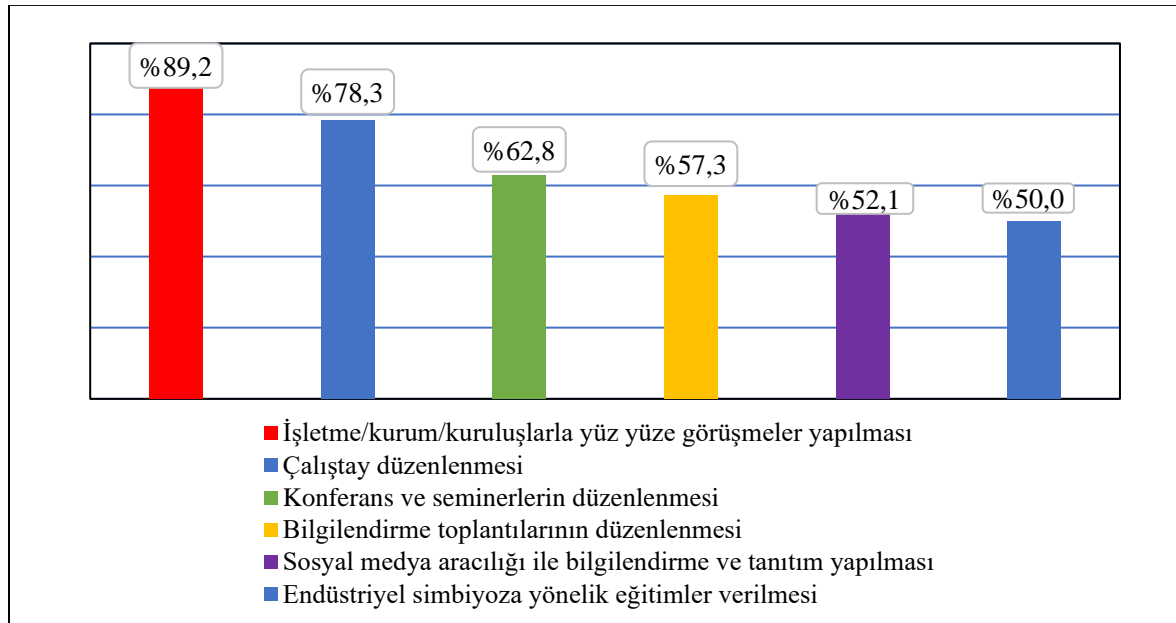


Şekil 3. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları ya da potansiyel uygulamaların önündeki sorun ve kısıtlara yönelik değerlendirme

★ **Soru 17. Endüstriyel simbiyoz kavramı hakkında işletme, kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi ve farkındalık düzeylerinin artırılmasına yönelik tedbir/faaliyetleri önem derecesine göre seçiniz.**



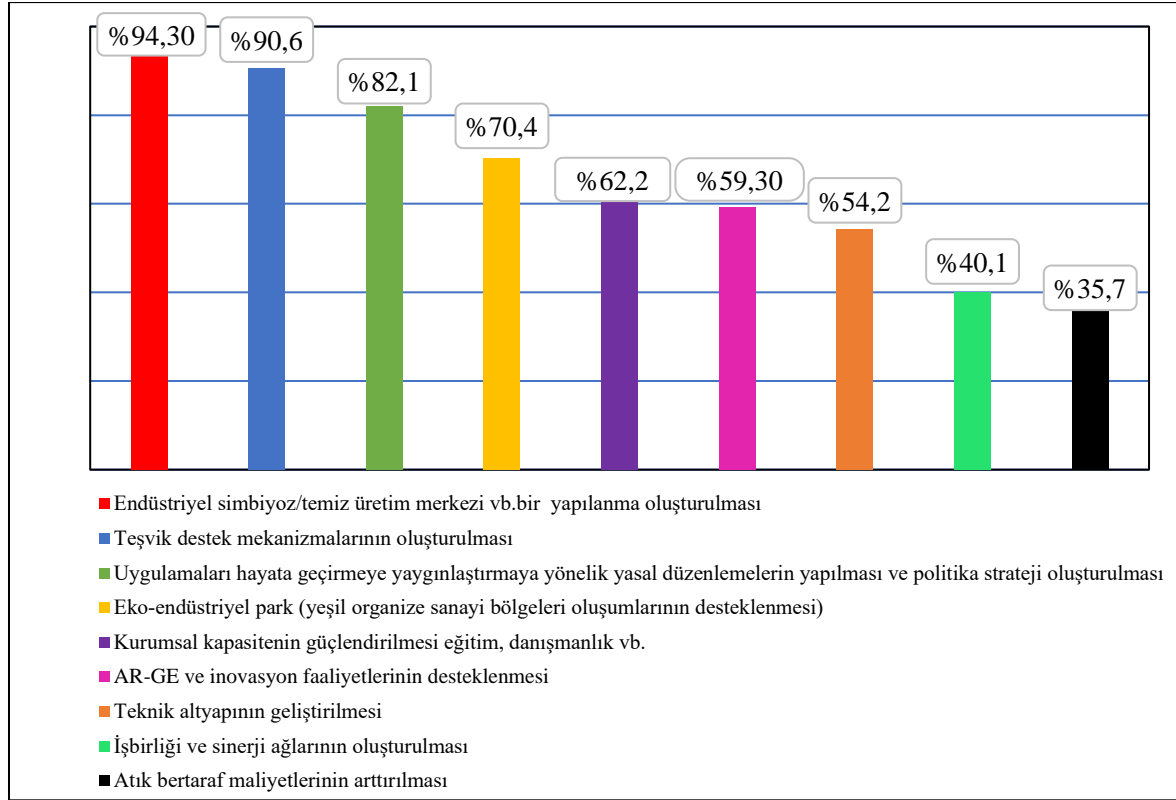
İlgili sorun/kısıtların iyileştirilmesine yönelik ve endüstriyel simbiyoz kavramı hakkında endüstri, kamu kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi, farkındalık düzeylerinin artırılmasına ilişkin yapılması planlanan tedbir ve faaliyetlerin önem dereceleri sunulmuştur. Bu faaliyetler arasından en çok tercih edilen %89,2 “işletme/kurum/kuruluşlarla yüz yüze görüşmeler yapılması (ikili iş görüşmeleri vb.)” seçeneği seçilmiştir. İkinci önemli tedbir/faaliyet ise %78,3 oranında “çalıştay düzenlenmesi (iş birliği yapacak firma, kurum, kuruluşların bir araya getirilmesi)” ve üçüncü olarak ise %62,8 oranında “konferans/seminerler düzenlenmesi” olarak belirlenmiştir. Bu sırayı takiben %57,3 oranında “bilgilendirme toplantılarının düzenlenmesi”, % 52,1 oranında sosyal medya aracılığı ile bilgilendirme ve tanıtım yapılması ve son olarak %50,0 oranında “endüstriyel simbiyozla yönelik eğitimler verilmesi” seçeneği yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Endüstriyel simbiyoz kavramı hakkında işletme, kurum, kuruluşların bilgilendirilmesi ve farkındalık düzeylerinin artırılmasına yönelik tedbir/faaliyetlerin önem dereceleri

★ **Soru 18. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılmasına yönelik tedbir/faaliyetleri önem derecesine göre seçiniz .**

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılmasına yönelik tedbir faaliyetlerin önem derecesi incelendiğinde, ilk sırada %94,3 “endüstriyel simbiyoz/temiz üretim merkezi vb. bir yapılanma oluşturulması” seçeneği yer alırken, %90,6 oran ile “teşvik destek mekanizmalarının oluşturulması” ikinci sırada, %82,1 oran ile “uygulamaları hayata geçirmeye yaygınlaştırmaya yönelik yasal düzenlemeler yapılması ve politika strateji oluşturulması” seçeneği de üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılmasına yönelik tedbir faaliyetlerin önem derecesi

★ **Soru 19. Tasarlanacak olan endüstriyel simbiyoz ağının, bölgesel düzeyde sürdürülebilirliği sağlaması açısından yönetim ve işlevi hangi kurum-kuruluşlar üstlenmelidir?**

Tasarlanacak olan endüstriyel simbiyoz ağının, bölgesel düzeyde sürdürülebilirliği sağlaması açısından yönetim ve işlevi hangi kurum-kuruluşlar üstlenmelidir sorusuna ilişkin %98,2 oranında ilk sırada “Ticaret ve Sanayi Odası”, ikinci sırada %81,8 “Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü” ve üçüncü sırada %75,8 “Yeni Bir Yapılanma Gereği Oluşturulmuş Kurum veya Kuruluş” seçeneği yer almaktadır.

★ **Soru 20. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yönetilmesi için endüstriyel simbiyoz/temiz üretim merkezi vb. Yeni bir yapılanma gerektiğini düşünüyor musunuz?**

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yönetilmesi için endüstriyel simbiyoz/temiz üretim merkezi vb. yeni bir yapılanma gerektiğini bilgisine ilişkin %87,9 evet cevabına rağmen %12,1 hayır cevabı işaretlenmiştir.

★ **Soru 21. Sürdürülebilir bir endüstriyel simbiyoz ağ tasarımı kurulması durumunda görevleri neler olmalıdır?**

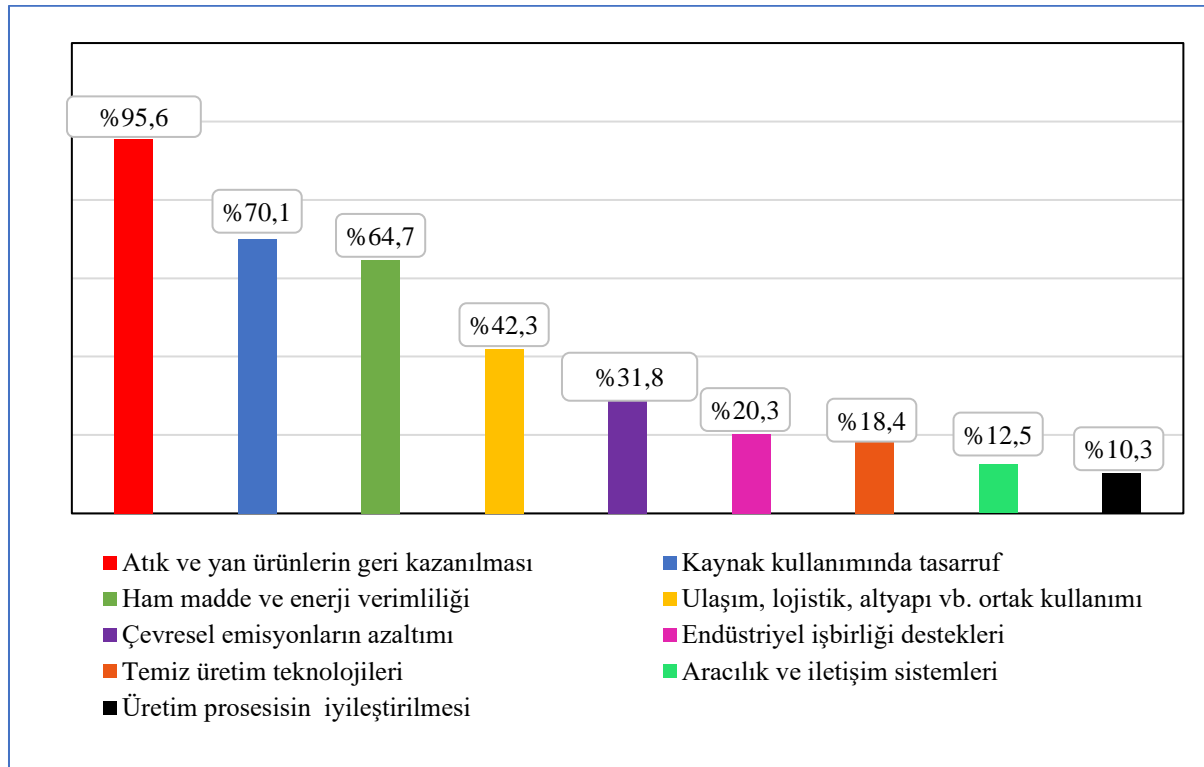
Sorunun yanıtlarına yönelik öncelik sırası incelendiğinde, %78,4 oranı ile “endüstri/kurum/kuruluşlar arasında sinerji ağı/atık veri tabanı oluşturmak ve güncellemek” ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada %72,1 oranı ile “endüstri kurum/kuruluşlar arasında endüstriyel simbiyoz potansiyelini/sinerjileri tespit etmek (atıkları eşleştirmek/arabuluculuk yapmak)”, üçüncü sırada %69,4’lük oranı ile “farkındalık/bilgilendirme faaliyetleri yürütmek” cevabı yer almaktadır.

★ **Soru 22. Sürdürülebilir kalkınma, endüstriyel simbiyoz, sıfır atık uygulaması ile ilgili hususlarda kurum/kuruluş/işletmenizin başlıca uygulamaları nelerdir?**

Endüstriyel aktörlerin mevcut durum potansiyelini tespit etmeye ilişkin, sürdürülebilir kalkınma, kaynak verimliliği ve/veya endüstriyel simbiyoz ile ilgili hususlarda kurum/kuruluş/firmanızın başlıca uygulamalarının neler olduğu sorulmuştur. Verilen yanıtlar incelendiğinde; ilk sırada, %78,9 oran ile “iş birliklerinin yapılması/geliştirilmesi” seçeneği yer alırken ikinci sırada %74,2 oran ile “işbirliklerinin yapılması/geliştirilmesi” üçüncü sırada ise %62,7 oranında “teknik altyapı kurulması/geliştirilmesi” seçeneği yer almaktadır.

★ **Soru 23. İlgili kurum ,kuruluş, işletmeniz simbiyotik ilişkilendirme için ne tür şartların yerine getirilmesi gerekir? (Beklentileriniz?)**

Endüstriyel aktörlerin, endüstriyel simbiyoz uygulama beklentileri ve simbiyotik ilişkilendirmeler için ne tür şartların yerine getirilmesini gerektiğine yönelik hususta en önemli beklenti 95,6 oran ile “atık ve yan ürünlerin geri kazanılması” ve ikinci olarak %70,1 oran ile tercih edilen “kaynak kullanımında tasarruf” seçeneği, üçüncü olarak ise %64,7 oran ile “ham madde ve enerji verimliliği” seçeneği öne çıkmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. ES beklentileri ve şartları

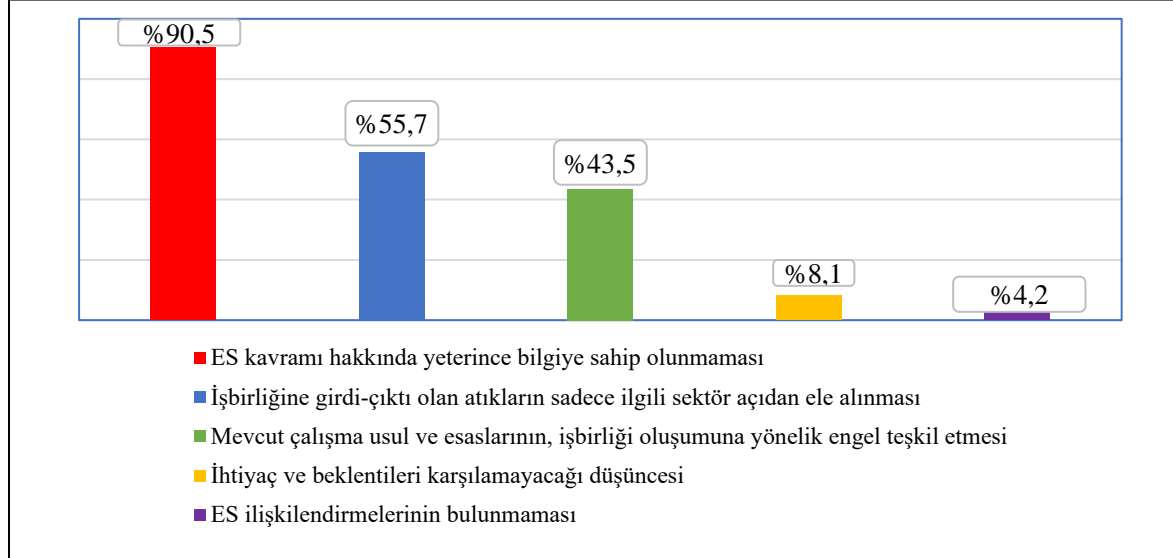
★ **Soru 24. İliniz, bölgeniz dışından karşıladığınız (hammadde analizleri, ürün analizleri vb.) endüstriyel simbiyoz ilişkilendirmesi dahilinde, yararlanabileceğiniz hizmet veya hizmetler varmı ?**

İliniz, bölgeniz dışından karşıladığınız (ham madde analizleri, ürün analizleri vb.) endüstriyel simbiyoz ilişkilendirmesi dahilinde, yararlanabileceğiniz hizmet veya hizmetlerin varlığına ilişkin %95 evet-var, %5 ise hayır-yok cevabını vermiştir.

★ **Soru 25. Sanayici, kamu kurum kuruluş çalışanı gözüyle değerlendirdiğinizde, simbiyotik ilişkilendirme içerisinde olmamanızın nedeni nedir ?**

Kamu kurum-kuruluş çalışanı gözüyle değerlendirdiğinizde; simbiyotik ilişkilendirme içerisinde olmamanızın nedeni nedir sorusuna verilen cevaplardan büyük çoğunluğu %90,5 “endüstriyel simbiyoz

kavram hakkında yeterince bilgiye sahip olunmaması” seçeneği işaretlenirken, katılımcıların %55,7’si “iş birliğine girdi-çıkıtı olan atıkların sadece ilgili sektör açıdan ele alınması” yanıtını verirken, %43,5’i “mevcut çalışma usul ve esaslarının, işbirliği yapmasının önünde engel teşkil etmesi” nedeniyle ES ilişkilendirmeleri içerisinde olmadıklarını belirtmişlerdir (Şekil 7).



Şekil 7. Simbiyotik ilişkilendirme içerisinde olmama nedenleri

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Tüm dünyada tasarlanmakta olan çok sayıda mevcut endüstriyel simbiyoz vakası bulunmaktadır. Bu örnekler göz önüne alındığında her ne kadar bölgede kavramın çok fazla bilinmemesi (katılımcıların % 92,6’sının endüstriyel simbiyoz kavramı ile ilgili bilgi sahibi olmadığı, % 7,4’ünün ise biraz bilgi sahibi olduğu) söz konusu olsada büyük bir potansiyelin var olduğu ( 95,6 oran ile “atık ve yan ürünlerin geri kazanılması” ve ikinci olarak %70,1 oran ile tercih edilen “kaynak kullanımında tasarruf” seçeneği, üçüncü olarak ise %64,7 oran ile “ham madde ve enerji verimliliği” beklentisini karşılaması halinde endüstriyel simbiyoz ağ tasarımına dahil olma isteği ) yapılan çalışma ile kanıtlanmıştır. Katılımcıların, % 95’i uygulamalarının çıktısı olarak değerlendirilen ekonomik kazanımların “çok önemli” olduğunu, %5’inin “önemli” olduğu belirtilmiştir. Çevresel kazanımlara ilişkin; %77,70’lik bir dilimin “çok önemli” olarak değerlendirdiği, %12,50’inin “önemli”, %9,80’inin ise “orta düzeyde önemli” olarak değerlendirdiği görülmüştür. Son olarak sosyal kazanımların değerlendirilmesine yönelik, katılımcılar %54,05’lik oranda “önemli”, %32,9 “orta düzeyde önemli” , %13,86 “önemli değil”olarak değerlendirmesi üzerine; endüstriyel simbiyoz ilişkilerinin geliştirilmesi amacı ile ekonomik faaliyetlerin türü, atık akışlarının NACE ve EWC koduna uygun değerlendirme yapılması, ayakizi ölçümleri vb. gerek çevresel gerekse sosyal kazanım sağlaması açısından daha ileri çalışmaların yapılmasını gerekliliğini ortaya koymuştur. Mevcut çalışmaların çoğu, endüstriyel simbiyozun halihazırda yaygın olarak uygulandığı Çin, Danimarka gibi ülkelere odaklanmaktadır. Dünya’da yapılan çalışmalar ile ilgili %98’i “bilgi sahibi değilken”, %1’i “biraz bilgi sahibi” olduğuna yönelik erişilen verilerde bilgi sahibi olan grubun Danimarka’daki Kalundborg Eko-Endüstriyel Park uygulaması hakkında bilgi sahibi olduğu verisine erişilmesi üzerine; uygulamaların çok az endüstriyel simbiyoz

vakasına sahip olduğu veya hiç olmadığı ülkelerde bu tip potansiyel çalışmaların hiç yapılmadığı görülmüştür. Bu yönüyle çalışma literatüre farklı bir bilimsel katkı sunmaktadır.

TR 81 Düzey 2 bölgesi için yapılan bu araştırmanın sonuçları, endüstriyel simbiyozla yönelik ciddi bir potansiyeli işaret etmektedir. Özellikle Filyos vadisi projesinin, bölgede yüksek ve orta teknoloji ürünlerin üretimine katkı sağlayarak bölgenin rekabet edilebilirliğini arttıracakı düşünülmektedir. Mevcut deneyimler ve literatür bilgileri de bu çıkarımı destekler niteliktedir. Bölgede hali hazırda simbiyotik ilişkilendirmelere yönelik birkaç girişim bulunmakla birlikte, girişimler sınırlı bir çerçevede yer almakta ve yaratılan katma değer açısından geliştirilme potansiyeli bulunmaktadır. Bölgenin kalkınmada öncelikli yöreler ve teşvikli alanlar içerisinde yer almasının sağladığı büyük avantajlar vardır. OSB'lerin varlığı, maliyetleri düşürerek kaynakların etkin ve verimli kullanımına yönelik altyapı hizmeti sunmaktadır ancak bu uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle bölge genelinde endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin işletilmesine yönelik problemlerin yaşandığı görülmektedir. Endüstriyel çeşitlilik, kümelenme ve bölgeyi temsil etme durumu dikkate alındığında Zonguldak OSB bölgedeki simbiyoz uygulamaları açısından önemli odaklardan biri olarak ortaya çıkmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre kentsel aktörlerin, simbiyoz uygulama kavramına ilişkin bilgi düzeyleri ile endüstriyel/kentsel/döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirlik ile ilgili herhangi bir etkinliğe katılım durumlarının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Yine elde edilen sonuçlara göre, ne yazık ki Dünya'da, Türkiye'de ve Bölgede yapılan Endüstriyel Simbiyoz uygulamalarına ilişkin büyük bir çoğunluğun bilgi sahibi olmadığı belirlenmiş olmasına rağmen katılımcıların büyük bir çoğunluğu çevresel, ekonomik ve sosyal kazanım sağlaması durumunda simbiyoz uygulamalarına dâhil olabileceklerini belirtmişlerdir. Kentsel aktörler en önemli sosyal kazanımlar olarak toplumsal bilinç ve farkındalığın artmasını görmektedir. Ekonomik kazanımlar perspektifinden ise, ek satışlar, yaratılan iş ve istihdam katkısını önceliklendirmişlerdir. Kentsel aktörlerin büyük bir çoğunluğu simbiyoz potansiyelinin yüksek olduğunu düşünmekte olup, en önemli sorun olarak da endüstriyel simbiyoz kavramının yeterince bilinmemesini ve bu konudaki farkındalığın az olmasını işaret etmişlerdir. Farkındalığın artırılmasına yönelik planlanan tedbirlerden en önemlisi olarak, bilgilendirme toplantılarının düzenlenmesi istenmektedir. Bölgede öne çıkan sektörlerle odaklanılarak yapılmış araştırmalara göre, ilgili sektörlerden kaynaklanan ya da bu sektörlerin kullanılabilmesi için önemli bir potansiyelin var olduğu bilinmektedir. Derlenmesi uygun olan bu olanaklar TR 81 Düzey 2 bölgesi endüstriyel simbiyoz çalışmalarının ileriki aşamaları için önemli bir altyapı oluşturacaktır. Detaylandırılmış olan bu veriler, uygulamalar özelinde derlenerek genişletilecek ve detaylandırılacaktır. Uygulamaların yaygınlaştırılmasına yönelik tedbir ve faaliyetler noktasında ise, uygulamaları hayata geçirmeye, yaygınlaştırmaya yönelik yasal düzenlemeler yapılması ve politika stratejilerinin oluşturulması beklenmektedir. Kentsel paydaşlarla yapılan görüşmelerde üretim süreci sonucunda açığa çıkan atıkların değerlendirilmediği buna ek olarak bertaraf etmeye yönelik endüstriyelere ek maliyetler yarattığı belirlenmiştir. Bölgede öne çıkan sektörlerden olan başta orman ürünleri sanayiinde atıkların önemli miktarda ortaya çıktığı ancak bu ekonomik bir değere dönüştürülmediği Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlükleri tarafından vurgulanmıştır.

Bölgeki endüstriyel simbiyoz uygulama çalışmalarından %97,2 oranında katılımcının bilgisi yokken, %2,8 oranında katılımcı, endüstriyel simbiyoz uygulamalarının başlangıç aşamasında olduğunu ileri sürmesi üzerine bu çalışma oranların iyileştirilmesine yönelik bölge genelinde farkındalık ve sinerji oluşturmayı hedeflemektedir. Başta Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri olmak üzere, konuya taraf bölgedeki tüm paydaş ve aktörler, "simbiyotik ilişkilendirmeler" ve "temiz üretimi" bölge için çok önemli bir fırsat olarak değerlendirmekte ve bundan sonra yürütülecek çalışmalara katkı sağlama konusunda oldukça istekli görünmektedirler. Tüm bu bilgiler ışığında; endüstriyel simbiyoz

uygulamalarının önündeki engellerin (Katılımcıların %90,5 “endüstriyel simbiyoz kavram hakkında yeterince bilgiye sahip olunmaması” seçeneği işaretlenirken, katılımcıların %55,7’si “iş birliğine girdi-çıkı olan atıkların sadece ilgili sektör açıdan ele alınması” yanıtını verirken, %43,5’i “mevcut çalışma usul ve esaslarının, işbirliği yapmasının önünde engel teşkil etmesi” nedeniyle ES ilişkilendirmeleri içerisinde olmadıklarını belirtmesi üzerine) kaldırılmasına yönelik durum tespiti yaparak ( endüstriyel simbiyoz ile ilgili herhangi bir toplantı çalışmaya katılma durumu, Dünya, Türkiye ve bölgede yapılan uygulamardan bilgi sahibi olma durumu) endüstrilerin beklentilerine yönelik (uygulamaların yönetim düzeyinin nasıl olması gerektiği, bölgeye özgü endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenmesi, uygulanması) tasarlanması amacıyla (uygulamalar sonucu elde edileceğini düşündüğünüz kazanımlar vb.) sorularla ortaya konularak literatüre kazandırılmıştır. Çalışmanın özgün yönü; endüstriyel simbiyoz uygulamalarındaki tüm tarafları belirleyen iyi tanımlanmış kategorileri kullanarak önceki araştırmaları yeniden gözden geçirmek, halihazırda mevcut yöntemlerden ve çalışmalardan elde edilen bilgileri genişletirken, aynı zamanda araştırmanın şeffaflığıda arttırılmıştır. Öte yandan, ekonomik, çevresel ve sosyal sonuçlarda dahil edilerek endüstriyel simbiyoz araştırmasının kapsamını genişletilerek sunulmuştur. Kentsel aktörler için ilham verici bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

### Bilgilendirme

Bu makale, Özlem YILDIZ isimli lisansüstü öğrenciye ait ‘‘TR 81 Düzey 2 Bölgesinde Orman Ürünleri Sanayiinin Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli ve Sürdürülebilir Bir Ağ Tasarımı: Filyos Vadisi Projesi Örneği’’ başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

### Yazar Katkıları

Yazar Özlem Yıldız: Makale için literatürü tarayarak, fikir oluşturmuştur. Sonuçlara ulaşmak için yöntemlerin planlanması ile veri analizi yapmıştır. Makalenin tümü ve asıl bölümün oluşturulması için sorumluluk almıştır.

Yazar Bülent Kaygın: Bulguların mantıklı açıklaması ve sunumu için sorumluluk alarak, entelektüel içerik açısından çalışma yapmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Alkaya, E., Böğürücü, M., ve Ulutaş, F. (2014). *Industrial symbiosis in İskenderun bay: a journey from pilot applications to a national program in Turkey. Technology Development Foundation of Turkey.*
- Avşar, E., Demirer, G. N. (2008). Cleaner Production Opportunity Assessment Study In SEKA Balıkesir Pulp And Paper Mill. *Journal of Cleaner Production*, 16(4), 422-431.
- Ashton, W. (2008). Understanding the organization of industrial ecosystems: A social network approach. *Journal of Industrial Ecology*, 12(1), 34-51.
- Berkel, R. V., Fujita, T., Hashimoto, S., ve Fuji, M. (2009). Quantitative assessment of urban and industrial symbiosis in Kawasaki, Japan.
- Balbay, Ş., Sarıhan, A., Avşar, E. (2021). Dünya’da ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. Sayı 27, S. 557-569, Kasım 2021.(doi: 10.31590/ejosat.971172)
- Boom, C., Peñaabena, R., (2022). Opportunities and challenges for the waste management in emerging and frontier countries through industrial symbiosis. *J. Clean. Prod.* 363, 132607. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132607>
- Chertow, M., (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annu. Rev. Energy Environ.* 25, 313–337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>

- Chertow, M., (2007). Uncovering Industrial Symbiosis | Request PDF [www Document]. URL [https://www.researchgate.net/publication/228272428\\_Uncovering\\_Industrial\\_Symbiosis](https://www.researchgate.net/publication/228272428_Uncovering_Industrial_Symbiosis) (accessed 9.2.22).
- Cerceau, J., Mat, N., Junqua, G., Lin, L., Laforest, V., Gonzalez, C., (2014). Implementing industrial ecology in port cities: international overview of case studies and cross-case analysis. *J. Clean. Prod.* 74, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.050>
- Desrochers, P (2001). Cities and Industrial Coexistence: Some Historical Perspectives and Policy Implications. *Journal of Industrial Ecology* 5.4: 29-44
- Demircioğlu, E. N., & Ever, D. (2020). Döngüsel Ekonomiye Geçişte Endüstriyel Simbiyozun Maliyetler Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(3), 461-473.
- Freitas, L., Magrini, A. (2017) Waste Management in Industrial Construction: Investigating Contributions from Industrial Ecology. *Sustainability* 9, 1251.
- Gulipac, S., (2016). Industrial Symbiosis: Building on Kalundborg’s waste management experience. *Renew. Energy Focus* 17, 25–27. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2015.11.015>
- Harris, S. (2007). Industrial symbiosis in the Kwinana industrial area (Western Australia). *Measurement and Control*, 40(8), 239-244.
- Jacobsen, N.B., (2006). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. *J. Ind. Ecol.* 10, 239–255 <https://doi.org/10.1162/108819806775545411>
- Kim, E. J., (2017), Greening Industrial Parks - A Case Study on South Korea’s Eco - Industrial Park Program. Erişim adresi: [https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/best-practices/GGGI%20Case%20Study\\_South%20Korea%20Eco-Industrial%20Park%20Program\\_June%202017.pdf](https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/best-practices/GGGI%20Case%20Study_South%20Korea%20Eco-Industrial%20Park%20Program_June%202017.pdf)
- Kim, H.-W., Dong, L., Choi, A.E.S., Fujii, M., Fujita, T., Park, H.-S., (2018). Co-benefit potential of industrial and urban symbiosis using waste heat from industrial park in Ulsan, Korea. *Resour. Conserv. Recycl., Sustainable Resource Management and the Circular Economy* 135, 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.027>.
- Kim, S. H., Yoon, S. G., Chae, S. H., & Park, S. (2010). Economic and environmental optimization of a multi-site utility network for an industrial complex. *Journal of environmental management*, 91(3), 690-705
- Mirata, M., Emtairah T., (2004). Industrial symbiosis networks and the contribution to Environmental Innovation: the Case of the Landskrona Industrial Symbiosis Programme. (doi:10.1016/j.jclepro.2004.12.010)
- Morales, E.M., Diemer, A., Cervantes, G., Carrillo-González, G., (2019). “By-product synergy” changes in the industrial symbiosis dynamics at the Altamira-Tampico industrial corridor: 20 Years of industrial ecology in Mexico. *Resour. Conserv. Recycl.* 140, 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.026>
- Özkan, A., Günkaya, Z., Özdemir, A., Banar, M., (2018). Sanayide temiz üretim ve döngüsel ekonomiye geçişte endüstriyel simbiyoz yaklaşımı: bir değerlendirme. Anadolu Üniversitesi. *Bilim ve Teknoloji Dergisi B - Teorik Bilimler* 6, 84–97. <https://doi.org/10.20290/aubtdb.332377>
- Sakr, D., Baas, L., El-Haggar, S., Huisingh, D., (2011). Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context. *J. Clean. Prod.* 19, 1158–1169. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.01.001>
- Sanyé-Mengual, E., Martínez-Blanco, J., Finkbeiner, M., Cerdà, M., Camargo, M., Ometto, A.R., Velásquez, L.S., Villada, G., Niza, S., Pina, A., Ferreira, G., Oliver-Solà, J., Montero, J.I., Riera-devall, J., (2018). Urban horticulture in retail parks: Environmental assessment of the potential implementation of rooftop greenhouses in European and South American cities. *J. Clean. Prod.* 172, 3081–3091. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.103>
- Sokka, L., Pakarinen, S., & Melanen, M. (2011). Industrial symbiosis contributing to more sustainable energy use—an example from the forest industry in Kymenlaakso, Finland. *Journal of Cleaner Production*, 19(4), 285-293.
- Sheehy, B. and Dickie, P., (2002). Facing the future, In The Report Of The Mmsd Australia Project, 21(10).

- Sellitto, M.A., Murakami, F.K., Butturi, M.A., Marinelli, S., Kadel Jr., N., Rimini, B., (2021). Barriers, drivers, and relationships in industrial symbiosis of a network of Brazilian manufacturing companies. *Sustain. Prod. Consum.* 26, 443–454. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.016>
- Uusikartano, J., Väyrynen, H., Aarikka-Stenroos, L., (2021). Public actors and their diverse roles in eco-industrial parks: A multiple-case study. *J. Clean. Prod.* 296, 126463. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126463>
- Uslu, G. (2019). *Bir sürdürülebilir kalkınma modeli olarak endüstriyel simbiyoz ve kobi'lerde endüstriyel simbiyoz uygulamaları üzerine öneriler*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi.
- Van Beers, D., Bossilkov, A., Corder, G., & Van Berkel, R. (2007). *Industrial symbiosis in the Australian minerals industry: the cases of Kwinana and Gladstone*. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 55-72.
- Yıldız, Ö. (2019). *Bölgesel Kalkınmada Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları: Bursa Eskişehir Bilecik Bölgesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Yıldız, Ö. (2022). *TR 81 Düzey 2 Bölgesinde Orman Ürünleri Sanayiinin Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli ve Sürdürülebilir Bir Ağ Tasarımı: Filyos Vadisi Projesi Örneği*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Bartın Üniversitesi. Bartın, Türkiye.
- Yıldız, Ö ve Kaygın, B.(2022) TR 81 Düzey 2 Bölgesi'nin (Bartın/Karabük/Zonguldak) Kentsel Simbiyoz Potansiyeli & Altyapı Kapasite Uygunluğu. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 24(3), 488-503
- Yazıcıoğlu, Y., Erdoğan, S. (2004). *SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Detay Yayıncılık
- Zhang, L., Yuan, Z., Bi, J., Zhang, B. and Liu, B., (2010). *Eco-industrial parks: national pilot practices in China*, *Journal of Cleaner Production*, 18(5):504– 509p.
- Avşar, E., Demirer, G.N., 2008. Cleaner production opportunity assessment study in SEKA Balıkesir pulp and paper mill. *J. Clean. Prod.* 16, 422–431. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.042>
- Wahrlich, J., & Simioni, F. J. (2019). *Industrial symbiosis in the forestry sector: A case study in southern Brazil*. *Journal of Industrial Ecology*. 23(6), 1470-1482.
- Wadström, C., Johansson, M., Wallén, M., (2021). A framework for studying outcomes in industrial symbiosis. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 151, 111526. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111526>



# Türkiye ve Katar'ın orman ürünleri ticareti üzerine bir değerlendirme

Hüseyin Çalışkan<sup>1,\*</sup>, Sezgin Özden<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, Türkiye

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 07.04.2022

Kabul: 02.10.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Ekonomik zenginliği ile Katar, dış ticarete Orta Doğu'nun en önemli ülkeleri arasında yer alır. 2017 yılında bölge ülkelerinden Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn ve Mısır Katar'a bazı ambargolar uygulamaya başlamış ve bu dönemde Katar diplomatik ve siyasi hayatta yalnız bırakılmıştır. Bu ambargolar sırasında Türkiye'nin Katar'ın yanında tavır sergilemesi, son 20 yıl içinde güçlenen Katar ile Türkiye ilişkisini pekiştirmiştir. Bu çalışmanın amacı Türkiye ile Katar'ın her geçen gün güçlenen ekonomik ve siyasi ilişkisinin orman ürünleri ticaretini nasıl etkilediğini incelemektir. Orman varlığına sahip olmayan Katar, ekonomik zenginliği ile kısmen hammadde, çoğunlukla da mamul ve yarı mamul ithalatına da meyillidir. Mevcut literatür ve güncel istatistiklerin incelenip yorumlanması ile gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, 2017 Körfez Krizi'nin Türkiye'nin Katar'a yönelik toplam genel ihracatında ortalama %44'lük bir artışa etki ettiği görülür. Genel ihracat kategorisindeki bu artışın orman ürünleri sanayine yansımalarına bakıldığında ise mobilya hariç, mantar ve ahşap eşya kategorisinde %211'lik, ağaç ve ahşap eşya kategorisinde %353, mobilya kategorisinde ise %108'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir. 2017 Körfez Krizi koşullarının Katar ile olan işlenmiş ve mamul düzeydeki katma değeri yüksek mobilya ihracatı kategorisinde artışa neden olduğu gözlenmiştir. Mevcut krizin sona erdiği şu günlerden sonra ise ihracattaki artışın, siyasi otoritenin Katar ile ilişkilerinin seyrine bağlı olmak kaydıyla, artarak devam edeceği tahmin edilebilir.

**Anahtar Kelimeler** – Hammadde, orman ürünleri ticareti, Orta Doğu, Katar, 2017 körfez krizi.

## An evaluation on the forest products trade of Turkey and Qatar

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin University, Enstitute of Natural and Applied Sciences, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

## Article History

Received: 07.04.2022


Accepted: 02.10.2022

Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – Qatar, by its economic wealth, is among the most important countries in the Middle East in foreign trade. Saudi Arabia, United Arab Emirates, Bahrain, and Egypt, which are among the other countries in the Middle East, started to impose some embargoes which is named Gulf Crisis on Qatar in 2017, and Qatar was both diplomatically and politically left alone in this period. In this period, Turkey's attitude on Qatar's side has reinforced the relationship between Turkey and Qatar, which has strengthened in the last 20 years. The aim of this study is to examine how the economic and political relationship between Turkey and Qatar, which is getting stronger day by day, affects the trade of forest products. Qatar, which does not have forest assets, is also inclined to import partly raw materials, mostly finished and semi-finished products, thanks to its economic wealth. As a result of this study, which has been carried out by examining and interpreting past studies and current statistics with the qualitative research method, it is seen that 2017 Gulf Crisis affected an average of 44% increase in Turkey's total exports to Qatar. The reflection of this increase in the forest products industry, there is another increase of 211% in the Cork and wood manufactures (excluding furniture), 353% in the wood and articles of wood charcoal, and 108% in furniture. It has been observed that the conditions of 2017 Gulf crisis have caused an increase of high value-added semi-finished and finished products with Qatar. After ending the current crisis, it may be predicted that if the positive relationship of the political authority with Qatar continues, the increase in exports will continue to increase.

**Keywords** – Raw materials, forest products trade, Middle East, Qatar, 2017 Gulf crisis.

<sup>1</sup>  hcaliskanphd@gmail.com

<sup>2</sup>  ozden@karatekin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Türkiye Akdeniz, Karadeniz, Balkanlar, Kafkaslar ve Orta Doğu'yu birbirine bağlayan bir köprü konumunda olması (Kaya, 2017) nedeniyle, son 15 yılda, Ortadoğu ve Güneybatı Asya ülkeleri ile ilişkilerini daha da geliştirmek/artırmak için çaba göstermiştir (Levaggi ve Donelli, 2021). Haziran 2017'de bölge ülkelerinden Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Bahreyn ve Mısır'ın Katar'a bazı ambargolar uygulaması ve bu süreçte, Türkiye'nin Katar'a karşı herhangi bir ambargoda bulunmaması ve hatta yanında yer aldığını bildiren tavrı, Türkiye'nin Katar ilişkilerinin pekişmesine neden olmuştur (Riggs, 2021).

Katar, 1970 yılında kazandığı bağımsızlığının arkasından, kısa sayılabilecek bir sürede, sosyal, ekonomik ve politik yönden reform sayılabilecek gelişmeler kaydetmiştir (Öztürkler, 2012). Öztürkler (2012)'e göre; bu gelişmenin en temel nedenlerinden birisi enerji kaynaklarının zenginliğidir. Katar, refah düzeyinin yüksekliği ve cazibe merkezi özelliği göstermesinin etkisiyle (Oskam ve Karijomedjo, 2015), dış ticarete Ortadoğu'nun en önemli ülkeleri arasında yer almaktadır. Herhangi bir orman varlığına sahip olmayan (FAO, 2020) Katar, zenginliği ile kısmen hammadde, çoğunlukla da mamul ve yarı mamul ithalatına da meyillidir (Al-Khulaifi, 2013).

Katar, tüm Ortadoğu ülkeleri arasında kişi başı tüketimde en fazla artış yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır (Sümer, 2017). Bunun da etkisiyle mal ve hizmet ithalatı, gayri safi yurt içi hasılasının neredeyse %40'ına denk gelen Katar (Worldbank, 2020), ihraç ettiği temel hidrokarbon ürünlerinden elde ettiği gelirlerin neredeyse tamamını ithalata harcamaktadır (Engin Öztürk, 2018). En büyük ithalat kalemleri savunma, havacılık ve uzay sanayii olan ülke, orman ürünlerinde hammadde üretimi gerçekleştiremediğinden tamamen dışa bağımlıdır (Comtrade, 2021).

Yılmaz (2019), 2017 yılında Katar'a yönelik uygulanan ambargonun siyasi nedenlerinin de olmasına rağmen temelde ekonomik olduğunu, Katar'ın ciddi pay sahibi olduğu petrol ve sıvılaştırılmış doğal gaz ihracatında rakip konumda olduğu ülkeler ile olan ilişkileri nedeniyle, bu dönemde diplomatik ve siyasi hayatta yalnız bırakıldığını belirtmiştir. Suudi Arabistan, BAE, Bahreyn ve Mısır ortak tavırla Katar ile olan ilişkilerini dondurmuştur (Dirigöz, 2017). Bu şekilde istikrarın bozulduğu ve aynı zamanda çatışmanın baş gösterdiği bir ortam oluşmuştur (Yıldırım, 2021). Bu durumun asıl nedeninin ekonomik olduğunun ifade edilmesi (Dirigöz, 2017), Katar'ın önde gelen kaynaklardan elde ettiği gelirlerin baskılanmaya çalışıldığının göstergesi olarak kabul edilebilir.

Suudi Arabistan, BAE, Bahreyn ve Mısır ile ilişkileri ekonomik ve siyasi olarak bozulan Katar, Türkiye gibi nispeten uzak komşular ile ilişkilerini sıkılaştıran bir politika izlemiş, bu nedenle de ambargodan kısa bir süre sonra, bu krizi kınayan ve ambargoyu desteklemeyen Türkiye ve Kuveyt gibi ülkeler Katar'a ihracatta büyük bir büyüme yaşamıştır (Al-Mal ve Saad, 2021). Türkiye'nin bu dönemdeki Katar'a ihracatı incelendiğinde, toplam ihracatın 2017 yılında 791 milyon dolar seviyesinden 2019 yılında 1.29 milyar dolar seviyesine çıktığı görülmektedir (Comtrade, 2021). Türkiye'nin bu krizin başından itibaren oynadığı arabulucu rol, bu durumun nedenlerinin başında gelmektedir.

Katar, dünyada orman varlığı olmayan sekiz ülkeden birisidir (FAO, 2020). Bu nedenle doğası gereği, hammadde ve/veya işlenmiş orman ürünleri ihtiyacını ithalat yöntemi ile gidermektedir. Türkiye son dönemlerde orman varlığını ve buna paralel olarak da orman ürünleri üretim kapasitesini hızla artıran ülkeler arasında yer almaktadır (OGM, 2020a). Bu nedenle Katar'ın ham veya işlenmiş orman ürünleri ihtiyacının ne kadarının Türkiye'den karşıladığı ve bu ihtiyacın Türk orman ürünleri endüstrisine ne kadar katkı sağladığı sorusu, bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye - Katar arasındaki orman ürünleri ticaretini değerlendirmektir. Bu amaçla Katar'ın Türkiye ve diğer ülkelere gerçekleştirdiği orman ürünleri ithalat verileri ile Türkiye'nin Katar yönüne gerçekleştirdiği ihracat verileri hammadde, yarı mamul ve mamul düzeyinde incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

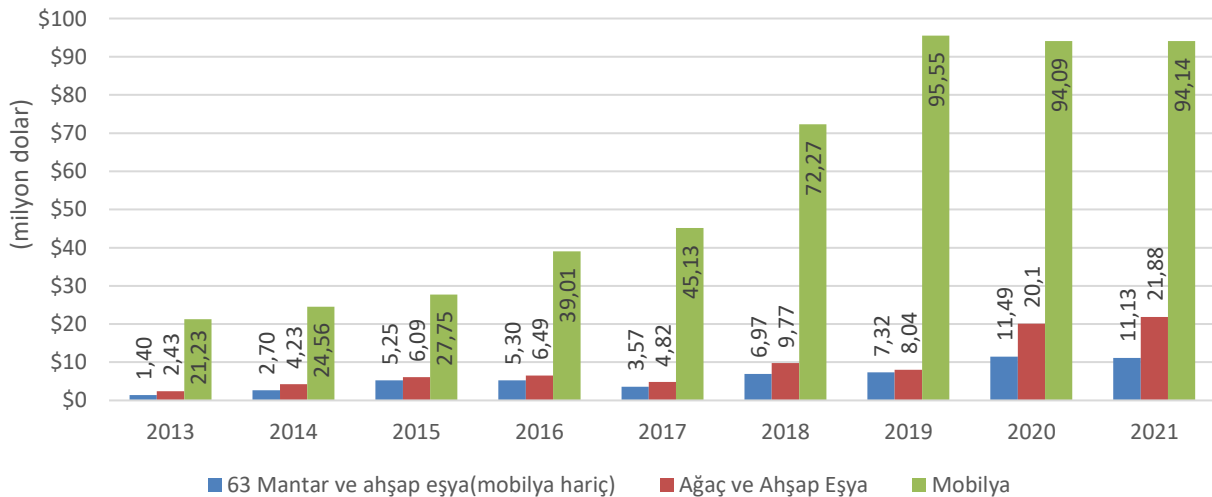
Bu çalışmada Türkiye'den Katar'a yönelik olarak yapılan orman ürünleri ihracat verileri değerlendirilmiştir. %29'u ormanlarla kaplı olan Türkiye'nin (ÇŞB, 2018; OGM, 2020b) orman varlığı olmayan Katar'a yönelik ihracat istatistiklerinde ciddi bir artış görülmektedir. Bunun nedenlerinin ve bundan yararlanma yollarının belirlenmesi amacıyla, bu çalışmada Türkiye ve Katar'ın orman ürünleri dış ticaret verileri materyal olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla Türkiye'nin orman ürünleri temel alınarak yaptığı mobilya, ağaç - ahşap eşya ve kereste ihracat istatistikleri detaylı olarak incelenmiştir. Bu veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Uluslararası Ticaret İstatistikleri (Comtrade), Dünya Bankası (Worldbank) ve Ticaret Bakanlığı'nın Kolay İhracat Platformu'ndan elde edilen verilerden derlenmiş, bölgeye yönelik son yıllardaki siyasi bakış açısı tespit edilerek yorumlanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Katar, Basra Körfezinin önemli bir merkezi olması ve Türkiye'nin komşuları İran ve Irak'a yakınlığı nedeniyle Türkiye için oldukça büyük bir jeostratejik öneme sahiptir (Koçgündüz, 2011). Son yıllarda, Arap körfezi ülkelerindeki kültür ve turizm yatırımları birbirleriyle rekabet edecek seviyelere ulaşmıştır (Karadeniz, 2019). Katar da, son yıllarda bu rüzgârdan etkilenerek popüler kültürün turizm cenneti algısına yönelik gelişmeler sergilemesinin yanı sıra, bölgenin gelirlerinin büyük bir kısmını oluşturması nedeniyle de en büyük petrol ve sıvılaştırılmış doğalgaz ihracatçıları arasında da yerini almıştır (Akman ve Ergün, 2019).

Türkiye ile Katar ticareti, 2000'li yıllarda Türkiye'nin Ortadoğu politikasını değiştirmesi nedeniyle yeni bir temele sahip olmuştur (Kaya ve Kaya 2019). Bu ilişkinin Türk ticaretine yansımaları, ihracat gelirlerinin 2017 yılında ortaya çıkan körfez krizi sonrası 2018 ve 2019 yıllarında %50'den fazla artması şeklinde olmuştur. Aynı şekilde Katar'a ihracat yapan ülkeler arasında Türkiye, 2016 ve öncesinde %1'den daha düşük bir paya sahipken, bu pay 2017 Körfez Krizi'nin de etkisiyle ortalama % 3.61 düzeyine çıkmıştır (URL 1).

Türkiye'nin Katar'a yönelik uluslararası standart ticaret sınıflamasına (SITC Rev.3) göre 63 numaralı mantar ve ahşap eşya (Mobilya hariç) ihracatı incelendiğinde (Şekil 1), 2013-2021 yılları arasında artan bir eğilimde olduğu görülmektedir. Ancak 2017 yılında ihracatta dikkat çekici bir azalma görülmektedir. Bu azalmanın nedeni ülkenin ihracat önceliklerinin ambargonun yaşandığı yılda değişiklik göstermesi olarak açıklanabilir.

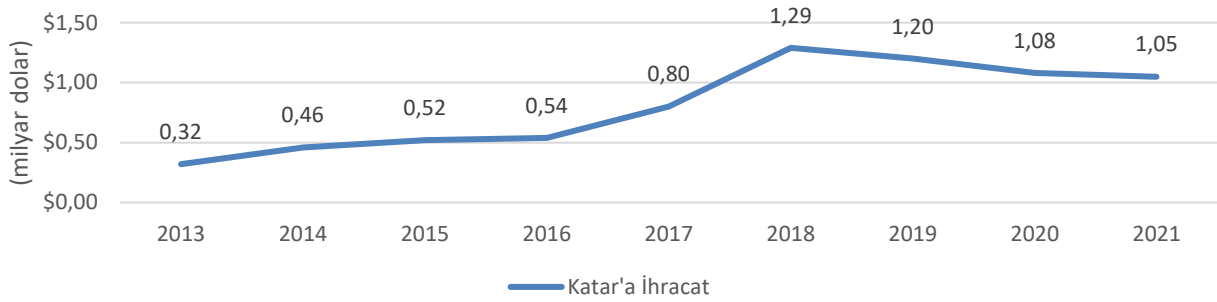


Şekil 1. Türkiye'nin Katar'a Mantar ve Ahşap Eşya (Mobilya Hariç) (TÜİK, 2020), Ağaç ve Ahşap Eşya (Comtrade, 2021), Mobilya (Comtrade, 2021) ihracatlarında 2013-2021 yılları arası değişim

Türkiye'nin Katar'a yönelik gerçekleştirdiği "Ağaç ve Ahşap Eşya" ile "Mobilya" kategorilerindeki ihracatları (Şekil 1) incelendiğinde ise 2017 yılından sonra hızlı bir yükseliş gerçekleştiği söylenebilir. Özellikle mobilya sektöründe gerçekleşen ihracatın ekonomik olarak hacminin yüksek oluşu ve 2017 yılından sonra hızla artışı

2019-2020 ve 2021 yıllarında daha stabil bir hal alması dikkat çekicidir. Bu durumun sebepleri 2017 yılında gerçekleşen ambargo sonrası Katar'ın Türkiye'ye yönelmesi ve 2020-2021 yıllarında da Covid-19 pandemisi olarak yorumlanabilir.

Türkiye'nin Katar'a gerçekleştirildiği 2013-2021 yılları arasındaki ihracat miktarları incelendiğinde (Şekil 2) Katar'a ambargo uygulanan yıl (2017) ve sonrasında yükselen bir eğilim görülmektedir. Son sekiz yılda 2016'dan sonra artışa geçen ihracat miktarı 2018 yılında pik yapmış ve 2018-2021 yılları arasında en yüksek değerlerde ancak azalan bir eğilimde devam etmiştir. 2020-2021 yıllarındaki azalma Covid -19 pandemisi ile de ilişkilendirilebilir.



Şekil 2. Türkiye'nin Katar'a Gerçekleştirdiği 2013-2021 yılları arasındaki toplam ihracat değişimi (Comtrade, 2021; URL 1)

Katar'ın ağaç ve orman ürünleri ile mobilya ithalatını en yoğun şekilde gerçekleştirdiği Türkiye'nin de içinde bulunduğu ilk on ülke incelendiğinde (Tablo 1); Çin, İtalya, İngiltere, Hindistan Türkiye BAE, Almanya, ABD, Umman, Fransa ve Japonya başta olmak üzere farklı coğrafyalardan birçok ülke ile ticari ilişki içinde olduğu görülmektedir. Bu ülkeler içinde Çin Halk Cumhuriyeti'nin Katar ile hem ağaç ve ahşap eşya hem de mobilya ürün cinsleri açısından sıkı bir dış ticaret ilişkisi içinde olduğu görülmektedir. Bunun yanında kriz döneminde Çin'in Katar'a yönelik orman ürünleri ihracat rakamları incelendiğinde 2017 ile 2018 yılları arasında artış eğilimde, ancak sonraki yıllarda ise bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (URL 1). Bu durum Çin'in ilişkide olduğu diğer bölge devletleri, Suudi Arabistan, BAE, Bahreyn ve Mısır ile (Yellinek, 2017) Katar arasında bir denge kurduğunu ve Katar ile olan ticaretine orman ürünleri özelinde temkinli yaklaştığını göstermektedir. Bu durum Katar-Çin ilişkilerinin diplomatik ve ekonomik yönlerinin önemli ve iyi kurumsallaşmış olduğunu ifade eder (Saidy, 2017).

2017 Körfez Krizi döneminde; İtalya, Fransa ve ABD'nin Katar ile olan orman ürünleri ve mobilya özelindeki ilişkilerini kısmen azalttığı, buna karşılık Katar'ın Türkiye ile sürekli olarak, İngiltere, Fransa ve Almanya ile de nispeten bazı dönemlerde ticari ilişkilerinin arttığı görülmektedir. Ancak burada 2019 yılı ve sonrasında orman ürünleri ticaretine dahil olan hemen hemen tüm devletlerin, Türkiye dahil, Katar ile ticaretinin dünya piyasalarında da olduğu gibi pandemi ile ilişkili olarak bir azalma olduğu görülmektedir.

Katar'ın ağaç ve orman ürünleri ile mobilya ithalatı yaptığı bir diğer ülke olan Hindistan ile olan ilişkileri değerlendirildiğinde; Hindistan'ın doğalgazda %90 oranında Katar'a bağımlı olması (Sharma, 2017) 2017 Körfez Krizi sırasında Katar'a yönelik tutumunun stabil olmasını açıklamaktadır. Bunu, orman ürünleri ihracatı açısından incelediğimizde, Hindistan'ın Katar'a yönelik ihracatında kriz dönemi boyunca ağaç ve orman ürünleri kategorisinde ortalama 24 milyon dolar seviyesinde, mobilya kategorisinde ise 8 milyon dolar seviyesinde kaldığı görülür. Bu kararlılık, Hindistan ile Katar'ın "sınırları mükemmel çizilmiş bir ekonomik ilişkilerinin" (Sharma, 2017) olması ile açıklanabilir.

Tablo 1. Katar'ın "ağaç ve orman ürünleri" ile "mobilya" kategorilerinde ithalatının ülkelere ağırlığı (URL 1)

SIRA	2017		2018		2019		2020		Ağaç ve Orman Ürünleri (465.41 Milyon \$)	Mobilya (465.41 Milyon \$)
	Ağaç ve Orman Ürünleri (301,92 Milyon \$)	Mobilya (504.09 Milyon \$)	Ağaç ve Orman Ürünleri (301.02 Milyon \$)	Mobilya (569.47 Milyon \$)	Ağaç ve Orman Ürünleri (292.76 Milyon \$)	Mobilya (546.75 Milyon \$)	Ağaç ve Orman Ürünleri (239.79 Milyon \$)	Mobilya (94.14 Milyon \$)		
1	Çin (102.41 Milyon \$)	Çin (167.25 Milyon \$)	Çin (130.35 Milyon \$)	Çin (202.19 Milyon \$)	Çin (113.53 Milyon \$)	Çin (197.86 Milyon \$)	Çin (97.19 Milyon \$)	Çin (182.20 Milyon \$)		
2	İtalya (40.51 Milyon \$)	İtalya (137.90 Milyon \$)	İtalya (36.48 Milyon \$)	İtalya (147.20 Milyon \$)	İngiltere (35.35 Milyon \$)	İtalya (110.27 Milyon \$)	Hindistan (25.15 Milyon \$)	İtalya (85.32 Milyon \$)		
3	BAE (35.43 Milyon \$)	<b>Türkiye (45.13 Milyon \$)</b>	Hindistan (27.20 Milyon \$)	<b>Türkiye (72.27 Milyon \$)</b>	Almanya (28.69 Milyon \$)	<b>Türkiye (95.55 Milyon \$)</b>	Almanya (24.96 Milyon \$)	<b>Türkiye (94.14 Milyon \$)</b>		
4	ABD (34.50 Milyon \$)	ABD (37.73 Milyon \$)	ABD (24.43 Milyon \$)	İngiltere (53.47 Milyon \$)	İtalya (28.00 Milyon \$)	ABD (42.04 Milyon \$)	İngiltere (23.23 Milyon \$)	Almanya (29.64 Milyon \$)		
5	Almanya (28.08 Milyon \$)	Almanya (37.51 Milyon \$)	Almanya (23.25 Milyon \$)	Almanya (38.47 Milyon \$)	Hindistan (27.37 Milyon \$)	İngiltere (39.07 Milyon \$)	<b>Türkiye (21.88 Milyon \$)</b>	ABD (28.92 Milyon \$)		
6	İngiltere (19.89 Milyon \$)	İngiltere (36.29 Milyon \$)	<b>Türkiye (19.85 Milyon \$)</b>	ABD (32.49 Milyon \$)	ABD (24.68 Milyon \$)	Almanya (38.63 Milyon \$)	İtalya (17.42 Milyon \$)	İngiltere (21.71 Milyon \$)		
7	Hindistan (19.84 Milyon \$)	BAE (22.89 Milyon \$)	Umman (17.28 Milyon \$)	Umman (11.43 Milyon \$)	<b>Türkiye (22.14 Milyon \$)</b>	Hindistan (11.14 Milyon \$)	Fransa (15.22 Milyon \$)	Fransa (14.08 Milyon \$)		
8	<b>Türkiye (12.41 Milyon \$)</b>	Fransa (10.93 Milyon \$)	İngiltere (14.55 Milyon \$)	Hindistan (9.16 Milyon \$)	Umman (10.83 Milyon \$)	Umman (8.41 Milyon \$)	ABD (13.62 Milyon \$)	Hindistan (7.09 Milyon \$)		
9	Fransa (6.62 Milyon \$)	Hindistan (7.54 Milyon \$)	Japonya (5.99 Milyon \$)	Diğer (2.29 Milyon \$)	Diğer (1.24 Milyon \$)	Diğer (2.60 Milyon \$)	Diğer (701.08 Bin \$)	Diğer (1.37 Milyon \$)		
10	Japonya (2.19 Milyon \$)	Japonya (870.75 Bin \$)	Diğer (1.60 Milyon \$)	Japonya (470.50 Bin \$)	Japonya (880.14 Bin \$)	Japonya (1.13 Milyon \$)	Japonya (396.46 Bin \$)	Japonya (904.73 Bin \$)		

Bunun yanında Katar'ın İtalya, Almanya, Fransa ve İngiltere ile olan ilişkileri incelendiğinde, orman ürünleri ticaretinde ilk on içinde bulunan Avrupa Birliği devletlerinin, 2017 Körfez krizinin ardından temkinli konuma geçtiği görülebilir. Bunun nedeninin ise Avrupa Birliği'nin taraf devletleri diplomatik diyaloga çağırarak (Parlar Dal, 2017) arabulucu konumda olması düşünülebilir. Bunun orman ürünleri ticaretine yansması ise, İtalya'nın 2017 yılında 40 milyon dolar seviyesinde olan ağaç ve orman ürünleri ticaretinin 2020 yılında 17 milyon dolara düşmesi, 138 milyon dolar düzeyinde olan mobilya ihracatının 85 milyon dolara gerilemesi ile görülür. Aynı şekilde Almanya'nın Katar ile olan orman ürünleri ticaretinin belirli bir seviyenin üzerine çıkmaması aynı temkinli bakışın Almanya'da da olduğunu işaret eder. Fransa'nın 2018 ve 2019 yıllarında Katar ile olan orman ürünleri ticareti sıralamasında ilk ona girmemesi, 2020 yılında ise yeniden her iki kategoride de 14-15 milyon dolar seviyesinde görülmesi bu durumun yansması olarak görülebilir.

2020 yılı Ocak ayına kadar Avrupa Birliği'nde olan İngiltere'nin özel durumu düşünüldüğünde, kamuoyunda Brexit olarak bilinen ve 2017 yılının Mart ayında, 2017 Körfez Krizinin başlamasından yaklaşık 2 ay önce, Birleşik Krallığın resmen açıkladığı Avrupa Birliği'nden ayrılma kararının (EC, 2020), İngiltere Katar ilişkilerine diğer Avrupa Birliği devletlerinden daha farklı yansıdığı görülür. İngiltere'nin Katar ile olan mobilya kategorisindeki ihracatının 2018 yılında 53 milyon dolara çıkması, ağaç ve orman ürünleri kategorisindeki ihracatının ise 2019 yılından 35 milyon dolara tırmanması, pandemi öncesine kadar İngiltere'nin Katar'a olan yaklaşımının diğer Avrupa Birliği devletlerinden kısmen farklılaştığının göstergesidir.

Genel olarak değerlendirildiğinde; 2017 Körfez Krizi'nin Türkiye'nin Katar'a yönelik toplam genel ihracatını yaklaşık 800 milyon dolardan, önce 1,29 milyar dolara çıkardığı, ardından da 2018-2022 arasında, yaklaşık %44'lük bir artışla, ortalama 1,15 milyar dolar bandında seyretmesine neden olduğu görülür (URL 1). Genel ihracat kategorisindeki bu artışın orman ürünleri sanayine yansmasına bakıldığında ise 63 Numaralı Mantar

ve Ahşap Eşya (Mobilya Hariç) kategorisinde ise 2017 yılındaki 3,57 milyon dolarlık ihracatın, 2018-2022 yılları arasında, yaklaşık %158'lik bir artışla, ortalama 9,22 milyon dolar bandında seyretmesine neden olduğu görülür. Aynı durum Ağaç ve Ahşap Eşya kategorisinde 2017 yılına göre aynı dönemde ortalama %353, Mobilya kategorisinde ise ortalama %108'lik bir artışa neden olmuştur (TÜİK, 2020; Comtrade, 2021; URL 1). Buna göre Türkiye'nin Katar'a yönelik gerçekleştirdiği orman ürünleri ihracatı artan bir eğilimdedir. 2017'yılındaki kriz ile birlikte bu çerçevedeki ticarete ilk 10'a giren Türkiye, 2017 öncesinde Katar'a yönelik payı %1'den daha az olduğu için ilk on içerisinde yer almamaktadır (URL 1). Şekil 1 ve Tablo 1 birlikte ele alındığında Katar'ın orman ürünleri ticaretinde Çin, İtalya, ABD ve Almanya'nın Katar'a yapılan ihracatta 2017 körfez krizi sonrası dalgalanma yaşadığı, buradan ortaya çıkan hammadde ve mobilya ihtiyacının ise İngiltere, Fransa ve Almanya ve Türkiye tarafından karşılandığı anlaşılmaktadır. Bu artışın ham madde veya yarı mamul ürünlerde fazla olmadığı, onun yerine mobilya gibi doğrudan tüketiciye yönelik ürünlerde katlanarak arttığı görülmektedir.

Tablo 2. Bazı orman ürünleri kalemlerinin Katar'a yönelik ihracatının Türkiye toplam ihracatına katkısı (TÜİK, 2020)

Yıl	Katar'a Mantar, odun Kereste (MOK) ihracatı	Türkiye'nin tüm ülkelere toplam MOK ihracatı	İhracat payı (%) <sup>2</sup>	Bu kalem payı (%) <sup>3</sup>	Katar'a ahşap eşya ihracatı	Türkiye'nin tüm ülkelere toplam ahşap eşya ihracatı	İhracat payı (%) <sup>1</sup>	Bu kalem payı (%) <sup>2</sup>	Türkiye'nin Toplam ihracatı
2017	\$434 386	\$26 724 000	0.00026	1.62545	\$3 573 517	\$735 558 673	0.00217	0.48582	\$164 494 619 000
2018	\$528 383	\$36 550 001	0.00030	1.44564	\$6 978 487	\$790 243 714	0.00394	0.88308	\$177 168 756 000
2019	\$747 164	\$65 002 001	0.00041	1.14945	\$7 320 311	\$820 425 077	0.00405	0.89225	\$180 832 721 001
2020	\$826 791	\$75 273 000	0.00049	1.09839	\$11 491 402	\$914 116 416	0.00677	1.25710	\$169 646 390 001

Tablo 2, incelendiğinde 24 numaralı mantar, odun ve kereste ve 82 numaralı ahşap eşya (mobilya hariç) kalemlerinin Katar'a yönelik ihracatının artan bir eğilimde olduğu görülmektedir. Türkiye'nin Katar'a 2017-2020 yılları arasında 24 numaralı mantar, odun ve kereste ihracatı 4 yılda yaklaşık iki kat artmıştır. Benzer şekilde Türkiye'nin Katar'a 2017-2020 yılları arasında 82 numaralı ahşap eşya (mobilya hariç) ihracatı 4 yılda yaklaşık üç kat artmıştır. Türkiye'nin TÜİK (2020) verilerine göre dönem genel ve özel ihracat miktarları düşünüldüğünde, 2017 yılındaki 164,4 milyar dolarlık genel ihracat tutarının % 0,00026 sına denk gelen mantar, odun ve kereste ihracatının, 2020 yılında 169,6 milyar dolarlık genel ihracat tutarının % 0,00049 una denk geldiği görülür. Aynı şekilde ahşap eşya (mobilya hariç) ihracatı ise 2017 yılındaki % 0,002 değerinden 2020 yılında % 0,006 ya çıktığı görülür. Türkiye'nin toplam mantar, odun ve kereste ihracatı 2017 yılında 26,7 milyon dolar seviyesinde olup, 2020 yılında ise bu değer 75,2 milyon dolara çıkmıştır. Bu kalemde ise Katar'ın payı %1,62'den %1,09'a gerilemiştir. Yani mantar, odun ve kereste kategorisinde Katar'ın payı gerileme gösterirken, ahşap eşya (mobilya hariç) kategorisindeki payı %0,49'dan %1,25'ye çıkmıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde Katar'a gerçekleştirilen ve bu çalışmanın temel aldığı orman ürünleri ihracat miktarlarının ve tutarlarının katlanarak arttığı, ancak ülke ihracat oranları içindeki payı olarak bakıldığında ise hala oldukça düşük bir oranda olduğu görülmektedir.

2017 yılında başlayıp ve 2021 yılında sonlanan 2017 Körfez krizinin, Öztürkler (2017)'in belirttiği gibi Türkiye için ekonomik ve politik bazı sonuçları olmuştur. Bu dönemde Katar ile olan geniş ilişkilere dayalı yakınlığın artması, Türkiye'nin potansiyel pazarı olan Katar'a yönelik ihracatın da artmasını sağlamıştır. Bölgeye yönelik Türkiye'den yapılan ihracat ham madde, yarı mamul ve mamul orman ürünleri kapsamında incelendiğinde; doğrudan müşteriye yönelik yüksek katma değerli mamul ürünlerde (örneğin mobilya)

<sup>2</sup> İhracat payları,  $((\text{Katar'a MOK ihracatı}) \times 100) / (\text{Türkiye'nin Toplam İhracatı})$  ve  $((\text{Katar'a ahşap eşya ihracatı}) \times 100) / (\text{Türkiye'nin Toplam İhracatı})$  formülleri ile hesaplanmıştır.

<sup>3</sup> Kalem payları,  $((\text{Katar'a MOK ihracatı}) \times 100) / (\text{Türkiye'nin tüm ülkelere toplam MOK ihracatı})$  ve  $((\text{Katar'a ahşap eşya ihracatı}) \times 100) / (\text{Türkiye'nin tüm ülkelere toplam ahşap eşya ihracatı})$  formülleri ile hesaplanmıştır.

ihracatında katlanarak artış meydana geldiği, ham ve yarı mamul ihracatındaki artışın ise mamul düzeydeki mobilya kategorisine göre daha az olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu Katar'ın Türkiye'den ham ve yarı mamul ürünlerin ticareti yerine, mamul ve katma değeri yüksek ürünlerinin alımını gerçekleştirdiğini göstermektedir. Bu durum Katar'ın Türkiye'nin mamul pazarlarından biri olmasını sağlamakta ve hammadde ihracatından mamul ürün ihracatına geçişin ülkemize katma değer sağlaması anlamı taşımaktadır.

#### 4. Sonuçlar

2017 Körfez Krizinin Türkiye açısından en önemli ekonomik sonuçlarından birisi, kriz öncesi 2016 yılında 439 milyon dolar olan Katar'a yönelik toplam ihracatın, 2018 yılında 1,29 milyar dolar ile tarihinin en yüksek seviyesine çıkması, sonrasında ise ortalama yıllık 1 milyar dolar seviyesinde kalması olarak yorumlanabilir. Bu rakam Katar'ın 2017 Körfez Krizi dönemi ve sonrasında 30 milyar dolar olan yıllık ortalama ithalatının yaklaşık 1 milyar dolarının Türkiye'den gerçekleştirildiğini göstermektedir ki bu rakamın içinde orman ürünleri kalemleri ortalama 115 milyon dolardır (Comtrade, 2021).

Özellikle 2017 Körfez Krizi sonrasında Katar'a yönelik orman ürünleri ihracatının giderek artmasının temel nedenleri şu şekilde belirlenmiştir; Bölgenin ve dünyanın en zengin ülkeleri arasında yer alan Katar'ın (Öztürkler, 2012) ihtiyacını karşılayacak ormana sahip olmaması, bu ihtiyacını özellikle ticari ilişkilerinin bulunduğu diğer ülkelerden karşılaması beklenen bir durumdur. Buna bağlı olarak; bölge ülkelerinin bir kısmı ile 2017 Körfez Krizi sırasında ve sonrasında Katar ile ilişkilerinde yaşanan gerginlik Türkiye ile Katar'ın 2000'li yıllarda başlayan yakınlaşmasına hız kazandırmıştır. Katar ve Türkiye'nin ticari ilişkilerin her dönemde yükseliş içinde olmasına rağmen (Yıldırım, 2021) Türkiye'nin Katar'a yönelik orman ürünleri ihracatı 2017-2020 yılları arasında katlanarak artmıştır (Comtrade, 2021; URL 1).

Birleşik Devletler Tarım Departmanı (USDA) Orman Servisi (2021) yayınladığı teknik raporunda ABD ve Kanada arasında 1980'li yıllardan bu yana süre gelen anlaşma ve uygulamaların 2006, 2015 ve 2017 yıllarında revize edilmesi ile kereste fiyatlarında ciddi yükselişler olduğunu belirtmektedir. Bu yükselişler nedeniyle değişen durumun, ABD'nin orman ürünleri ihracatında değişikliklere neden olduğu göz önünde bulundurulursa, bu durumun Katar piyasasını da etkilediği, bu nedenle Katar'ı bölgedeki en yakın stratejik komşularına yönelterek orman ürünleri açığını Türkiye gibi ülkelere karşılamasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu durumun Türkiye'nin orman ürünleri ihracatına belli oranda katkı sağladığı açıktır ancak bu katkının nicelik yönünden tespiti ile ülkemizin kur politikasının bu niceliğe etkileri ayrı bir çalışmanın konusu olmalıdır.

Türkiye, yıllık ortalama 114 bin hektar ile tüm Avrupa ülkelerinin ve Amerika Birleşik Devletlerinin önünde, mevcut orman alanını en hızlı artıran 6'ncı ülke konumundadır (FAO, 2020). Katar'ın orman ürünleri ithalat verileri (Tablo 1) ve bu ithalatı gerçekleştirdiği ülkelerin orman alanı miktarları incelendiğinde Türkiye'nin ABD, Çin ve Hindistan'ın arkasından en fazla orman alanına sahip olan ülke konumunda olduğu görülür (FAO, 2020). Dolayısıyla her ne kadar bu ülkelerin orman alanı ve ithalat imkânları daha geniş olsa da, Türkiye'nin Katar ile ilişkileri, coğrafi konumu ve Katar'a yakınlık avantajı ile birleştiğinde, orman ürünleri ihracatında bu ülkeler ile rekabet edebilir durumda olduğu söylenebilir. Geçmiş çalışmalar, Türkiye ile Katar ilişkilerinin kur politikası (Saatcioğlu ve Karaca, 2004), Türkiye'nin ekonomik büyüme dinamikleri (Petek ve Çelik, 2017) ve krizler ve çeşitli anlaşmaları içine alan bölgedeki siyasi gelişmeler (Mercan, 2021) gibi pek çok etkene bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Eldeki mevcut veriler ve yapılan literatür taramasından (Alshaikheid, 2020; Erboğa, 2020; Kayaoğlu, 2020; Kınık, 2022) elde edilen sonuca göre, mevcut krizin sona erdiği şu günlerden sonra ihracattaki artışın, siyasi otoritenin Katar ile ilişkilerinin seyrine bağlı olmak kaydıyla, artarak devam edeceği tahmin edilebilir.

Katar orman ürünleri pazarının daha etkin ve katma değer sağlayıcı yönden kullanılması amacıyla Türkiye'nin ürün geliştirme çalışmalarına önem vererek finansman, üretim, pazarlama ve lojistik konularında bilgi altyapısını geliştirmesi ve hammadde ihracatının yerini alan mamul ürün ihracatını artırılması önerilmektedir.

### Yazar Katkıları

Hüseyin Çalışkan: Yazar, literatür taraması, araştırma, veri toplama, metodoloji, görselleştirme ve yazım işlemlerini gerçekleştirmiştir.

Sezgin Özden: Yazar, literatür taraması, araştırma, veri toplama, metodoloji, görselleştirme, yazım ve son kontrol işlemlerini gerçekleştirmiştir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Kaynaklar

- Akman, Ç., ve Ergün, G. (2019). Bağımsızlık sonrası Katar'da yaşanan dönüşüm: Yönetel yapı üzerinden bir inceleme. *Third Sector Social Economic Review*, 54(3), 1078-1094. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.19.07.1154>
- Al-Khulaifi, A. S. (2013). Exports and imports in Qatar: Evidence from cointegration and error correction model. *Asian Economic and Financial Review*, 3(9), 1122-1133. Erişim adresi: <https://archive.aessweb.com/index.php/5002/article/view/1075/1568>
- Al-Mal, H., ve Saad, A. (2021). Did the Qatar blockade work? Evidence from trade and consumer welfare three years after the blockade. *The Economics of Peace and Security Journal*, 16(1). <http://dx.doi.org/10.15355/epsj.16.1.66>
- Alshaikheid, S. A. (2020). Türkiye-Katar ilişkileri (2002-2019): Bölgesel güvenlik sorunları. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Comtrade, (2021). *United Nations Comtrade Analytics*. Erişim tarihi: 25.03.2022. Erişim adresi: <https://comtrade.un.org/labs/data-explorer/>
- ÇŞB. (2018). *Çevresel göstergeler, ormanlık alanların dağılımı*. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Erişim tarihi: 19.03.2022. Erişim adresi: [https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik-alanlarin-dagilimi-i-85782#\\_edn3](https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik-alanlarin-dagilimi-i-85782#_edn3)
- Dirigöz, A. O. (2017). Körfez’de Katar krizi sonucu bölgesel ayrışma ve ABD’nin bölgesel vizyon eksiklikleri. *Ortadoğu Analiz*, 9 (81), 28–31. Erişim tarihi: 20.03.2022. Erişim adresi: [https://www.orsam.org.tr/d\\_hbanaliz/7\\_alioguzdirioz\\_81.pdf](https://www.orsam.org.tr/d_hbanaliz/7_alioguzdirioz_81.pdf)
- EC. (2020). *Relations with the United Kingdom*. European Comission. Erişim adresi: [https://ec.europa.eu/info/strategy/relations-non-eu-countries/relations-united-kingdom\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/relations-non-eu-countries/relations-united-kingdom_en)
- Engin Öztürk, B. (2018). Türkiye-Ortadoğu ülkeleri arasındaki dış ticaret ve sermaye hareketleri. *Journal Of International Social Research*, 11(60), 894-908. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2018.2842>
- Erboğa, A. (2020). Ak Parti döneminde Türkiye’nin Katar ve Birleşik Arap Emirlikleri politikaları. Sakarya Üniversitesi. Ortadoğu Enstitüsü Doktora Tezi.
- FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020: Main report*. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- Karadeniz, C. (2019). Katar'da kültür, miras ve müze çalışmaları. *Art-e Sanat Dergisi*, 12 (24), 719-747. <http://dx.doi.org/10.21602/sduarte.603546>
- Kaya, F. (2017). Coğrafi potansiyelleri temelinde Türkiye jeopolitiği ve dünya siyasetindeki yeri. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 3 (2). 1-14 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aicusbed/issue/31597/341930>
- Kaya, M. ve Kaya, E. (2019). Türkiye’nin 2000’li yıllarda Körfez İşbirliği Konseyi (KİK) ülkeleri ile ekonomik ve siyasi ilişkileri. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1): 505-520 <https://doi.org/10.33206/mjss.471775>
- Kayaoğlu, B. (2020) Ortadoğu Politikası Doğrultusunda Türkiye ve Katar İlişkileri: Ekonomik ve Ticari Temaslar. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 3(2), 464-475.



- Kımk, H. (2022) Türkiye'nin Çok Boyutlu Dış Politikasına Bir Örnek: Türkiye Katar İlişkilerinin Gelişimi. *Bariş Araştırmaları ve Çatışma Çözümleri Dergisi*, 10(1), 27-46.
- Koçgündüz, L. M. (2011). Basra Körfezi'nin Parlayan İncisi: Katar. *Ortadoğu Analiz*, 3(26), 71-81.
- Levaggi, A.G. ve Donelli, F. (2021). Turkey's changing engagement with the global South. *International Affairs*, Volume 97, Issue 4, July 2021, Pages 1105–1124, <https://doi.org/10.1093/ia/iab093>
- Mercan, A. (2021). Türkiye Katar arasındaki ikili ilişkileri etkileyen dinamikler (Master's thesis, ESOGÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- OGM, (2020a). *Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri 2019 Türkiye raporu*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim tarihi: 05.03.2022. Erişim adresi: [https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2019 SOY K.G TÜRKİYE RAPORU.pdf](https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2019%20SOY%20K.G%20T%20R%20K%20I%20Y%20E%20R%20A%20P%20O%20R%20U.pdf)
- OGM, (2020b). Resmi ormancılık istatistikleri 2020. Orman Genel Müdürlüğü. Erişim tarihi: 25.03.2022. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>
- Oskam, J. ve Karijomedjo, G. (2015). Tourism in Tomorrow's World, *Journal of Tourism Futures*. <http://dx.doi.org/10.1108/JTF-12-2014-0024>
- Öztürkler, H. (2012). Katar ekonomisinin genel özellikleri. *Ortadoğu Analiz*, 4(45), 77-83. Erişim adresi: [https://www.orsam.org.tr/d\\_hbanaliz/7Harunozturkler.pdf](https://www.orsam.org.tr/d_hbanaliz/7Harunozturkler.pdf)
- Öztürkler, H. (2017). Katar krizinin ekonomi politiği. *Ortadoğu Analiz*, 9(81), 78-80. Erişim adresi: [https://www.orsam.org.tr/d\\_hbanaliz/21\\_harunozturkler\\_81.pdf](https://www.orsam.org.tr/d_hbanaliz/21_harunozturkler_81.pdf)
- Parlar Dal, E. (2017). Katar krizine Batı'dan bakmak. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/korfez-krizi-katari-oldurmedi-aksine-guclendirdi/1497857>
- Petek, A. ve Çelik, A. (2017). Türkiye'de Enflasyon, Döviz Kuru, İhracat ve İthalat Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi (1990-2015). *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (626), 69-87.
- Riggs R.J. (2021). The Qatar–Iran–Turkey nexus: Shifts in political alliances and economic diversification in the Gulf crisis. *The 2017 Gulf Crisis*. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-8735-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-15-8735-1_11)
- Saatcioğlu, C. ve Karaca, O. (2004). Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye Örneği . *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 5 (2) , 183-195.
- Saidy B. (2017). Qatar and rising China: An evolving partnership. *China Report*. 2017;53(4):447-466. <https://doi.org/10.1177/0009445517727924>
- Sharma, R. (2017). The vicious Gulf crisis: What does it mean for India. *Centre for Air Power Studies* 57/17 Erişim adresi: <https://www.coursebb.com/2019/02/26/political-science-final-research-proposal-regional-crises-in-the-persian-gulf/?amp>
- Sümer, V. (2017). Katar krizi ve gıda güvenliği. *Ortadoğu Analiz*, 42-43. Erişim adresi: [https://orsam.org.tr/d\\_hbanaliz/11\\_vakursumer\\_81.pdf](https://orsam.org.tr/d_hbanaliz/11_vakursumer_81.pdf)
- TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu. Biruni Veri Tabanı. Erişim tarihi: 25.03.2022. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=3&param2=4&sitcrev=4&isicrev=0&sayac=5807>
- URL 1. *Kolay ihracat platformu*. Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı. Erişim tarihi: 25.03.2022. Erişim adresi: <https://www.kolayihracat.gov.tr/ulkeler/katar>
- USDA, (2021). Statur and Trends fort he U.S. Forests Products Sector. Erişim tarihi: 14.08.2022 Erişim adresi: [https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr\\_srs258.pdf](https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs258.pdf)
- Worldbank, (2020). GDP growth Qatar. Erişim tarihi: 25.03.2022. Erişim adresi: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=QA>
- Yellinek, R. (2017). *The Qatar crisis and China*. Begin-Sadat Center for Strategic Studies. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/resrep04619>

- Yıldırım, F. (2021). Osmanlı'dan günümüze Katar-Türkiye ilişkileri. *İslam Medeniyeti Dergisi*, 7 (47), 1-21. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/islammedeniyetidergisi/issue/63076/900848>
- Yılmaz, D. C. (2019). Katar Diplomatik Krizi'nin Ekonomi Bağlamında Değerlendirilmesi. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 109-131. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/723256>

# İklim Değişikliği ve Ormanlar Arasındaki İlişkinin Medyadaki Yeri

Erdoğan ATMIŞ<sup>1,\*</sup>, Doğanay TOLUNAY<sup>2</sup>, Damla YILDIZ<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy-Sarıyer, İstanbul

<sup>3</sup> Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 78050, Karabük

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 30.03.2022

Kabul: 04.09.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Ormanların iklim değişikliğindeki rolünün toplum tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Bunun için medya önemli bir araçtır. Bu çalışma; iklim değişikliğiyle ormanlar ve ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi medya aracılığıyla ortaya koymak ve bu haberlerin yeterliliğini sorgulamak amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda; Türkiye’de seçilen altı gazetenin internet sitelerinde yer alan küresel iklim değişikliği ile ilgili haberlerin, Ocak 2009-Aralık 2018 tarihleri arasındaki 10 yıllık süreçte yıllar içindeki dağılımı ve bu haberlerdeki ormansızlaşmayla iklim değişikliği arasında kurulan ilişkiler incelenmiştir. Bulgulara göre; iklim değişikliği haberlerinin son yıllarda artış eğilimi içerisinde olduğu, fakat bu haberler içinde; “Orman, ağaç, bitki, biyolojik çeşitlilik, ormansızlaşma, yeşil alan vb.” haberlerin oranının sadece %12,4 oranında yer aldığı ortaya çıkmıştır. Ormanları veya ormansızlaşmayı ilişkilendiren haberlerin medyada yeterince yer bulmadığı, bundan öte sadece medyanın değil, dernek, vakıf ve platformlar ile uzman ve akademisyenlerin de ormanlarla iklim değişimi ilişkisini yeterince kuramadığı veya medya ve kamuoyuyla pek paylaşmadığı düşüncesine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Gazete, haber, internet, ormancılık, Türkiye.

## The place in Media of the Relationship Between Climate Change and Forests

<sup>1</sup>Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

<sup>2</sup>Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, İstanbul-Cerrahpaşa University, Bartın, Turkey

<sup>3</sup>Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karabük University, Bartın, Turkey

## Article History

Received: 30.03.2022


Accepted: 04.09.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – There is a need for studies that will enable society to better understand the role of forests in climate change. For this, the media is an essential tool. This article was made to reveal the relationship between climate change, forests, and deforestation through the media and question this news's adequacy. For this purpose, The distribution of the information on global climate change on the websites of six selected newspapers in Turkey over the ten years between January 2009 and December 2018 and the relations between deforestation and climate change in this news was examined. According to the findings, climate change news has increased in recent years. However, within this news, the rate of information about “Forest, trees, plants, biodiversity, deforestation, green space, etc.” is only 12.4%. It is concluded that the news related to forests or deforestation has not received enough coverage in the media and that not only the press but also associations, foundations, platforms, experts, and academics could not adequately establish the relationship between forests and climate change or shared them with the media and the public.

**Keywords** – Newspaper, news, internet, forestry, Turkey.

<sup>1</sup>  eatmis@bartin.edu.tr

<sup>2</sup>  dtolunay@iuc.edu.tr

<sup>3</sup>  damlayildiz@karabuk.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Küresel risklerin politik patlayıcılığı, büyük ölçüde, onların kitle iletişim araçlarındaki yeniden sunumlarının bir işlevi olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel riskler, medyada sahnelendiğinde, “kozmpolit olaylar” haline gelebilir (Beck, 2010). Küresel iklim değişikliği konusu da son yıllarda sıkça gündeme gelmektedir. Bu süreçte medyanın iklim değişikliği konusundaki yaklaşımı önem kazanmaktadır. Bu nedenle iklim biliminin medyada nasıl sunulduğunu inceleyen araştırmaların kapsamını yeni ülkelere yayıp, ülkelerarası karşılaştırmaları daha fazla yaparak bu çalışmaların kapsamını geliştirmeye gereksinim olduğu belirtilmektedir (Uzelgün ve Castro, 2014). Örneğin; Toros (2018); ilgili çalışmada katılımcıların iklim değişikliği hakkında bilgiye erişim mecrası olarak ilk sırada ve en yüksek oranda (%81,25) “İnternet ortamındaki gazeteler” cevabını verdiğini belirterek; iklim değişikliği konusunun medyada özellikle internet ortamındaki gazetelerde yer bulmasının önemini ortaya koymaktadır. Gerçekten de küreselleşen dünyada önemli kitle iletişim araçlarından biri olan ve bilginin ulaşılması ile yayılması hususunda yaygın ve etkin olarak kullanılan internet, medya sektörü için de önemli bir araç olarak yerini almıştır.

İklim değişikliğinin bilim ve uygulama boyutunda medyada ne şekilde yer aldığına ilişkin analizler; Birleşik Krallık'ta (Boykoff ve Mansfield, 2008; Gavin, 2009), ABD'de (Boykoff ve Boykoff, 2007), Hindistan'da (Billett, 2010), Japonya'da (Sampei and Aoyagi-Usui, 2009) ve Almanya'da (Arlt ve ark., 2011; Weingart ve ark., 2000) farklı yazarlar tarafından yapılmıştır. ABD'deki iklim değişikliği haberleriyle ilgili medya merkezli çalışmalar, medyada iklim değişikliğinin varlığına ilişkin hem uyarıcı hem de daha şüpheci seslerin ilgi gördüğünü göstermiştir. Örneğin; 1987 ve 1997 yılları arasında gazeteleri analiz eden Brossard ve ark. (2004) ile 1995'ten 2004'e kadar televizyon haberlerini analiz eden Boykoff ve Mansfield (2008), Amerikan medyasının iklim değişikliğine hem uyarıcı hem de kuşkucu açıdan ilgi gösterdiğini belirtmektedir. Bununla birlikte, Antilla (2005)'nin 2003 ile 2004 yılları arasındaki gazete haberlerine ilişkin bulguları ve Zehr (2000)'in 1986 ve 1995 yılları arasında ABD popüler basınında yayınlanan makalelere ilişkin analizi, “bilimsel belirsizlik” sunumlarının baskın olduğunu ve iklim değişikliği, şüphecilik ve tartışmalarla çerçevelendiğini açıklamaktadır. Yine, 2004 ve 2005 yılları arasında İsveç gazetelerinde küresel ısınmanın varlığını vurgulayan bir “kesinlik çerçevesi” belirleyen Olausson (2009)'un farklı çalışmalarını da unutmamak gerekir.

Sampei ve Aoyagi-Usui (2009) tarafından yapılan çalışmada 1998-2007 yılları arasında Japonya'da çıkan gazete haberleri ile kamudaki iklim değişikliğine yönelik kaygılar arasındaki bağlantı araştırılmıştır. 2007 IPCC raporunun yayınlanmasından sonra, kitle iletişim araçlarında iklim değişikliği ile ilgili “riskin inşası” üzerine yapılmış olan bir Alman araştırması da aynı yöne işaret etmektedir. Peters ve Heinrichs (2008: 14) ise, IPCC raporlarında belgelendiği üzere, medyada iklim değişikliğiyle ilgili haberlerin bilim camiasının konumunu yakından yansıttığını gözlemlemiştir.

Türkiye'de iklim değişikliği ile medya ilişkisini inceleyen çeşitli çalışmalar vardır (Yetkin Cılızoğlu ve Sayımer, 2009; Demircan ve ark., 2016; Şahin ve Üzelgün, 2016; Aykaç, 2018). Bu çalışmalara göre; kuraklık dönemleri, alışılmadık hava olayları ve gündeme oturan küresel gelişmeler dışında iklim değişikliği Türkiye'nin kitlesel medya organlarında pek yer bulamamıştır. Başka bir deyişle medya sektörü ülkenin iklim politikalarının oluşturulmasında etkili bir aktör haline gelememiştir (Şahin ve Üzelgün, 2016). Demircan ve ark. (2016)'na göre; iklim değişikliğiyle ilgili en fazla haber ve köşe yazısı Ağustos aylarında olmuş ve bunlarda sıcaklıkların artışı, kuraklık, susuzluk, orman yangınları, ani hava olaylarının yarattığı meteorolojik afetler ve hortumlar gibi konular işlenmiştir.

Bu çalışmalar içinde medyanın iklim değişikliğiyle ormanları ilişkilendirdiği haberleri inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysa Sanayi Devrimi'nden sonra insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının %32'sinin tarım, ormansızlaşma ve diğer arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. 1750-2011 yılları arasındaki kümülatif olarak gerçekleşen 555 milyar ton kadar olduğu tahmin edilen karbon emisyonlarının 375 milyar tonunun fosil yakıt kullanımı ve çimento üretiminden, 180 milyar tonunun ise orman alanlarının kaybedilmesinden ve arazi kullanım değişikliklerinden (LULUCF)

kaynaklandığı hesaplanmıştır (IPCC, 2013). Ormansızlaşma ve diğer arazi kullanım değişikliklerinin fosil yakıtlardan sonraki en büyük sera gazı kaynağı olması nedeniyle 2005 yılında Montreal'deki COP11 toplantısında ormansızlaşmadan kaynaklanan salımların azaltılması gerektiği ifade edilmiştir. 2007 yılında Bali'de toplanan COP13 toplantısında ise ormansızlaşma yanında ormanların bozulmasından kaynaklanan emisyonların da azaltılmasının zorunlu olduğu rapor edilmiş ve kısaca REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) olarak adlandırılan yaklaşımın temeli atılmıştır. 2008 yılında Poznan'da toplanan COP14'te bu sürece ormanların koruyucu rolü, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve orman karbon stoklarının korunması ve artırılması da eklenerek REDD+ olarak adlandırılan bugünkü halini almıştır (Tolunay, 2017). Ancak buna rağmen dünya genelinde ormansızlaşma ve orman tahribatı durdurulamamıştır. Nitekim 2015 yılında imzalanan ve 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması'nda da ormansızlaşma ve ormanların tahribatı kaynaklı emisyonların azaltılması, karbon yutak alanı olan ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetilmesi konusunda önlemler alınması öncelikli hedefler arasında yer almıştır.

İskoçya'nın Glasgow şehrinde 31 Ekim-11 Kasım 2021 tarihleri arasında düzenlenen "26. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP26)"nda da iklim değişikliğiyle ormanların ilişkisini vurgulayan önemli kararlar alınmıştır. 2 Kasım 2021 tarihinde 141 ülkenin imzaladığı Orman ve Arazi Kullanımı Üzerine Glasgow Liderler Bildirisi'nde (Glasgow Leaders' Declaration on Forests and Land Use) ormanların, biyolojik çeşitliliğin ve arazi kullanımının antropojenik sera gazı emisyonlarının iklim değişikliğine uyumu ve diğer ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi arasındaki dengeyi sağlamaya yardımcı olmadaki kritik ve birbirine bağımlı rolü vurgulanmıştır. Liderler, 2030'a kadar ormansızlaşma ve orman bozulmasını durdurmayı ve bu durumu tersine çevirmeyi taahhüt ederek, sürdürülebilir arazi kullanımı ile ormanların ve diğer karasal ekosistemlerin korunması, koruma, sürdürülebilir yönetim ve restorasyon konusundaki sorumluluklarını üstlenmeyi vaat etmişlerdir (Atmış, 2021; COP26, 2021).

Diğer yandan tüm dünyada 2050 yılında net sıfır karbon emisyon hedefi daha güçlü olarak dillendirilmeye başlanmıştır. Türkiye'de 2053 yılında net sıfır karbon emisyon hedefi koymuştur. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için en önemli araç ormanların yıllık olarak atmosferden alıp depoladıkları karbon miktarıdır. Çünkü bu hedefe ormanlar olmadan ulaşılması oldukça zordur. Örneğin Türkiye'nin 2019 yılında 506 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri olan toplam emisyonlarının ormanlar ve hasat edilmiş odun ürünü karbon yutaklarınca atmosferden alınan 84 milyon ton CO<sub>2</sub>'ye indirmesi gerekecektir. Ancak bu yutak alanlarca atmosferden alınan CO<sub>2</sub> miktarı sürekli azalmaktadır ve 2017 yılında 100 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri olan miktar 2019'da 16 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri azalmıştır (NIR Turkey, 2021). Bu durumun nedeni ormanlardan yapılan ve sürdürülebilir orman yönetimi anlayışına uymayan aşırı odun üretimidir. Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle yangınlardan etkilenen orman alanı miktarı artmıştır. 2021 yılında sadece 15 gün içinde 133.000 ha orman yanmıştır. Aşırı odun üretimi son iki yılda daha da artmıştır. Aşırı odun üretimi ve yanan ormanlar nedeniyle atmosferden ormanlar tarafından yıllık olarak alınan CO<sub>2</sub> miktarı daha da azalmış olduğu halde, bunlar henüz Ulusal Sera Gazı envanterine yansımamıştır. Ek olarak iklim değişikliği nedeniyle sıklığı, şiddeti ve süresi artan aşırı hava olaylarından korunmak için de ormanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Başka bir ifadeyle ormanlar ve diğer doğal ekosistemlerin korunması iklim değişikliğine uyum eylemidir. Ancak karar vericiler ve kamu kurumları dâhil toplumun büyük bir bölümü ormanların sera gazı azaltımındaki etkisinin ve aşırı hava olaylarının önlenmesindeki katkısının farkında değildir.

Bu kapsamda ormanların iklim değişikliğindeki rolünün toplum tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için de medya önemli bir araç olarak görülmektedir. Çünkü medya; uluslararası organizasyonlar, hükümetler, akademisyenler, araştırma enstitüleri, demokratik kitle örgütleri vb. kurumların iklim konusuna bakışını kamuoyuyla paylaşmanın yanı sıra konunun toplumsal bir zeminde tartışılması fırsatı yaratmaktadır. İklim değişikliği ile medya ilişkilerini inceleyen bir çalışma, ormanların iklim değişikliği üzerindeki etkisinin öncelikle medya, sonra da bu kuruluşlar için hangi düzeyde önem taşıdığına öğrenilmesine yardımcı olacaktır. Bu çerçevede bu çalışma; iklim değişikliğiyle ormanlar ve ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi medya aracılığıyla ortaya koymak ve bu haberlerin yeterliliğini sorgulamak amacıyla

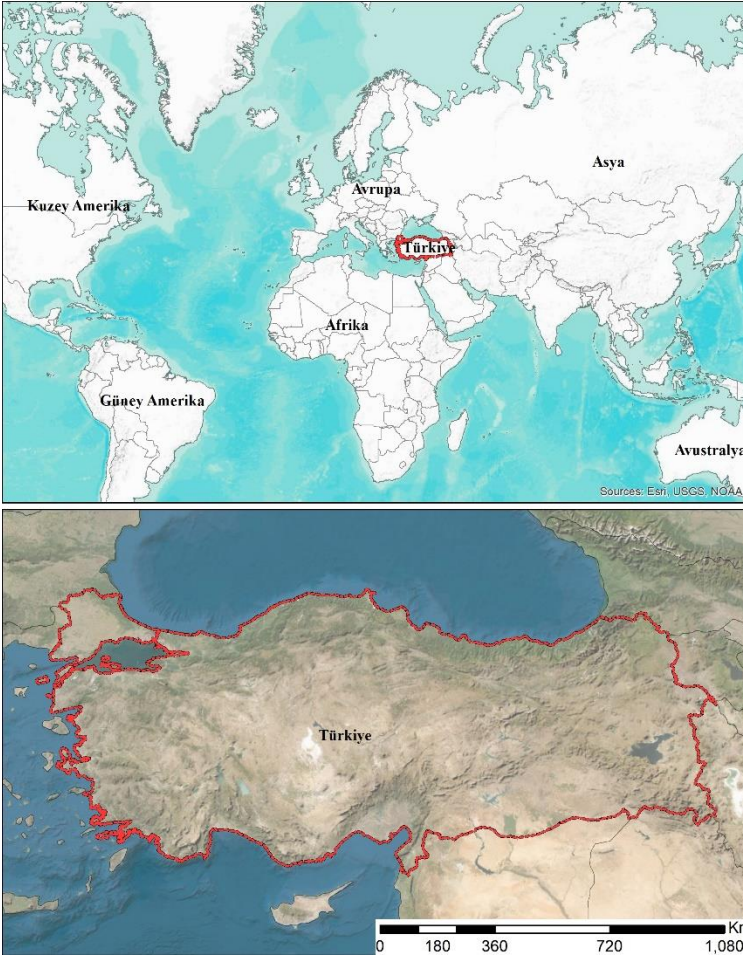
yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda; Türkiye’de seçilen altı gazetenin internet sitelerinde yer alan küresel iklim değişikliği ile ilgili haberlerin, Ocak 2009-Aralık 2018 tarihleri arasındaki 10 yıllık süreçte yıllar içindeki dağılımı ve bu haberlerdeki ormanlar ve ormansızlaşmayla iklim değişikliği arasında kurulan ilişkiler incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

23.110.000 ha’lık bir alanı kaplamakta olan Türkiye ormanları 1.721.695.000 m<sup>3</sup> odun servetine ve 47.600.000 m<sup>3</sup> yıllık cari artıma sahiptir (OGM, 2022) (bkz Şekil 1). Bu ormanların sadece 18.000 hektarlık bir kısmı, yani tüm orman alanlarının %0,1’inden bile azı özel mülkiyete aittir. Ülkede farklı koruma statülerine sahip toplam 3.666.573 ha’lık bir alanı kaplayan 1.687 adet korunan alan vardır ve bu alanların büyük çoğunluğu orman sınırları içerisinde yer almaktadır (DKMP, 2022).

Türkiye’de ormancılık çalışmaları Orman Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Korunan alanlar ve doğa koruma ile ilgili çalışmalar ise Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün sorumluluğundadır. Bu iki genel müdürlük, Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı olarak faaliyet göstermektedir.



Şekil 1. Türkiye’nin konumu

Çalışma kapsamında incelenmek üzere altı farklı gazete seçilmiştir (bkz. Tablo 1). Bu gazeteler; Sabah, Hürriyet, Milliyet, Sözcü, Cumhuriyet ve Birgün gazeteleridir. Gazetelerin ait oldukları medya gruplarının ile siyasi eğilimleri ve tirajlarının farklı özellikler göstermesi, internet sayfaları üzerinden taranabiliyor olması önemli kriterler olarak görülmüş ve seçim bu ekseninde yapılmıştır. Seçilen altı gazete içinde en çok günlük

tiraja sahip olan gazete 281.523 ile Sabah Gazetesi'dir. Onu birbirine yakın rakamlarla Hürriyet ve Sözcü gazeteleri izlemektedir (bkz. Tablo 1).

Tablo 1

Seçilen Gazetelerin Günlük tirajı

Gazete adı	Gazetelerin günlük tirajı*
Birgün	8.000
Cumhuriyet	32.754
Hürriyet	262.801
Milliyet	126.890
Sabah	281.523
Sözcü	262.012

\*Veriler araştırma verilerinin toplandığı son hafta olan 24-30 Aralık 2018 haftasının ortalama günlük tirajlarıdır. <http://gazetetirajlari.com> sitesinden alınmıştır.

## 2.2. Metot

Çalışmada iklim değişikliğiyle ormanlar ve ormansızlaşma arasındaki ilişki “Doküman incelemesi tekniği” kullanılarak araştırılmıştır. Küresel iklim değişikliği konusuyla ilgili bilgi içeren yazılı kaynaklardan biri olan gazete haberlerinin analizi “Elektronik ortamda literatür tarama yöntemi” ile gerçekleştirilmiştir. Seçilen gazetelerdeki iklim değişikliğine dair haberler, araştırma verilerini oluşturmuştur. Çalışmada amaçlı örnekleme yapılmıştır.

Birgün, Cumhuriyet, Sabah, Hürriyet ve Milliyet gazetelerinin Ocak 2009-Aralık 2018 tarihleri baz alınarak 10 yıllık taramaları gerçekleştirilirken; Sözcü gazetesinin ise arşivlerine ulaşılabilen Ocak 2016-Aralık 2018 yılları arasındaki 3 yıllık taraması yapılmıştır. Seçilen altı gazetenin ulusal basını temsil edebileceği varsayılmıştır. Veriler araştırmacılar tarafından 2019 yılı içerisinde toplanmıştır. Veri toplamada haber metninin analizini yapmak için, araştırmacılar tarafından literatür doğrultusunda oluşturulan ve 10 sorudan oluşan bir içerik çözümleme formu kullanılmıştır. Bu formda;

1. İklim değişikliğiyle ilgili ulaşılan haberlerin gazeteler bazında yıllara göre dağılımı,
2. Haber alt başlıklarını oluşturan konuların ayrımı,
3. İklim değişikliği-orman ilişkisini konu alan haberlerin içeriklerine ait kavramların listesi,
4. İklim değişikliği-sel ilişkisini konu alan haberlerin içeriklerine ait kavramların listesi,
5. İklim değişikliği-enerji ilişkisini konu alan haberlerin içeriklerine ait kavramların listesi,
6. İklim değişikliği-yeşil ilişkisini konu alan ilgili haberlerin içeriklerine ait kavramların listesi,
7. İklim değişikliğinin diğer konularla ilişkisine yer veren haberlerin içeriklerine ait kavramların listesi,
8. İklim değişikliği anahtar kelimesinin haberde geçtiği yer,
9. İklim değişikliği ile ilgili haberlerin kaynakları,
10. İklim değişikliği haberlerinin olayı açıklamada kullandıkları haber dayanaklarının haber konusu ve kaynağı başlıkları altında incelenmiş ve sonuçlar metin, sayı ve yüzdeler olarak verilmiştir.

Çalışmanın evrenini hem ulusal ölçekte hem de internet ortamında yayın yapan ve farklı yayın grupları arasından seçilen 6 gazetede (Birgün, Cumhuriyet, Hürriyet, Milliyet, Sabah, Sözcü) belirtilen tarihler arasında yayınlanan iklim değişikliği ile ilgili haberler oluşturmuştur. Bu gazetelerin internet adreslerindeki

arama motorlarına “iklim değişikliği” anahtar kelimesi yazılmış ve anahtar kelime ile yapılan tarama sonucunda küresel iklim değişikliği ile ilgili çok sayıda habere ulaşılmıştır. İklim krizi ve küresel ısınma gibi kavramlar da anahtar kelime olarak kullanılabilir. Fakat taramanın başladığı tarih baz alındığında, iklim krizi kavramının 2009 yılında henüz kullanılmaya başlanmamış olması ve küresel ısınma kavramının da son yıllarda pek kullanılmıyor olması nedeniyle, 2009-2018 yılları arasında dengeli bir şekilde kullanılan bir kavram olan iklim değişikliği kavramının anahtar kelime olarak kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışmanın evrenini gazetelerdeki iklim değişikliği ile ilgili tüm haberler oluştururken; örnekleme seçilen altı gazetede çalışılan konuyla iklim değişikliği arasında bağ kuran haberler oluşturmuştur. Örnekleme dahil edilen haberler küresel iklim değişikliği ile doğrudan ilgili olduğu düşünülen, haberin içeriğinde iklim değişikliği konusunun yer aldığı haberlerdir. İklim değişikliğinin sadece kelime olarak geçtiği, metin içerisinde iklim değişikliği konusunun önemli yer bulmadığı haberler ile yinelemeyi önlemek için farklı gazetelerdeki benzer olan haberler her bir gazete için kayda alınmış, fakat haber analizinde sadece bir haber olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra bu haberlerden ormanlar ve çevre sorunları ile ilgili olanlar analiz edilmiştir. Yapılan bu işlemler sonucunda 1626 haberden 1273 haberin analize uygun olduğu görülmüştür. Bu haberlerin 559'u iklim değişikliğiyle ormanlar ve ormansızlaşma (çevre konuları/sorunları) arasındaki ilişkiyi ortaya koyan haberlerdir. Bu haberler içinde; orman, ormansızlaşma, kent ormanı, kentsel ısı adası, şehirleşme, betonlaşma, yapılaşma, altyapı, sel, taşkın, yeşil alan, yeşil ekonomi, yeşil altyapı, biyolojik çeşitlilik, doğal kaynak, fosil yakıt, yenilenebilir enerji gibi kelimelerin iklim değişikliği haberlerindeki yeri sorgulanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Küresel iklim değişikliği ile ilgili tüm haberler gazetelerin internet adreslerindeki arama motorlarına yazılan “iklim değişikliği” anahtar kelimesi ile elde edilmiştir. Gazetelerdeki “iklim değişikliği” anahtar kelimesinden elde edilen haberler içinden; Birgün gazetesindeki toplam 422 haberin 175'i, Cumhuriyet gazetesindeki toplam 990 haberin 234'ü, Sabah gazetesindeki toplam 1.223 haberin 257'si, Hürriyet gazetesindeki toplam 2.069 haberin 493'ü, Milliyet gazetesindeki toplam 1.687 haberin 391'i ve Sözcü gazetesindeki toplam 417 haberin 76'sı olmak üzere genel toplamda 1.626 haber çalışma kapsamına dahil edilmiş ve çalışma evrenini bu 1.626 haber oluşturmuştur (bkz. Tablo 2).

İklim değişikliğiyle ilgili haberlerin sayısının özellikle 2015 yılı sonrasında artmış olması önemlidir. Bu durum üzerinde 2015 yılında Paris'te toplanan COP22 toplantısı ve imzaya açılan Paris Anlaşmasının etkisinin olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Yine benzer şekilde iklim değişikliğine bağlı olarak sayısı giderek artan aşırı hava olaylarının da haber sayısındaki artışla ilgili olabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 2

Küresel iklim değişikliği haberlerinin yıllara göre dağılımı

İklim değişikliği haberinin yayımlandığı yıl	Birgün		Cumhuriyet		Sabah		Gazete adı Hürriyet		Milliyet		Sözcü		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
2009	7	4,0	53	22,6	28	10,9	27	5,5	21	5,4	-	-	136	8,4
2010	1	0,6	25	10,7	16	6,2	36	7,3	17	4,3	-	-	95	5,8
2011	1	0,6	23	9,8	19	7,4	29	5,9	28	7,2	-	-	100	6,2
2012	2	1,1	14	6,0	16	6,2	17	3,5	20	5,1	-	-	69	4,2
2013	-	-	9	3,9	21	8,2	14	2,8	19	4,8	-	-	63	3,9
2014	5	2,9	18	7,7	21	8,2	26	5,3	25	6,4	-	-	95	5,8
2015	5	2,9	11	4,7	27	10,5	50	10,1	23	5,9	-	-	116	7,1
2016	13	7,4	21	9,0	17	6,6	42	8,5	21	5,4	32	42,2	146	9,0
2017	59	33,7	27	11,5	41	16,0	111	22,5	63	16,1	22	28,9	323	19,9
2018	82	46,8	33	14,1	51	19,8	141	28,6	154	39,4	22	28,9	483	29,7
Toplam	175	100	234	100	257	100	493	100	391	100	76	100	1.626	100



İklim değişikliğiyle ilgili haberler sınıflandırıldığında ön plana çıkan alt başlıklar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

1. “Orman” konusu ile ilgili haberler; orman, ağaç, bitki zararı, ağaç ölümü, fidan dikimi, orman yangını, Akdeniz ormanlarının tehdidi, orman yıkımı, orman talanı, ormansızlaşma, ormanların yok edilmesi, yeşil alan, biyolojik çeşitlilik, orman koruma, ağaçların erken çiçek açması ve zarar, ağaç kesimi, ağaç kuruması,
2. “Sel” konusu ile ilgili haberler; sel, taşkın, yapılaşma, betonlaşma, altyapı, şehirleşme, su baskını, kent içi ısı adası, şehrin ısı adası,
3. “Enerji” konusu ile ilgili haberler; yenilenebilir enerji, fosil yakıt, yenilenebilir kaynak, kömürlü termik santral, HES, biyoenerji, temiz enerji,
4. “Yeşil” konusu ile ilgili haberler; yeşil koridor, yeşil büyüme, yeşil bina, yeşil teknoloji, yeşil politika,
5. “Diğer” haberler ise gıda, tarım, üretim dalgalanmaları, sağlık, hastalık, göç, yoksulluk, sıcaklık değişimi, canlıların değişimden etkilenmesi, kirlilik, kuraklık, mevsim değişimi, su kaynaklarında değişim, aşırı avlanma, bilgilendirme, mücadele, işbirliği, eylem, farkındalık oluşturma, eğitim düzenleme ve gelecek için felaket senaryoları gibi durumlar arasındaki ilişkilerin yer aldığı haberlerdir.

Medyada doğrudan iklim değişikliği ve ormanlar arasındaki ilişkiye değinen haberlerin sayısı oldukça sınırlıdır. Bu haberlerde çoğunlukla ağaçlandırmaların ya da yutak alan olan ormanların arttırılması haberleri ön plana çıkmaktadır. Ancak özellikle ülkemizdeki ormansızlaşma ve ormanların tahribatı ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi konu alan haber sayısı oldukça sınırlıdır. İklim değişikliği ve ormanlar ilişkisi daha çok orman yangınlarından sonra gündeme gelmektedir. Çalışmanın örnekleme tarihi aralığının dışında kalan 2021 yılında çıkan orman yangınları sırasında az da olsa iklim değişikliğinin bu orman yangınlarına neden olduğu konusunda haberler yapılmış, ancak çoğunlukla iklim değişikliği konularına değinilmemiştir. Nitekim Şahin (2020); medyada orman yangınları ve iklim değişikliği arasında ilişkinin tam olarak kurulmadığını ülkemiz medyasında yer alan Avustralya yangınlarıyla ilgili haberleri inceleyerek tespit etmiştir. Yazara göre haberlerin %78’inde bu yangınların nedeni gösterilmemiştir. Bu gibi iklim değişikliği etkilerini tam olarak yansıtmayan haberler, kamuoyunun iklim değişikliği ve ormanlar arasındaki ilişki konusundaki farkındalığının düşük kalmasına yol açmaktadır. 2021 yılı sonunda İklim Haber ve KONDA Araştırma ve Danışmanlık iş birliğinde yapılan bir ankette kamuoyunun halen iklim değişikliği ve orman yangınları arasında var olan ilişkiyi tam olarak kurmadığı, ankete verilen yanıtlardan ortaya çıkmaktadır. Bu ankette katılımcıların %36’sı orman yangınlarının terör örgütlerince ve %27’si ormanları imara açmak için çıkarıldığını düşündüklerini beyan etmişlerdir. Yangınların iklim değişikliği ile ilişkili olduğunu düşünenlerin sayısı ise sadece %3’te kalmıştır (İklim Haber ve Konda, 2022).

Gazetelere yansıyan haberlere bakıldığında; çevre konuları/sorunlarıyla ilgili orman, sel, yenilenebilir enerji ve yeşil kavramlarının öne çıktığı görülmektedir. Haberlerde iklim değişikliğiyle en çok enerji konusu (%17,4) ilişkilendirilmiştir. Daha sonra sırasıyla orman (%12,4), sel, taşkın ve şehirleşme (%10,1) ve yeşil ekonomi, yeşil büyüme, yeşil politika, yeşil bina kavramları (%4,5) gelmektedir. Haberlerin geri kalan %55,6’sı ise iklim değişikliğinden bahseden, fakat bu konular gibi öne çıkmayan diğer haberlerdir (Tablo 3). İklim değişikliği ile ilgili haberler içinde orman, ormansızlaşma ve yeşil alanlarla ilgili haberlerin oranı ancak %12,4’e ulaşabilmektedir. Orman ve yeşil alanlar konusunu iklim değişikliğiyle en çok ilişkilendiren gazete %33,3’le Hürriyet Gazetesi’dir. Bu gazeteyi %20,9’luk oranla Milliyet ve %16,9’la Cumhuriyet gazeteleri takip etmektedir (bkz. Tablo 3).

Tablo 3  
Küresel iklim değişikliği haberlerinin konulara göre dağılımı

No	Konu	Gazete adı						Toplam	
		Birgün	Cumhuriyet	Sabah	Hürriyet	Milliyet	Sözcü	Sayı	%
1	Orman, ağaç, bitki, biyolojik çeşitlilik, ormansızlaşma, yeşil alan vb	17	34	31	67	42	10	201	12,4
2	Sel, taşkın, şehirleşme, yapılaşma, kentsel ısı adası vb.	16	25	31	46	41	5	164	10,1
3	Enerji, fosil yakıt, yenilenebilir enerji, HES, yeşil enerji, kömürlü termik santral vb.	43	42	45	84	52	17	283	17,4
4	Yeşil ekonomi, yeşil büyüme, yeşil bina vb.	4	7	14	24	21	3	73	4,5
5	Diğer	95	126	136	272	235	41	905	55,6
	Toplam	175	234	257	493	391	76	1626	100

Araştırma evrenini oluşturan 1.626 haber içinden 1.273 haber örneklem kapsamına alınmış ve içerik analizi uygulanarak araştırma konusunun medyadaki yeri sorgulanmıştır. 1.273 haberin %43,9’unda küresel iklim değişikliği ile orman ve ormansızlaşma, sel, taşkın, şehirleşme, enerji ve yeşil konuları arasındaki ilişkiyi içeren çevre konuları/sorunlarıyla ilgili konulara yer verilmiştir. Bu haberler içinden 158 haberde orman konusu, 121 haberde sel konusu, 233 haberde enerji konusu ele alınırken, 47 haberde yeşil kavramına değinilmiştir (bkz. Tablo 4).

Tablo 4  
İçerik analizine konu olan haberlerin sayı ve oranları

No	Konu	İlgili haber sayısı	İçerik analizine konu haber sayısı*	İçerik analizi yapılan haber oranı
1	Orman, ağaç, bitki, biyolojik çeşitlilik, ormansızlaşma, yeşil alan vb.	201	158	12,4
2	Sel, taşkın, şehirleşme, yapılaşma, kentsel ısı adası vb.	164	121	9,5
3	Enerji, yenilenebilir enerji, HES, kömürlü termik santral vb.	283	233	18,3
4	Yeşil ekonomi, yeşil büyüme, yeşil bina vb.	73	47	3,7
5	Diğer	905	714	56,1
	Toplam	1.626	1.273	100

\*İçerik analizinde ilgili haberler içinde farklı gazetelerde yer alan aynı olayla ilgili haberler teke indirilmiştir.

Ormanlar daha çok iklim değişikliği arttıkça orman yangınlarının artacağı yönündeki haberlere konu olmuştur. <sup>2</sup>“Yangını simkartlar haber verecek” (Hürriyet, 17.09.2012) başlıklı haberde iklim değişikliğinin orman yangınlarının daha sık, geniş alanlı ve şiddetli olmasına yol açacağı bildirilmiştir. Sel, heyelan, taşkın gibi doğa olaylarının; çarpık kentleşme, betonlaşma, nedeniyle kanıksanmış ciddi sorunlara dönüştüğü, önlem alınmazsa bu gibi sorunların daha da artacağı haberlerde yer almıştır. <sup>3</sup>“Şehirlerde seller artacak” (Hürriyet, 01.12.2014) ve <sup>4</sup>“İklim değişikliğiyle gelen tehlike: Şehir selleri” (Cumhuriyet, 29.05.2011) başlıklı haberlerde küresel iklim değişikliğiyle birlikte şehir sellerinin daha da çok görülmeye başlanacağı bildirilmiştir. Yeşil ekonomi, yeşil büyüme, yeşil kent gibi terimler, iklim değişikliği ile mücadelede etkili olabilecekleri iddiasıyla gündeme getirilmiştir. Yenilenebilir enerji ise iklim değişikliğinin önlenmesinde hidroelektrik ve termik santrallere

<sup>2</sup> “Yangını simkartlar haber verecek”, Hürriyet, 17.09.2012.

<sup>3</sup> “Şehirlerde seller artacak”, Hürriyet, 01.12.2014.

<sup>4</sup> “İklim değişikliğiyle gelen tehlike: Şehir selleri”, Cumhuriyet, 29.05.2011.

alternatif olarak önerilmiştir. <sup>5</sup>“Greenpeace: Kömüre dünya sırtını, Türkiye yüzünü döndü” (Hürriyet, 17.11.2017) haberinde Türkiye'nin kömür kullanım ısrarı ve kömürlü termik santral projeleri eleştirilmektedir.

Haber içerikleri incelendiğinde iklim değişikliğiyle ormanı ilişkilendiren haberlerde; yağmur ormanlarının, Amazonların, Akdeniz ormanlarının, orman ekosistemlerinin, biyoçeşitliliğin korunması, bitki ve hayvan türlerinin nesillerinin tükenmesinin önlenmesi, ormanlar gibi karbon yutaklarının artırılması, yeni ağaçlandırmalar yapılması, bunun için tohum ekimi ve fidan dikimi yapılması, hatıra ormanları oluşturulması gibi farklı ifadelerle de olsa orman alanların artırılmasına yönelik değerlendirmelerin yer aldığı görülmektedir. <sup>6</sup>“İş Bankasının 81 İlde 81 Orman projesi” (Milliyet, 19.10.2009) başlıklı haberde ormansızlaşmanın iklim değişikliği, erozyon ve sellerin önemli nedenlerinden biri olduğuna dikkati çekilerek, fidan dikimi teşvik edilmiştir. Kentsel ısı adası etkisinin yaratacağı olumsuz etkilerin giderilmesi adına yeşil dokunun artırılması/yeşil alanların çoğaltılmasının sağlanması önerilmektedir. <sup>7</sup> “Ankara'nın çalıları şehre taşınacak” (Hürriyet, 28.01.2014) başlıklı haberde geliştirilen bir proje ile küresel iklim değişikliğine yerel çözümler üreterek kentsel yeşil alanların değişen iklime hazırlanmasının hedeflendiği ifade edilmiştir. Orman yangınlarının azaltılması ve karbon ayak izinin en düşük seviyeye indirilmesi şeklinde de ormanlarla iklim değişikliği arasında doğrudan bağ kuran konulara yer verilmiştir (bkz. Tablo 5). Kentlerde orman yıkımı sonrası oluşan yapılaşma, kentleşme ve betonlaşmayla birlikte toprağın azalması, suyun toprakla buluşmadığı ve bu yüzden toprağın serinletme etkisinin azalması gibi olumsuzluklar haberlerde yer almıştır. Küresel iklim değişikliği sonucu oluşan sıcaklık değişiminin asfalt yollar, beton binalar ve cam giydirilen gökdelenlerin de etkisiyle şehirde oluşturduğu ısı adasına dikkat çekilmiştir. Bu değişimin iklimin uç değerlere kaymasını tetikleyerek, kentlerde aşırı hava olayları, kısa süreli ve şiddetli yağışlardan kaynaklanan sellerin oluşmasına hatta sel kaynaklı ölümlerin yaşanmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Yenilenebilir enerjinin iklim değişikliğiyle mücadelede önemli rol oynayacağı belirtilmektedir. Bu anlamda karbondioksit salımının azaltılması için fosil yakıtlara bağımlılığın giderilmesi ile alternatif ve temiz enerji kaynaklarına geçiş politikaları önerilmektedir. Bu haberler verilirken zaman zaman trajik olaylara da yer verilmiştir. Örneğin; <sup>8</sup>“Ünlü avukat iklim değişikliğini protesto için kendini yaktı” (Milliyet, 15.04.2018) başlıklı haberde iklim değişikliğini protesto için insanların dünyaya verdiği zararı simgelemek adına bir avukatın bizzat fosil yakıt kullanarak kendini yaktığı ve can verdiği belirtilmiştir. Enerji ile ilgili olarak ayrıca düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde arz güvenliği sağlanmasının yanı sıra ekonomik büyüme için en önemli araç olarak enerji verimliliğine dikkat çekilmiştir (bkz. Tablo 5).

Gazetelerde yeşil konulu haber içeriklerinde; binaların planlanması aşamasında yeşil alanları ön plana çıkararak, çevreye verilen zararı en aza indiren çevreci malzemelerin seçilmesi, sürdürülebilir ürünler kullanılarak ve atık yönetimine dikkat edilerek küresel iklim değişikliği ile mücadele etmenin ve bu konuda bilinç oluşturma öneminde bahsedilmektedir. İklim değişikliği konusunda ülkelerin önünü açan sürdürülebilir yatırımlar (hem çevreyi koruyan hem de kar ettiren) ile yeşil bina, yeşil otel, yeşil havalimanı, yeşil belediye, yeşil şirket vb yapıların teşvik edilmesi konu edilmiştir (bkz. Tablo 5). Örneğin; <sup>9</sup>“VİKO'dan yeşil ofis adımı” (Milliyet, 09.04.2015) başlıklı haberde, küresel iklim değişikliği tehdidine karşı yeşil ofis konusuna değinilerek ofisler için uygulanabilir kaynak yönetimi oluşturma ve bu çerçevede çevreye verdikleri zararı azaltma konusuna değinilmiştir.

<sup>5</sup> “Greenpeace: Kömüre dünya sırtını, Türkiye yüzünü döndü”, Hürriyet, 17.11.2017.

<sup>6</sup> “İş Bankasının 81 İlde 81 Orman projesi”, Milliyet, 19.10.2009.

<sup>7</sup> “Ankara'nın çalıları şehre taşınacak”, Hürriyet, 28.01.2014.

<sup>8</sup> “Ünlü avukat iklim değişikliğini protesto için kendini yaktı”, Milliyet, 15.04.2018.

<sup>9</sup> “VİKO'dan yeşil ofis adımı”, Milliyet, 09.04.2015.

Tablo 5  
Küresel iklim değişikliği haberlerinin içerikleri

Haber konuları	Haberler içerikleri
Orman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ormanlar gibi karbon yutaklarının artırılması,</li> <li>• Orman alanlarını genişletme çalışmalarının yapılması,</li> <li>• Orman kurma, ağaçlandırma,</li> <li>• Ormansızlaşmayı durdurma, ormanlaştırma,</li> <li>• Yeşil alan, yeşili korumak/artırmak, yeşil alan kaybı, kentsel yeşil alanları değişen iklime hazırlama, yeşil alan azalması,</li> <li>• Yağmur ormanlarının korunmasının gerekliliği,</li> <li>• Amazon/Akdeniz ormanlarının yok olma ihtimali/tehdidi,</li> <li>• Tohum ekimi ve fidan dikimi çalışmaları,</li> <li>• Hatıra ormanları oluşturma,</li> <li>• Karbon ayak izini en aza indirme,</li> <li>• Biyoçeşitliliği tehdit, biyoçeşitliliğin zarar görmesi hatta yok olması,</li> <li>• Bitki ve hayvan türlerinin nesli/soyu tükenmesi veya yok olması,</li> <li>• Ormanları ve orman ekosistemini koruma gerekliliği,</li> <li>• Özellikle meyve ağaçlarının erken çiçek açması ve bunun olası zararları,</li> <li>• Orman yangınları,</li> </ul>
Sel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kentsel ısı adası, kent içi ısı adası, şehir ısı adası, ısı adası etkisi, beton ısınması, şehirler üzerinde ısı adaları,</li> <li>• Yapılaşma, kaçak yapılaşma, kentleşme, çarpık kentleşme, çarpık aşırı yapılaşma, plansız yapılaşma, betonlaşma, yatay kentleşme, yayılmış kent formu,</li> <li>• Altyapı eksikliği, dere yatakları,</li> <li>• Sel felaketi, sel kaynaklı ölüm, sel riski,</li> <li>• Şehir selleri, ani seller, su taşkını,</li> <li>• Meteorolojik afet, yağış frekansının artması, aşırı hava olayları,</li> <li>• Kentlerde toprağı azaltmak, toprağın serinletme etkisi, suyun toprakla buluşmaması,</li> <li>• Asfalt, beton, cam bina/malzeme,</li> </ul>
Enerji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yenilenebilir enerji, yenilenebilir kaynak, fosil yakıttan yenilenebilir enerjiye,</li> <li>• Fosil yakıt, fosil yakıtlara bağlılık/düşünlük, fosil kaynaklı/kökenli yakıt/enerji,</li> <li>• Kömür, kömür kullanımı, kömürlü termik santral,</li> <li>• Yeşil enerji, yeşil ekonomi,</li> <li>• Isı yalıtımı ile enerji tüketimini azaltma,</li> <li>• Temiz enerji, temiz yenilenebilir enerji, kömür kullanımından temiz enerjiye geçiş,</li> <li>• Çevre dostu enerji teknolojileri, iklim dostu enerji,</li> <li>• Enerji verimliliği,</li> <li>• Hidroelektrik enerji santralleri,</li> <li>• Karbon ayak izi, karbon salımı, düşük karbonlu enerji sistemleri,</li> <li>• Alternatif enerji kaynakları,</li> </ul>
Yeşil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeşil bina, çevre dostu yeşil bina, yeşil konut, yeşil çatı, yeşil tesis,</li> <li>• Yeşil bisiklet, yeşil havalimanı,</li> <li>• Yeşil altyapı stratejisi, yeşil dokuyu artırmak, yeşil yapılanma, yeşil koridor, akıllı yeşil şehir,</li> <li>• Yeşil kampüs, yeşil belediye, yeşil şirket, yeşil otel,</li> <li>• Yeşil iş, yeşil ürün, yeşil uygulama, yeşil istihdam,</li> <li>• Yeşil büyüme, yeşil ekonomi,</li> <li>• Yeşil dinlenme ünitesi, yeşil gölgelik,</li> </ul>
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su, su yönetimi, su kaynaklarına baskı ve tehdit, su kaynaklarında/seviyesinde azalma, su tasarrufu, su kıtlığı, su sıkıntısı, su stresi, susuzluk, su ayak izi, su fakirliği,</li> <li>• Gıda sorunu, gıda fiyat artışı, gıda güvenliği, gıda krizi, gıda kıtlığı, kıtlık,</li> <li>• Aşırı iklim olayları, kuraklık, iklim kaynaklı felaketler, yağış rejiminin değişmesi, ani hava olayları,</li> <li>• Sıcaklık artışı, aşırı sıcaklık, sıcaklık dengesizlikleri, 1,5°C sıcaklık,</li> <li>• Tarımsal verimlilikte azalma, tarımsal üretimde düşüş, tarımda ürün deseni değişikliği,</li> <li>• İnsan/hayvan göçü, sağlığa olumsuz etki, ruh sağlığına etki, hastalık, salgın, insan/hayvan ölümleri,</li> <li>• Buzul erimesi, buzul parçalanması, buzul yok olması, mini buzul çağı,</li> <li>• Dünya saati, ışık kapatma, dikkat çekme, farkındalık, protesto, eylem, mücadele, bireysel sorumluluk, eğitim,</li> <li>• Genel bilgi verme/açıklama, felaket senaryoları,</li> </ul>

Küresel iklim değişikliği haberleri; ormanlar ve ormansızlaşma dışında su kaynakları, gıda, sıcaklık değişimleri, iklim olayları, tarımsal üretim, göç, hastalık, buzullar, genel açıklama/bilgilendirme/egitim/felaket senaryosu, mücadele, kampanya/bireysel sorumluluk, farkındalık/dikkat çekme/eylem vb. konulara dikkat çekmiştir. Örneğin; iklim değişikliğiyle mücadele için düzenlenen “Dünya Saati” kampanyası kapsamında her yıl farklı sloganlarla simgelenmiş ve bireylerin, bazı kamu kurumlarının, özel şirketlerin binalarında 1 saat boyunca ışık kapama eylemine katılarak bu mücadeleye destek verdikleri haber edilmiştir.

İklim değişikliği ve ormanlar konusundaki haberlerin sayısının az olmasına rağmen İklim Haber ve KONDA Araştırma ve Danışmanlık iş birliğinde 2020 yılında yapılan ankette katılımcıların %66’sının iklim değişikliğinin birincil sebebi olarak ormanların ve yeşil alanların yok olmasını görmesi ve “Türkiye iklim değişikliğine karşı ne yapmalı?” sorusuna katılımcıların %75,7’sinin “Yeşil alanları korumalı” yanıtını vermesi ilginçtir. Ekonomik kalkınma için ormanlar kesilebilir” önermesine “kesinlikle yanlış” ve “yanlış” diyenlerin oranının %85 olması da diğer ilginç bir sonuçtur (İklim Haber ve Konda, 2021). Bu durum Tolunay (2021) tarafından son yıllarda ormanlardan izin verilen ormancılık dışı uygulamalardaki artışla ilişkilendirilmiştir. Nitekim özellikle madencilik faaliyetleri, ormanlara yapılan rüzgar enerjisi santralleri ve dereleri tahrip eden hidroelektrik santralleri kamuoyunda giderek daha fazla tepki çekmektedir. Yine bu tür haberler genellikle iklim değişikliğiyle ilişkilendirilmemiş olduğu için bu çalışmada incelenen haberler arasında girmemiş olsa da; medyada, özellikle iktidara yakın olmayan medyada bu konudaki haberlerin geniş şekilde yer bulduğu bilinmektedir. Bu durumda orman, tarım veya mera alanlarının, maden, enerji ya da yollar gibi faaliyetlerle kaybedilmesi ve aşırı odun üretimi konularının medyada iklim değişikliğiyle ilişkilendirilmeden veriliyor olması büyük bir eksiklik olarak öne çıkmaktadır (Atmış, 2020).

Küresel iklim değişikliği kavramı, ilgili haberlerin 240 tanesinde hem başlık hem de metinde yer alırken, 1033 tanesi başlıkta yer almayıp metin içerisinde kullanılmıştır (bkz. Tablo 6). Ayrıca küresel iklim değişikliği yerine sıkça kullanıldığı bilinen küresel ısınma kavramına da 47 haber başlığında yer verilmiştir. Bu haberlerde; konu başlıkları içinde diğer başlıklar değerlendirme dışı bırakılırsa; enerji başlığı (33) en çok kullanılan başlıktır. Daha sonra orman başlığı (20) gelmektedir. Metin içinde en çok geçen anahtar kelime ise yine enerjidir (200). Orman anahtar kelimesi yine ikinci sırada gelmektedir (138).

Diğer yandan haberin ana konusu hakkında fikir vermek için iklim değişikliği ve ormanlar ilişkisine başlıkta değinilen haberler ise %13’te kalmıştır. Geri kalan haberler daha çok ana konunun orman olduğu, bu konu işlenirken dolaylı olarak iklim değişikliğine değinilen haberlerdir. Bazen de sadece bir sivil toplum kuruluşu (STK)’nın faaliyetlerine yer verilirken iklim değişikliğine de atıf yapılmıştır<sup>10</sup>.

Tablo 6  
Küresel iklim değişikliği haberlerinin içerikleri

Anahtar kelimenin geçtiği yer	Haber konuları					Toplam
	Orman	Sel	Enerji	Yeşil	Diğer	
Başlık/Metin	20	14	33	4	169	240
Metin	138	107	200	43	545	1033
Toplam	158	121	233	47	714	1273

Haber kaynakları değerlendirildiğinde; ormanların iklim değişikliğiyle ilişkisini gündeme en çok dernek-vakıf ve platform gibi demokratik kitle örgütlerinin, daha sonra da akademisyen ve uzmanların getirmiş olduğu görülmektedir. Sel ve taşkınları en çok akademisyenler/uzmanlar, enerjiyi demokratik kitle örgütleri, yeşil ekonomi, yeşil büyüme, yeşil binayı da yerel yönetimler, özel şirketler ile bilimsel rapor ve araştırmalar en

<sup>10</sup>“Ege Orman Vakfı’nın diktiği fidan sayısı 9 milyonu geçti”. Hürriyet, 08.09.2018

fazla gündeme getirmektedir (bkz. Tablo 7). Bu konularda toplamda en fazla haber kaynağı; yine demokratik kitle örgütleri ve akademisyenler olmuştur. Haber metinlerinin büyük çoğunluğunun bilimsel dayanağının olması dikkat çekicidir.

İncelenen altı gazetenin haberleri sunarken ağırlıklı olarak dernek, oda, vakıf, platform gibi STK'ların açıklamaları ile uzman görüşü ve bilimsel araştırmalara dayandırdıkları belirlenmiştir. Bu durum ülkemizde iklim değişikliği, çevre ya da enerji haberciliği gibi konularda uzmanlaşmış gazetecilerin sayısının az olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle gazeteler, konu ile ilgili olarak uzmanların yorumları üzerinden haber yapmayı tercih etmekte ya da yapılan çeşitli bilimsel açıklamaları haberleştirmektedirler. Bu konudaki eksiklikleri gidermek için iklim değişikliğiyle ilgili terimler, pratik bilgiler ve iklim değişikliğini haberleştirmeye yönelik olarak 2021 yılında Ekosfer Derneği tarafından "İklim Haberciliği Ağı" projesi kapsamında çeşitli eğitimler verilmiş olduğunu hatırlatmak yararlı olacaktır (İÇK, 2022).

Haber dayanağının özel şirketler ve yerel yönetimler olduğu haberlerin sayısı orman ve sellerle ilgili haberlerde oldukça düşüktür. Bu durum belirtilen iki konunun özel şirketlerin alanına girmemesinden kaynaklanmaktadır. Belediyelerin ise araştırmanın yürütüldüğü 10 yıllık dönemde seller ve iklim değişikliğiyle ilgili açıklamalarına pek rastlanmamış olması da oldukça ilginçtir. Bu durumun yerel yönetimlerdeki farkındalığın düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Buna karşılık yenilenebilir enerji ve yeşil bina vb. konularda özel sektör ve belediyelerin daha fazla habere konu olduğu anlaşılmaktadır. Bu haberler daha çok belediye ve özel sektörün yaptıkları faaliyetleri tanıtmaları şeklindedir.

Küresel iklim değişikliği ile ilgili orman konusunda yapılan haberlerin %71,6'sı yerli, %28,4'ü yurtdışı; sel konulu haberlerin %80,2'si yerli, %19,8'i yurtdışı; enerji konulu haberlerin %66,5'i yerli, %33,5'i yurtdışı ve yeşil konulu haberlerin %74,5'i yerli, %25,5'i yurtdışı haber kaynağı şeklinde sunulmuştur. Orman, sel, enerji ve yeşil konularını içeren toplam 559 iklim değişikliği haberlerinin %71,6'sı (400 haber) yerli haber kaynağı olup, %28,4'ü (159 haber) yurtdışı yayınlardan alınmış tercüme haberler şeklindedir. Bilimsel rapor/araştırma/açıklama/çalışma konularındaki haber dayanakları %43,9 (43 haber) yerli haber kaynağı iken, %56,1'i (55 haber) yurtdışı kaynaklı haberleri; akademisyen/uzman görüşlerinin %69,7 ise yerli, %30,3 yurtdışı kaynaklı haberler şeklinde sunulmuştur (bkz. Tablo 8).

Tablo 7

## Küresel iklim değişikliği haberlerinin kaynakları

Haberin kaynağı	Haberin konusu								Toplam	
	Orman		Sel		Enerji		Yeşil		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Akademisyen/ Uzman görüşü	27	17,1	51	42,1	38	16,3	3	6,4	119	21,3
Bilimsel Rapor/ Araştırma/ Açıklama/ Çalışma	22	13,9	19	15,7	48	20,6	9	19,1	98	17,5
Dernek/ Oda/ Vakıf/ Platform	41	25,9	17	14,0	61	26,2	2	4,3	121	21,6
Kamu kurumu ve yetkilileri	15	9,5	9	7,5	11	4,7	0	0,0	35	6,3
Özel şirket ve yetkilileri	9	5,7	2	1,7	19	8,1	9	19,1	39	7,0
Siyasetçi/Politikacı/ Bakan	23	14,6	12	9,9	34	14,6	7	14,9	76	13,6
Yerel yönetim	9	5,7	0	0,0	13	5,6	10	21,3	32	5,7
Diğer	12	7,6	11	9,1	9	3,9	7	14,9	39	7,0
<b>Toplam</b>	<b>158</b>	<b>100,0</b>	<b>121</b>	<b>100,0</b>	<b>233</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	<b>559</b>	<b>100,0</b>

Küresel iklim değişikliği ile ilgili orman konusunda yapılan haberlerde akademisyen/uzman görüşlerinin %51,9'u yerli, %48,1'i yurtdışı kaynaklı; bilimsel rapor/araştırma/açıklama/çalışmaların %27,3'ü yerli,

%72,7'si yurtdışı kaynaklı; dernek/oda/vakıf/platform dayanaklı haberlerin %95,1'i yerli haber kaynağı, %4,9'unun yurtdışı haberler olduğu tespit edilmiştir (bkz. Tablo 8). Buradan bilimsel çalışmaların çoğunlukla yurtdışı kaynaklı olduğu, dernek-vakıf gibi sivil toplum kuruluşlarıyla ilgili haberlerin ise yerli kaynaklı olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Tablo 8

Küresel iklim değişikliği haberlerinin olayı açıklamada kullandıkları haber konusu ve kaynaklar

Haberin dayanağı	Haberin konusu ve kaynağı										Toplam
	Orman		Sel		Enerji		Yeşil		Toplam		
	Yerli	Yurtdışı	Yerli	Yurtdışı	Yerli	Yurtdışı	Yerli	Yurtdışı	Yerli	Yurtdışı	
Akademisyen/Uzman görüşü	14	13	41	10	25	13	3	0	83	36	119
Bilimsel Rapor/ Araştırma/ Açıklama/ Çalışma	6	16	10	9	23	25	4	5	43	55	98
Dernek/ Platform/ Kulüp	39	2	16	1	52	9	1	1	108	13	121
Kamu kurumu ve yetkilileri	13	2	8	1	9	2	0	0	30	5	35
Özel şirket ve yetkilileri	9	0	2	0	13	6	6	3	30	9	39
Siyasetçi/Politikacı/ Bakan	16	7	11	1	17	17	4	3	48	28	76
Yerel yönetim	8	1	0	0	10	3	10	0	28	4	32
Diğer	8	4	9	2	6	3	7	0	30	9	39
Toplam	113	45	97	24	155	78	35	12	400	159	559
Genel toplam	158		121		233		47		559		

Bu çalışma Ocak 2019 yılı sonrasını kapsamamaktadır. Ancak özellikle 2021 yılında iklim değişikliği konusunda önemli gelişmeler olmuştur. Örneğin Avrupa Yeşil Mutabakatı AB tarafından yürürlüğe konmuştur. Türkiye, imzaladığı ancak TBMM'den geçirmediği için yıllarca taraf olmadığı Paris Anlaşmasına 2021 yılında taraf olmuştur. Son olarak da Çevre ve Şehircilik Bakanlığının adı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiştir. Bu gelişmeler, özellikle Avrupa Yeşil Mutabakatı, özel sektörü yakından ilgilendirmektedir. Çünkü bu mutabakat kapsamında "Sınırdaki Karbon Vergisi Uygulaması"nın gündeme gelmiş olması, AB'ye ihracat yapan özel sektör temsilcilerini yakından ilgilendirmektedir. Bu nedenle özel sektörün iklim değişikliği konusundaki farkındalığının artırılmasına yönelik çalışmalara da ihtiyaç bulunmaktadır. Benzer şekilde belediyeler de iklim değişikliği eylem planları hazırlamaya başlamış, net sıfır karbon hedefi koymuşlar, hatta bazı belediyeler iklim değişikliği daire başkanlıkları oluşturmuştur. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda, 2021 öncesi ve sonrasındaki haberlerin karşılaştırılması şeklinde çalışmalara ihtiyaç duyulacaktır.

#### 4. Sonuçlar

Gazetelere yansıyan küresel iklim değişikliği haberlerinin analiz edilmesine dayanan bu çalışma, iklim değişikliği haberlerinin son yıllarda artış eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. İklim değişikliği gibi küresel bir konuda medyanın sorumlu bir yayıncılık anlayışıyla yayın yapması çok önemlidir. Çünkü iklim değişikliği birçok alana etki etmekte olduğu için o alandaki durum ve olayların ya nedeni ya da sonucu olmaktadır.

İklim değişikliği ile ilgili haberler içinde “Orman, ağaç, bitki, biyolojik çeşitlilik, ormansızlaşma, yeşil alan vb.” haberlerin oranı sadece %12,4’tür. Bu da, küresel iklim değişimi ile ormanlar arasındaki ilişkinin medya düzeyinde yeterince kurulmadığının bir göstergesidir. Çalışmamızda medyada iklim değişikliğiyle ilgili farkındalığın düşük olduğu ve iklim konusundaki uzmanlaşmış medya mensubu sayısının da düşük olması nedeniyle en azından 2009-2018 yılları arasında iklim değişikliğiyle, ormanları veya ormansızlaşmayı ilişkilendiren haberlerin yeterince yer bulmadığı şeklinde bir kanaate varılmıştır. Kamuoyunun da iklim değişikliği konusundaki bilgi birikiminin yeterli olmadığı düşünüldüğünde bu konuda medyaya büyük bir görev düşmektedir (Demircan ve ark., 2016; Şahin ve Üzelgün, 2016). Medya, son yıllarda artış gösteren iklim değişikliğiyle ilgili haberlerinde, iklim değişikliği ile ormanlar ve ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi daha çok gündeme getirmelidir. Kamuoyunun iklim değişikliği ile ormanlar arasındaki ilişkiyi konuşur ve tartışır hale gelmesinin iklim değişikliğinin farkına varılmasına da destek olacağı çok açıktır.

Medyanın iklim değişikliği ile ormanlar ve ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi daha çok gündeme getirmesi için; iklim değişikliği, ormansızlaşma, çevre ya da enerji haberciliği gibi konularda uzmanlaşmış gazetecilerin sayısının artması gerekmektedir. Bu kapsamda 2021 yılında Ekosfer Derneği tarafından “İklim Haberciliği Ağı” projesi kapsamında verilen eğitimlere benzer eğitimlerin verilmesi yararlı olacaktır.

Diğer yandan gazete haberlerindeki haber kaynakları incelendiğinde, iklim değişikliği ile ilgili olarak haberlerin; ağırlıklı olarak dernek, oda, vakıf ve platform gibi demokratik kitle örgütleri, daha sonra da akademisyen ve uzmanlar ile bilimsel rapor-araştırma-toplantı gibi çalışmalar dayanak gösterilerek gündeme gelmiş olduğu tespit edilmiştir. Yani bu durumda sadece medya değil, dernek, vakıf ve platformlar ile uzman ve akademisyenlerin de ormanlarla iklim değişimi ilişkisini yeterince kuramadığı veya medya ve kamuoyuyla pek paylaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda hem demokratik kitle örgütleri hem de uzman ve akademisyenlerin çalışmalarında iklim değişikliği ile ormanlar arasındaki ilişkiyi daha çok irdelemeleri faydalı olacaktır.

#### Teşekkür

Dr. Öğretim Üyesi Serhat Cengiz’e katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

#### Yazar Katkıları

Erdoğan ATMİŞ: Analizi planlamış ve tasarlamıştır. Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Doğanay TOLUNAY: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Damla YILDIZ : Veri toplamış ve analizini yapmıştır. Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

Antilla, L. (2005). Climate of scepticism: US newspaper coverage of the science of climate change. *Global Environmental Change*, 15(4), 338–352.



- Arlt, D., Hoppe, I. and Wolling, J. (2011). Climate change and media usage: Effects on problem awareness and behavioural intentions. *The International Communication Gazette* 73(1-2), 45–63.
- Atmış, E. (2020). Türkiye orman varlığıyla ilgili değişimler ve nedenleri, (İçinde: TOD, 2020. Türkiye Ormancılar Derneği'nin 95. Kuruluş Yıldönümünde: Orman Varlığımız ve Ormancılık Üretim Faaliyetleri, Editör: K. Ok), ISBN: 978-975-93478-8-8, 82 sayfa, Ankara.
- Atmış, E. (2021). Türkiye'de ormansızlaşmanın gerçek boyutları. 3. Uluslararası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi Bildiriler Kitabı. 5-6 Kasım 2021. (Edit: Yalım, N. Y. ve Evren, M.). ISBN: 978-605-80738-5-2, 380 s. Ankara.
- Aykaç, B. (2018). Küresel iklim değişikliği haberlerinin internet haberlerinde çerçevesi. *Muhakeme Dergisi/Journal*, 1(2), (2018) 73-84.
- Beck, U. (2010). Climate for change, or how to create a green modernity? *Theory, Culture & Society*, 27 (2-3), 254-266.
- Billett, S. (2010). Dividing climate change: Global warming in the Indian mass media. *Climatic Change* 99 (2010), 1–16.
- Boykoff, M. T. and Boykoff, J. M. (2007). Climate change and journalistic norms: A case-study of US mass-media coverage. *Geoforum* 38 (2007), 1190–1204.
- Boykoff, M. T. and Mansfield, M. (2008). 'Ye olde hot aire': Reporting on human contributions to climate change in the UK tabloid press. *Environmental Research Letters* 3, 1–8.
- Brossard, D., Shanahan, J. and Mc Comas, K. (2004). Are issue-cycles culturally constructed? A comparison of French and American coverage of global climate change. *Mass Communication and Society* 7(3), 359–377.
- COP26, (2021). Glasgow leaders' declaration on forests and land use (02.11.2021). UN Climate Change Conference UK 2021. Conference Web Page. <https://ukcop26.org/glasgow-leaders-declaration-on-forests-and-land-use/> (Erişim: 02.11.2021)
- Demircan, M., Turan, N., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N. ve Çiçek, İ. (2016). Gündem belirleme modeline göre yazılı basındaki iklim değişikliği haber ve köşe yazılarının analizi. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*. Ankara.
- DKMP, (2022). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri (Official Statistics of General Directorate of Nature Conservation and National Parks). <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri> (20.05.2022).
- Gavin, N. T. (2009). Addressing climate change: a media perspective. *Environmental Politics*. Vol. 18, (5), 765–780.
- İÇK, (2022). İklim Haberciliği Ağı. İstanbul Çevre Konseyi Web Sitesi. <https://www.ick.org.tr/iklim-haberciliği-agi/> (06.03.2022)
- IPCC, (2013). Summary for policymakers. In: *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. X#a, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- İklim Haber ve Konda, (2021). Türkiye'de iklim değişikliği ve çevre sorunları algısı 2020. <https://www.iklimhaber.org/wp-content/uploads/2020/11/konda-arastirma-rapor-2020s.pdf>
- İklim Haber ve Konda, (2022). Türkiye'de iklim değişikliği ve çevre sorunları algısı 2021. <https://www.iklimhaber.org/wp-content/uploads/2022/02/konda-arastirma-rapor-2021-y.pdf>
- NIR Turkey, (2021). Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2019. National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Turkish Statistical Institute. <https://unfccc.int/documents/271544>

- OGM, (2022). Orman Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu 2021. OGM WEB Sitesi <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCl%C3%BC%202021%20Y%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf> (06.03.2022).
- Olausson, U. (2009). Global warming global responsibility? Media frames of collective action and scientific certainty. *Public Understanding of Science* 18(4), 421–436.
- Peters, H. P. and Heinrichs, H. (2008). Legitimizing climate policy: The ‘risk construct’ of global climate change in the German mass media. *International Journal of Sustainability Communication* 3, 14–36.
- Sampei, Y. and Aoyagi-Utsui, M. (2009). Mass-media coverage, its influence on public awareness of climate-change issues, and implications for Japan’s national campaign to reduce greenhouse gas emissions. *Global Environmental Change*, 19(2), 203–212.
- Şahin, M. (2020). İklim değişikliği ve bilim gazeteciliği: Avustralya yangınları haberlerinde bilim izi. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi (e-gifder)*, 8 (2), 1011-1030.
- Şahin, Ü. ve Üzelgün, N. A. (2016). İklim değişikliği ve medya. *İstanbul Politika Merkezi Yayını*. 20 P. İstanbul.
- Tolunay, D. (2017). İklim değişikliği ile mücadele kapsamında ormancılıkta yeni kavramlar ve Türkiye: ormansızlaşma, ormanların bozulması, ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma. *IV. Ulusal Ormancılık Kongresi*. 15-16 Kasım 2017. Antalya.
- Tolunay, D. (2021). Kamuoyu ekolojik krizin ve iklim değişikliğinin farkında, peki ya politikacılar? Türkiye’de iklim değişikliği ve çevre sorunları algısı 2020. <https://www.iklimhaber.org/wp-content/uploads/2020/11/konda-arastirma-rapor-2020s.pdf> s.15.
- Toros, E. (2018). İklim değişikliği alanında ortak çabaların desteklenmesi projesi- Algı araştırma raporu. AB Projesi/İklimin, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, AB, Ankara, 37 s.
- Uzelgün, M. A. and Castro, P. (2014). The voice of science on climate change in the Mainstream Turkish Press. *Environmental Communication*, 2014. 8 (3), 326–344.
- Yetkin Cılızoğlu G. ve Sayımer, İ. (2009). Yazılı basında risk algısının oluşturulma süreci: küresel ısınma örneği. *Marmara İletişim Dergisi* (15)0-0. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruid/issue/25255/266976>.
- Zehr, S. C. (2000). Public representations of scientific uncertainty about global climate change. *Public Understanding of Science* 9(2), 85–103.
- Weingart, P., Engels, A. and Pansegrau, P. (2000). Risks of communication: discourses on climate change in science, politics, and the mass media. *Public Understand. Sci.* 9 (2000), 261–283.

## Use of Unmanned Aerial Vehicles in Forest Road Projects

Mihrişah KINALI<sup>1</sup>, Erhan ÇALIŞKAN<sup>2\*</sup>

<sup>1,2\*</sup> Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 61080, Trabzon, Türkiye

### Article History

Received: 15.02.2022

Accepted: 02.06.2022

Published: 15.12.2022

### Research Article



**Abstract** – Road networks are accepted as a criterion showing the level of development of countries. Undoubtedly, the role of highways in facilitating human life is quite important. However, road routes involve high cost land surveying studies that can pass through areas with various land use types and cover. For forest road routes to be built in forest areas, points representing the land surface can be obtained by various measurement methods (remote sensing, photogrammetry and terrestrial measurement techniques). Depending on the land structure and cover, difficulties are encountered in the determination of spatial points with terrestrial measurement techniques. In this study, as an alternative to the terrestrial measurement technique, 341 m long forest road excavation and filling calculations were carried out with the help of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetry. Photo pairs taken from different heights (50 m, 75 m and 100 m) with real-time kinematics (RTK) GPS UAV were processed with Agisoft to produce a point cloud. The point cloud data obtained by digital photogrammetry and land measurement methods were carried out in NetCAD environment for the excavation and filling calculations for the same road route. Between the two methods, in the 50 m, 75 m and 100 m measurements of the UAV obtained by ground measurement; In the calculation of the UAV 50m measurement amount, 0.27% in the total excavation amount and 1.08% difference in the total filling amount, 2.51% in the total excavation amount and 5.22% in the total filling amount in the calculation of the UAV 75 m measurement amount, and the total difference in the UAV 100m measurement amount in the calculation of the UAV 50m measurement amount. A difference of 3.13% in the amount of excavation and 2.53% in the total amount of filling was determined. These results show that UAV photogrammetry is very effective in forest road projects and in calculating the amount of earthwork volume in mountainous terrain.

**Keywords:** Forest road, UAV, photogrammetry, terrestrial measurement, earthwork volume

## İnsansız Hava Araçlarının Orman Yolu Projelerinde Kullanımı

<sup>1,2\*</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

### Makale Tarihi

Gönderim: 15.02.2022


Kabul: 02.06.2022


Yayın: 15.12.2022

### Araştırma Makalesi

**Öz** – Yol ağları, ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Hiç şüphesiz kara yollarının insan hayatını kolaylaştırmada rolü oldukça önemlidir. Bununla birlikte kara yolu güzergâhları çeşitli arazi kullanım tipi ve örtüsünün bulunduğu alanlardan geçebilen yüksek maliyetli arazi ölçme çalışmalarını içermektedir. Ormanlık alanlarda inşa edilecek orman yol güzergâhları için arazi yüzeyini temsil eden noktalar çeşitli ölçme yöntemleri (uzaktan algılama, fotogrametri ve yersel ölçüm teknikleri) ile elde edilebilmektedir. Arazi yapısına ve örtüsüne bağlı olarak yersel ölçme teknikleri ile konumsal noktaların tespitinde güçlüklerle karşılaşmaktadır. Sık ormanlık alanlarda, arazi yüzeyinde konumsal nokta toplama işlemi maliyeti arttırmakta ve uzun zaman almaktadır. Bu çalışmada yersel ölçüm tekniğine bir alternatif olarak İnsansız Hava Aracı (İHA) fotogrametrisi yardımı ile yaklaşık 341 m uzunluğunda orman yolu kazı ve dolgu hesapları gerçekleştirilmiştir. Gerçek zamanlı kinematik (RTK) GPS'li İHA ile farklı yüksekliklerden (50 m, 75 m ve 100 m) çekilen fotoğraf çiftleri Agisoft ile işlenerek nokta bulutu üretilmiştir. Dijital fotogrametri ve arazi ölçüm yöntemleri ile elde edilen nokta bulutu verileri aynı yol güzergâhı için kazı ve dolgu hesabı NetCAD ortamında gerçekleştirilmiştir. İki yöntem arasında, yersel ölçüm ile elde edilen İHA 50 m, 75 m ve 100 m ölçümlerinde; İHA 50m ölçüm miktarının hesabında toplam kazı miktarında %0,27 ve toplam dolgu miktarında %1,08 fark, İHA 75m ölçüm miktarının hesabında toplam kazı miktarında %2,51 ve toplam dolgu miktarında %5,22 fark ile İHA 100m ölçüm miktarının hesabında toplam kazı miktarında %3,13 ve toplam dolgu miktarında %2,53 fark belirlenmiştir. Bu sonuçlar, İHA fotogrametrisinin dağılık arazide orman yolu projelerinde ve toprak hacmi miktarının hesaplanmasında oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orman yolu, İHA, fotogrametri, yersel ölçüm, toprak hacmi

<sup>1</sup>  mihrisah.kinali@gmail.com

<sup>2</sup>  caliskan@ktu.edu.tr

\* Corresponding Author/ Sorumlu Yazar: Erhan Çalışkan

## 1. Introduction

Forest roads are used for the transportation activities required for activities conducted in our forests such as tree cutting, haulage, afforestation, silvicultural interventions, firefighting and recreational activities (Çalışkan, 2013; Çalışkan, 2021).

Earthworks in forest areas are a significant component of forest road construction. It entails considerable engineering work and specialized forest road construction equipment. It is critical to plan, schedule, and supervise excavation operations to achieve economically viable solutions. Excavation-fill works account for almost 80% of the cost of forest road construction in mountainous places (Stuckelberger et al., 2006; Contreras et al., 2012). In this scenario, calculating the excavation-filling volumes is critical for accurately exposing the road construction costs.

UAV technology is one of the most rapidly increasing fields of application, particularly in image processing. UAV photogrammetry is a type of measurement. Today, solutions in various disciplines have been developed using photogrammetric measurements obtained via UAV systems. UAVs can be used for various imaging, evaluation, and management tasks in natural resource management and forest settings. (Menteşoğlu and İnan, 2016; Akgül et al., 2016). It is used in a variety of studies, including those that follow forest fires and evaluate the post-fire spatial situation (Horcher and Visser, 2004), those that determine the deformation rate of roads (Zhang and Elaksher, 2012), those that determine the crown diameter and tree height, and those that determine the soil damage caused by excavation works (Zarco et al., 2014; Pierzchala, 2014). There are very few studies devoted to UAV systems on roads (Rathinam et al., 2008; Zhang and Elaksher, 2011; Siebert and Teizer, 2014; Vilarino et al., 2016). Gençerk (2016) sought to make excavation-fill estimates, monitor field studies, and determine their accuracy for application in engineering projects due to evaluating photographic overlay sets obtained by UAVs using photogrammetric methods. It is conducted with forest construction (e.g., excavation, filling, and road construction) and mapping works (Akgul et al., 2016; Buğday, 2018; Aktürk and Altunel, 2019; Yurtseven, 2019; Eker and Aydın, 2020; Zeybek and Şanlıoğlu, 2020).

Map production is required for project and survey stages and volume calculation work in transportation systems. When carried out using traditional methods, the mapping process is costly in terms of workforce and time. As a result, UAV systems, which are significantly less expensive to deploy than photogrammetric systems, provide an alternative for forest road projects and volume calculation work.

The feasibility of using UAV photogrammetry for forest road design and earthwork volume calculation was explored in this study by selecting a sample area within the forest area of the Çatak Forestry Operations Directorate, which is associated with the Trabzon Regional Directorate of Forestry.

## 2. Material and Method

### 2.1 Study area

In this study, sample road section was selected in Çatak Forest Enterprise Chief which is located in the border of Maçka Forest Enterprise Directorate in Trabzon Forestry Regional Directorate-Turkey. The study area is located between 40°41'38" - 40°49'59" north latitude and 39°19'35" - 39°31'44" " east longitude (Figure 1). The area was mountainous with size of approximately 13,529 hectares and an average elevation of 1600 m. The vegetation type is forest vegetation with *Picea orientalis* (L.) Link, *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach subsp. *nordmanniana*, *Fagus orientalis* Lipsky. comprising the dominant tree species of vegetation.

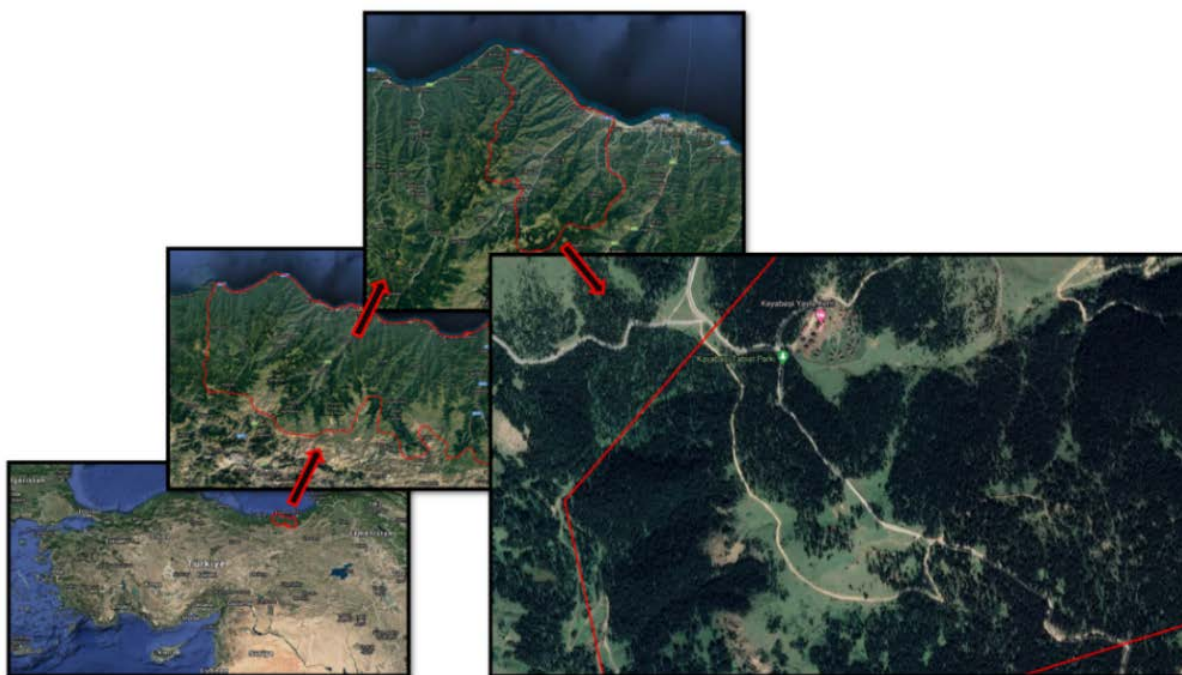


Figure 1. The study area

## 2.2. Measuring equipment

In this study, the 'CHC i73 CORS GNSS' measuring instrument to determine the locations of the ground control points, the 'Topcon QS Total Station' device with a reflective measurement accuracy of  $1.5\text{mm}+2\text{ppm}$  a reflectorless measurement precision  $2.0\text{mm}+2\text{ppm}$ , and the airborne method used to test the accuracy of the UAV photogrammetry method. The "DJI Phantom 4 RTK" drone was used in the photogrammetry method. DJI Phantom 4 RTK Drone' has a fully automatic and manual operation, a sensitivity of 0.01 meters horizontally and 0.015 meters vertically, and an integrated 20 Megapixel camera (URL 1, 2021) (Figure 2).



Figure 2. Measurement equipment used in the study: a) UAV; b) CORS; c) Total Station.

This entire processing and analysis works were conducted on a PC with the following configuration: 3.70 GHz Intel(R) Core(TM) i7-6500U, 16.00 GB RAM, and CPU 2.59 GHz.

## 2.3. Method

### 2.3.1. Flight planning and data set collection

It was carried out using the UAV under conditions consistent with available meteorological data (wind speed, rain, sun angle of incidence, and air temperature). The weather was clear and sunny during the first flight, with an air temperature of  $21^{\circ}\text{C}$  and a wind speed of 2 m/s. The second flight was cloudy but clear, with an air temperature of  $18^{\circ}\text{C}$  and a wind speed of 3-4 m/s. The weather was cloudy but clear during the third flight,

with an air temperature of 20°C and a wind speed of 2-3 m/s. The study region was carried from 50 m, 75 m, and 100 m altitudes using the DJI Phantom 4 RTK Drone equipment. For the UAV flight, the camera shooting angle was determined to be 90°. The photo overlay rates were determined to be 70% transverse and 80% longitudinal for each flight height (Figure 3).

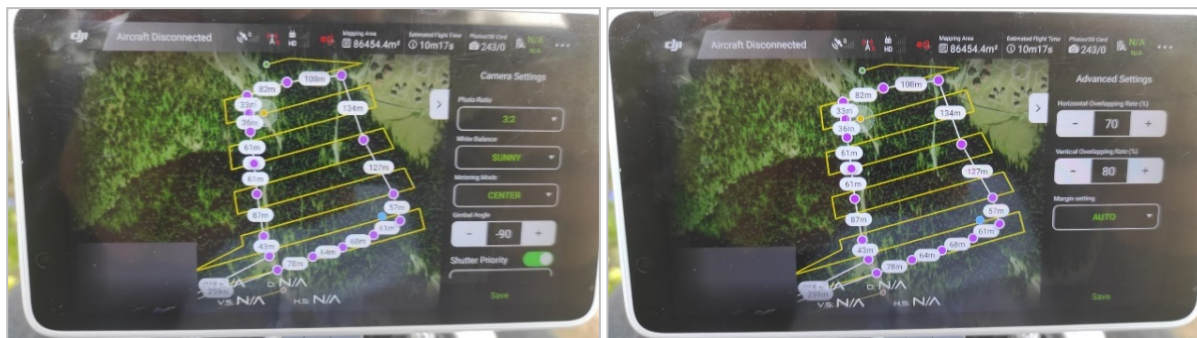


Figure 3. Flight planning screen.

To ensure that the images obtained by the unmanned aerial vehicle can be used as a map following some orientation and calculation processes, they must be coordinated with a suitable and homogeneous distribution and a sufficient number of ground control points when preparing the business region's flight plans.

It was determined that 11 ground control points would stabilize the UAV images. The data gathered during the GNSS measurements were made using the CORS method in conjunction with the TKGM TUSAGA-AKTF (Turkey National Fixed GNSS Network Active) system. Ground control point data were measured with Satlab GNSS receiver at 3 degrees in ITRF 96 datum. The data of the points purchased in the field were opened in Satlab GNSS Office software, saved with ncz extension, and transferred to the Nectad program. Ground control points were transformed from ITRF96 3 degrees to WGS84 6 degrees in the application above. The photographic coordinate system and the ground control point data are aligned by transforming this system. The land structure and distribution of plants were considered during the application process carried out in the study area. The highly forested land and problematic areas have harmed the terrestrial measurement process. Following the polygon determinations, the terrestrial measurement process with the Total Station equipment was carried out as frequently as possible, taking into account the forest's thorny regions and tree placements. The terrestrial measurement method was used to collect 260 points on land.

### 2.3.2. Photogrammetric data processing

The photographs carried out with the UAV tool were obtained for photogrammetric evaluation. All photogrammetric operations in this study were carried out using Agisoft Metashape Professional software, which employs Structure-from-Motion (SfM)-based photogrammetric approaches and is widely regarded as a low-cost photogrammetric software. This technique allows the extraction of information such as the photogrammetric point cloud, camera position and orientation information, and parameters from the overlay images.

When using Agisoft Metashape software to process images, the photographs taken by the UAV are uploaded to the software and corrected. At this stage, the photographs are rectified, and the camera positions and orientations for each image are calculated using the Metashape software, resulting in the creation of a point cloud model.

While the accuracy level of image orientation was set to medium, the quality settings were selected to high in the production of other depth maps and dense point cloud production stages. During this process, it was determined that the selected features were identical for each flight, and dense point clouds were produced. In the resulting point cloud, classification parameters were determined. Due to the dense nature of the point cloud

data representing the land surface, point density reduction was used to create triangle models and contour lines. When point data representing the land surface were reviewed separately from the road project area for each elevation, it was determined that points not connected to the surface were outside the land surface. These duplicate data, which we refer to as noise points, must be removed to depict the land surface's reality accurately. Cloud Compare software was used to extract the noise points that were found. The computer was fed point cloud data representing the land surface obtained from photographs taken at 50 m, 75 m, and 100 m altitudes.

This point cloud is georeferenced and enhanced for accuracy by adding ground control points. Triangular models and orthophoto maps were produced based on the point cloud.

### 2.3.3. Forest road planning

A current map is required with the triangle model and contour curves required for the road project's construction using the point data obtained by terrestrial measurement and aerial photogrammetry methods. It was carried out utilizing Netcad software, which is currently being used for map development and road project construction.

When using Agisoft Metashape software to process images, the photographs taken by the UAV are uploaded to the software and corrected. At this stage, the photographs are rectified, and the camera positions and orientations for each image are calculated using the Metashape software, resulting in the creation of a point cloud model. During this process, it was determined that the selected features were identical for each flight, and dense point clouds were produced. In the resulting point cloud, classification parameters were determined. The Netpro module's "Platform Editor" command was used to initiate red elevation definitions, road definitions, and slope definitions. A 3 m right- and left-hand road width and a 2% overturn slope were defined to ensure water flow on the road. For the road slopes to be formed, 1 m horizontally and vertically, 1 m excavation width and 25 cm height are defined. The cross-sections were drawn at 10-meter intervals along the road project's 0.00 m to +341.17 m length, using the standard red elevation on the land surfaces obtained at 50m, 75m, and 100m intervals by terrestrial measurement and UAV after they enter into the program, with the same longitudinal section, cross-section, and road platform values.

The forest road project was carried out using terrestrial measurement and aerial photogrammetry methods to determine the land surfaces without determining the red elevation that will reference any adequate slope range. The excavation and fill volumes obtained with the forest road project were then calculated and compared using UAV data and terrestrial data.

## 3. Result and Discussion

The study's conclusions on the usability of the UAV in forest road projects were analyzed and debated. Ground control locations were made uniformly throughout all flight zones. Table 1 contains numerical data for the forest area's ground control points and ellipsoidal height values.

Table 1  
Ground control points

Point No	Y	X	Z
P.1	538988.550	4521581.740	1983.220
P.2	539026.070	4521532.450	1984.780

Table 1  
Ground control points (continues)

Point No	Y	X	Z
P.3	538923.792	4521561.487	1979.811
P.4	538882.780	4521551.672	1978.593
P.5	538847.548	4521551.095	1975.698
P.6	538819.918	4521560.864	1969.345
P.7	538808.696	4521594.608	1967.092
P.8	538812.515	4521617.403	1968.419
P.9	538809.631	4521639.307	1966.115
P.10	538800.145	4521701.202	1949.886
P.11	538773.443	4521638.534	1953.108

Throughout the terrestrial measurement process, points were acquired as frequently as feasible, considering thorny regions and tree placements in the forest. On land, using the terrestrial measurement method, 260 points were gathered (Figure 4).

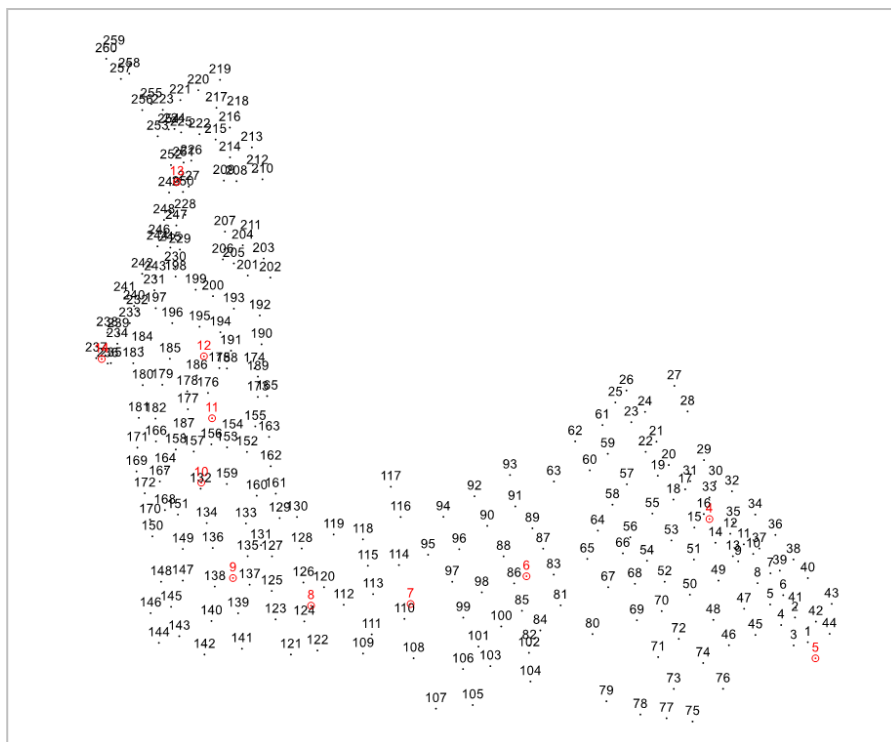


Figure 4. Polygon and point data obtained by the terrestrial method

Aerial image acquisition in the study area is 50 m, 75 m, and 100 m for each flight. Flight parameters with UAV are given in Table 2.

Table 2  
Flight planning parameters



Flight altitude (m)	Forward overlap (%)	Side overlap (%)	Surface area (m <sup>2</sup> )	Number of Photos	Flight time
50	80	70	82181	552	29 min. 39 sec.
75	80	70	82181	302	13 min. 56 sec.
100	80	70	82181	200	11 min. 50 sec.

After examining the images obtained by the UAV at various altitude , it was determined that the flight speed of the UAV did not affect the image. It has been determined that the number of photographs and flight length increase in direct proportion to the proximity to the ground in flights at various altitudes done in the same flight region. Considering the number of photographs, it has been determined that the more photographs included in the point cloud data obtained via the intensive image matching approach, the more detail obtained in the resulting point cloud. Point data with a very high density can be produced from images obtained by UAVs. The topography can be examined and interpreted immediately using these point clouds.

After balancing with Agisoft Metashape software, a dense point cloud was produced. Instead of manually collecting points in this dense forest environment, the generated point cloud data was examined using the point cloud classification method to colorize the points belonging to the ground and the points belonging to natural and artificial items. After photo-matching, a colored point cloud was produced by marking the ground control points on the photographs obtained throughout the flights (Figure 5).

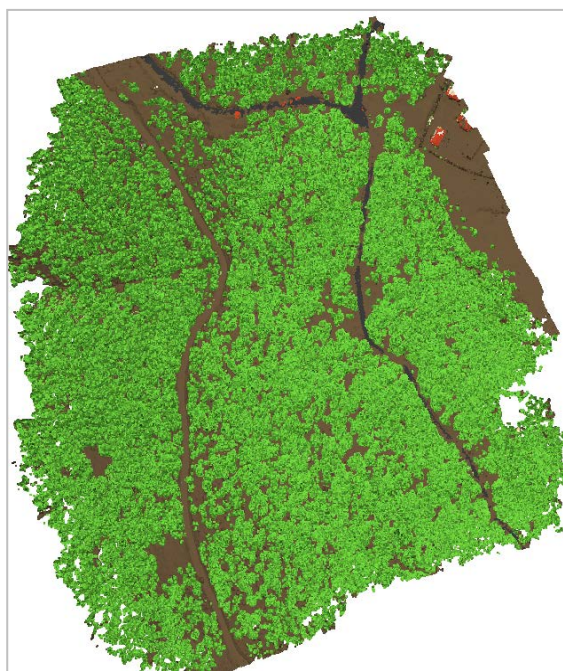


Figure 5. Classified point cloud view

It has been determined that there are no visible deviations in the details of the surface and wooded area in the point cloud generated using the dense image matching method with photographs taken from a height of 50 meters and that the point production of the areas representing the forest ground surface is more healthy. Simultaneously, it has been established that tree classification in the point cloud classification process is more healthy. Using the point frequency in the post-classification point data representing the ground surface, it was determined that the maximum number of points were deleted during the noise point cluster determination. Taking into account the density of the point data and the spatial formation of the points during the process of reducing the point frequency to once every two meters after the noise data was eliminated, it was determined

that the result obtained at 75 m height contained more point data after the point data. After reducing the point frequency, it was determined that no pits or bumps formed as a process of broken triangles, broken curves, or an incorrect value for the point elevation in the triangle model creation of the resulting data.

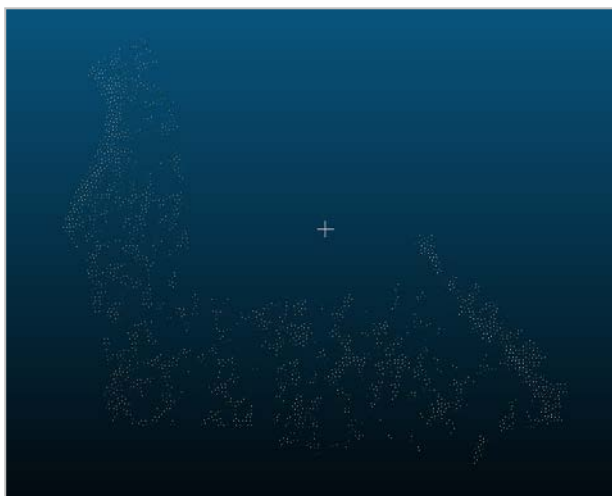


Figure 6. Reduced point data

Because the point cloud data representing the land surface is highly dense to the development of triangular models and contour lines, a point density reduction was used to reduce the point density to a value of 2 m. This process resulted in the acquisition of 2932 points representing the land surface, 3037 points representing the land surface, 3037 points from a height of 75 m, and 2865 points from a height of 100 m for the forest road project's implementation, and distinct recording processes were carried (Figure 6).

The NetCad-NetPro module was used to determine the excavation-filling ratios that will emerge by considering the design criteria in the computer environment. After drawing the details of the land in the interface of the program, the triangle model was produced by using the point data of the land, and the proximity criterion was defined as 50 m in the process of creating the contour lines and the production of the triangle model was carried out. This process was carried out separately for the point data obtained by terrestrial measurement and aerial photogrammetry. In this way, the land surface of each measurement was formed (Figure 7). The geometric features of the forest road are given in Table 3.

Table 3

Cross-section parameter

<b>Cut slope</b>	1:1
<b>Fil slope</b>	2:3
<b>Ditch slope</b>	3:1
<b>Road width</b>	10 m
<b>Road bed width</b>	5 m
<b>Lane slope</b>	8%-6%

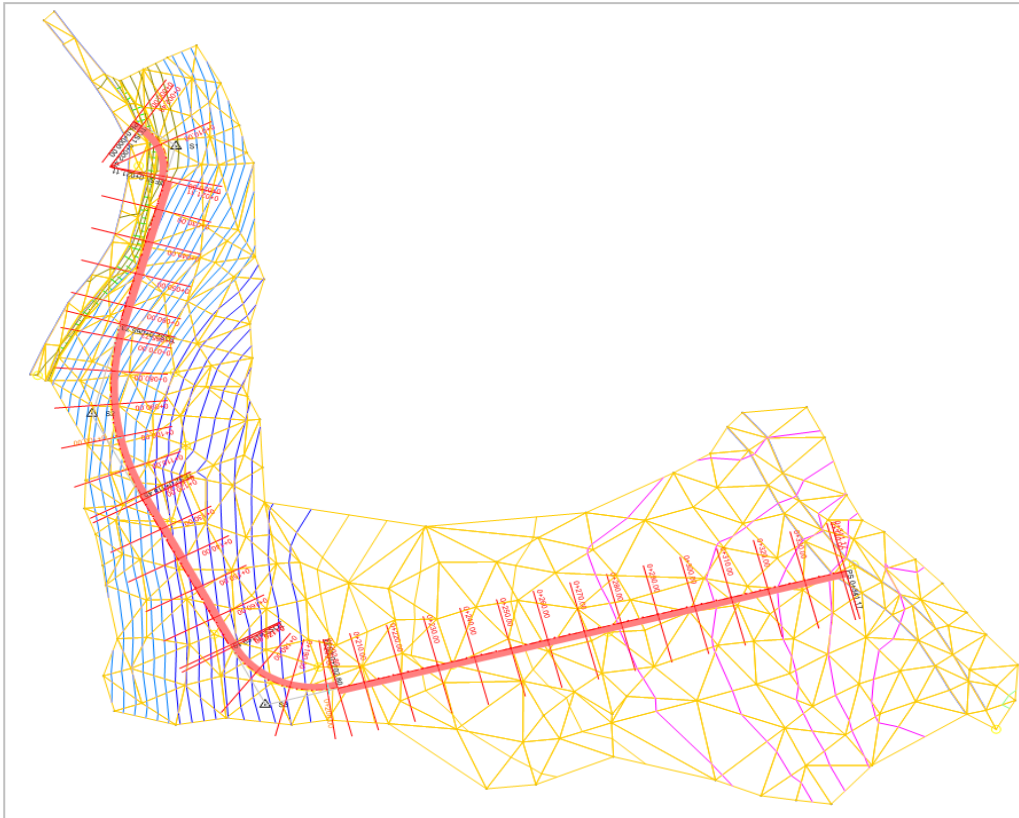


Figure 7. The land surface was created with a triangular model and forest road route

The forest road is 341.17 meters long and has a slope of 6-8 percent. The proposed road is a forest road of category B. The road's width is planned to be 5 meters. The road trench width was determined to be 1 m and the trench depth to be 0.30 m. Cross-sections were taken every 10 meters, and at the curve head, middle, and endpoints after the road route was determined as points and the route drawn. By calculating the total length of the road, a longitudinal profile was generated (Figure 8, Figure 9).

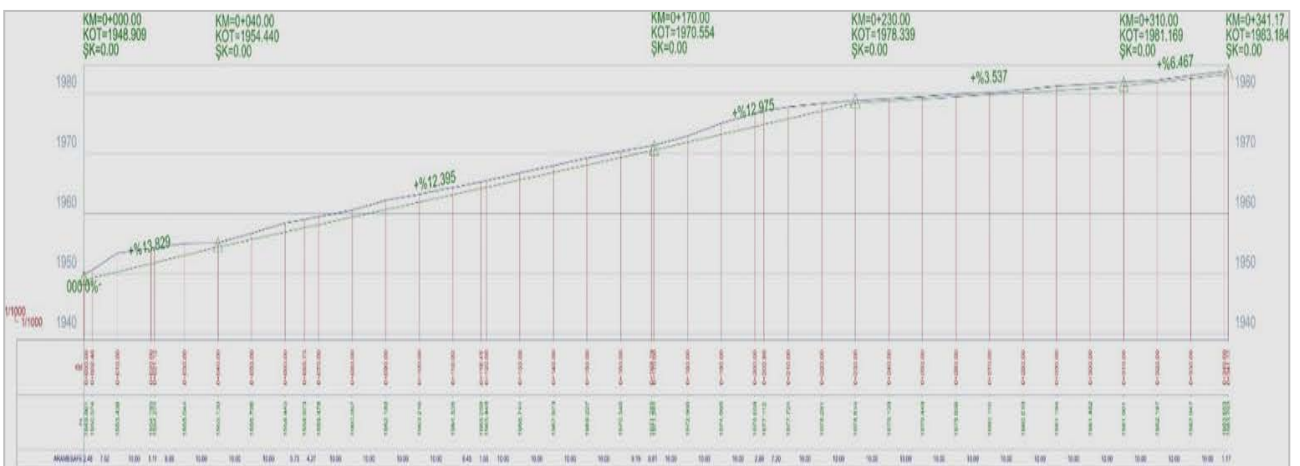


Figure 8. Longitudinal profile creation

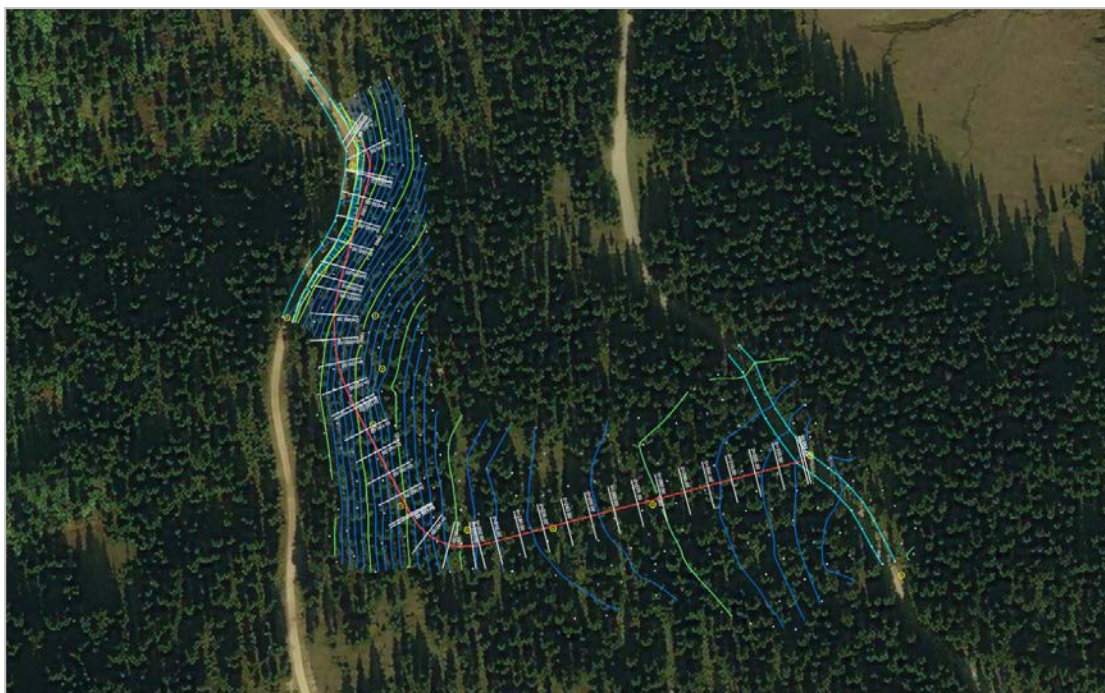


Figure 9. Cross-section drawing over the route

Cut and fill volumes for the study region were calculated and compared using UAV data and data obtained terrestrial. After the forest road design work is done in a drawing, the prices can be determined based on the road construction machines selected and the area's soil and ground characteristics. The primary factor in determining expenses is the volume of excavated dirt. Four different study were conducted in total, and the earthwork volume comparison is provided in Table 4.

Table 4

Earthwork volume comparison

Measurement Method	Fill Volume (m <sup>3</sup> )	Cut Volume (m <sup>3</sup> )	Total Volume (m <sup>3</sup> )
Terrestrial	594,410	847,506	+ 259,097
UAV (50 m)	588,078	849,746	+ 261,668
UAV (75 m)	625,435	868,808	+ 243,373
UAV (100 m)	579,129	874,014	+ 294,885

On the land surface process, it has been observed that the level disparities between the start and endpoints of a road project are the same. Due to the result that the cross-sections produced for this project indicate the land surface, special attention was paid to the red elevations, and it was determined that similar red elevation drawings were created with the reference surface. While the terrestrial measurement method determined 594,410 m<sup>3</sup> of filling and 847,506 m<sup>3</sup> of the excavation area, the method done with result data of 50 m height determined 588,078 m<sup>3</sup> of filling 849,746 m<sup>3</sup> of the excavation area. When the soil quantities were compared, it was discovered that the data from the terrestrial method and the UAV's (50m) height were more similar.

Contreras et al., (2012) employed a LIDAR-based high-resolution digital elevation model, which has a higher point density than UAV systems, to precisely determine the excavation-fill volume. The volumes of three dirt piles were compared in a highway study area, and it was discovered that the variances were between 8% and 16%. (Siebert and Teizer, 2014). The difference in excavation volume was found to be 0.998 percent, and the

difference in fill volume was found to be 0.997 percent in a study carried out on flat land for a highway project (Erdoğan, 2016). Another study found that the difference in excavation volume was 11.3 percent and the difference in fill volume was -1.1 percent in an area with undulating terrain (Tercan, 2017). Akgül et al., (2018) compared digital terrain model (DTM) data acquired via UAV to DTM data acquired via GNSS (Global Navigation Satellite System) in the excavation-fill calculation. Buğday (2018) conducted a study to determine the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and geographic information systems (GIS) technologies in the design of forest road construction. As a result, he found that the excavation volume was 81804.4 m<sup>3</sup>, and the fill volume was 74.2 m<sup>3</sup>. In another study, it was observed that there was a difference of 3.2 percent in the cut volume and 3.5 percent in the fill volume for a mountainous roadway project (Fidancı and Karabörk, 2019). Our study is similar to recent excavation and fills volume calculations utilizing UAVs and terrestrial methods.

Given the land surface's height structure and the difficulties of gaining land to places where a forest road project is planned, it has been recognized that terrestrial measurement methods may be inefficient. It would be prudent to choose the terrestrial method based on the application area's accessibility and just on accuracy and sensitivity criteria. Given that the length of time spent on the land can directly affect the cost, conducting the application process with the UAV will be more effective.

#### 4. Conclusion

This study aimed to determine the use of data obtained from UAV images in forest areas for forest road projects. In this direction, the data produced by the terrestrial method and the UAV were compared in terms of soil volume and height. A forest road project with a length of 341.17 meters and a width of 6 meters was developed in the desired working area of a forested structure. Between the two methods using the land structure identification method, a difference of 0.27 % in the total excavation amount and 1% in the total filling amount was determined in the calculation of the UAV's 50 m measurement amount, in the UAV's 50 m, 75 m, and 100 m measurements concerning the ground measurement. Following that, a difference of 2.51% in total excavation and 5.22 % in the total filling was determined when calculating the UAV 75 m measurement amount, and a difference of 3.13 % in total excavation and 2.53 % in the total filling was determined when calculating the UAV 100 m measurement amount.

When comparing road project results based on the land surface, it was determined that the UAV's 50-meter flight data is more convenient and accurately portrays the actual surface.

The production of digital terrain models on forest road routes with topographically mountainous terrain and 3D point cloud data with high accuracy and precision and the much more precise calculation of excavation and filling amounts have formed an essential foundation for future studies using UAVs photogrammetry. It is demonstrated that UAV photogrammetry can be used efficiently in hilly forest road construction in terms of time, cost savings, accuracy, and visibility.

#### Acknowledgement

This study was produced from a master's thesis prepared by Mihrişah KINALI and supervised by Prof. Dr. Erhan ÇALIŞKAN for the Institute of Natural and Applied Science, Karadeniz Technical University, Turkey. The authors declare that they have no conflict of interest.

#### References

- Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S. and Öztürk, T. (2016). Usage opportunities of generating digital elevation model with unmanned aerial vehicles on forestry. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 104-118.
- Akgül, M., Yurtseven, H., Gulci, S. and Akay, A. E. (2018). Evaluation of UAV-and GNSS-Based DEMs for Earthwork Volume. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43(4):1893-1909.

- Akturk, E. and Altunel, A. O. (2019). Accuracy assessment of a low-cost UAV derived digital elevation model (DEM) in a highly broken and vegetated terrain. *Measurement*, 136, 382-386.
- Buğday, E. (2018). Capabilities of using UAVs in forest road construction activities. *European Journal of Forest Engineering*, 4(2), 56-62.
- Contreras, M., Aracena, P. and Chung, W. (2012). Improving accuracy in earthwork volume estimation for proposed forest roads using a high-resolution digital elevation model. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33(1), 125-142.
- Çalışkan, E. (2013). Planning of forest road network and analysis in mountainous area, *Life Science Journal*, 10(2), 2456-2465.
- Çalışkan, E. and Sevim, Y. (2021). Forest road detection using deep learning models. *Geocarto International*, <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.1926555>
- Eker, R. and Aydın, A. (2020). The use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for tracking stock movements in forest enterprise depots. *European Journal of Forest Engineering*, 6(2), 68-77.
- Erdoğan, A. (2016). Şeritvari Haritaların İnsansız Hava Araçları ile Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya,48s.
- Fidancı, Y. and Karabörk, H. (2019). Use of Unmanned Aerial Vehicles in highway projects in forest areas. *GUFBED*, 9(3), 473-485.
- Gençerk, E. Y. (2016). İnsansız Hava Aracı Fotogrametrisi Uygulaması ile İnşaat Projesi İmalat Durumunun Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 127 s.
- Horcher, A. and Visser, R. J. (2004). Unmanned aerial vehicles: applications for natural resource management and monitoring. Council on Forest Engineering Proceedings 2004. Machines and People, The Interface.
- Menteşoğlu, B. E. ve İnan, M. (2016). İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Ormancılık Uygulamalarında Kullanımı. 6. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Pierzchała, M., Talbot, B. and Astrup, R. (2014). Estimating soil displacement from timber extraction trails in steep terrain: application of an unmanned aircraft for 3D modelling. *Forests*, 5, 6, 1212-1223.
- Rathinam, S., Kim, Z.W. and Sengupta, R. (2008). Vision-based monitoring of locally linear structures using an unmanned aerial vehicle. *First Journal of Infrastructure Systems*, 14 1, 52-63.
- Siebert, S. and Teizer, J. (2014). Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) System. *Automation in Construction*, 41, 1-14.
- Stuckelberger, J. A., Heinimann, H. R. and Burlet, E. C. (2006). Modelling spatial variability in the life-cycle costs of low-volume forest roads. *European Journal of Forest Research*, 125(5): 377-390.
- Tercan, E. (2017). Evaluation of Digital Terrain Model Obtained with Unmanned Aerial Vehicle in Roadway Projects: Bucak-Kocaaliler Roadway Example. *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 8(2), 172-183
- URL 1 (2021). <https://www.dji.com/phantom-4-rtk> (26.11.2021).
- Vilariño, L. D., Jorge, G. H., Sánchez, M. J., Bueno, M. and Arias, P. (2016). Determining the limits of unmanned aerial photogrammetry for the evaluation of road runoff. *Measurement*, 85, 132-141.
- Yurtseven, H. (2019). Comparison of GNSS-, TLS-and different altitude UAV-generated datasets on the basis of spatial differences. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(4), 175.
- Zarco-Tejada, P. J., Diaz-Varela, R., Angileria C. and Loudjanian, V. P. (2014). Tree height quantification using very high resolution imagery acquired from an unmanned aerial vehicle (UAV) and automatic 3D photo-reconstruction methods. *European Journal of Agronomy* 55, 89-99.
- Zeybek, M. and Şanlıoğlu, İ. (2020). Investigation of landslide detection using radial basis functions: a case study of the Taşkent landslide, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(4), 1-19.
- Zhang, C. and Elaksher, A. (2012). An Unmanned Aerial Vehicle based imaging system for 3D measurement of unpaved road surface distresses, *Computer-Aided Civil Infrastructure Engineering*, 27(2), 118-129.

# The Effect of the Covid-19 Epidemic on Forestry Activities in the Bartın Province

İsmet DAŞDEMİR<sup>1\*</sup>, Merve KIZIL<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

<sup>2</sup>Bartın Forestry Enterprise Directorate, Bartın, Türkiye

## Article History

Received: 12.05.2022

Accepted: 06.09.2022

Published: 15.12.2022

## Research Article



**Abstract** – This study was discussed to reveal the negative effects of the coronavirus (Covid-19) epidemic on forestry activities with a multidimensional approach in the province of Bartın. To this aim, the data obtained from the questionnaire study, which was applied by face-to-face interview method in the full field with the employees of Bartın and Ulus forestry enterprise directorates and Bartın Nature Conservation and National Parks Branch Directorate, were used as material. Data were analyzed and evaluated via descriptive statistics, correlation analysis, Kruskal-Wallis H test. In the study, the coronavirus exposure levels of each forestry activity and the 12 forestry activity groups created were analyzed and different groups were determined according to the answers given by the forestry organization employees to the five-point Likert scale propositions. Correlations between the views on the levels of forestry activity being affected by the Covid-19 and some personal characteristics were determined. The null hypothesis ( $H_0$ ), which states that the views on the effects of the coronavirus are not different according to some personal characteristics, was checked. At the end of the study, it was found that erosion control and rangeland improvement, silviculture, and wood production works with an impact score of  $\leq 1.49$  were not affected at all (0%) by the Covid-19 epidemic; the construction and maintenance of forest roads, afforestation and sapling production, forest and village relations activities, forest cadastre and non-wood forest product production with an impact score of 1.5-1.99 were negatively affected at a “very little” rate (13%); human resources management, forest protection, operating and marketing activities with an impact score of 2.0-2.49 were negatively affected at a “little” rate (25%), and nature conservation and national park activities with an impact score greater than  $\geq 2.5$  were negatively affected a “medium” level (50%). According to the findings, some suggestions were developed to reduce the effects of the Covid-19 epidemic, thus positive contributions were made to sustainable forestry and social welfare.

**Keywords** – Coronavirus (Covid-19), forestry activities, forest management, sustainable forestry, Bartın

## Covid-19 Salgınının Bartın İli Ormanlık Faaliyetlerine Etkisi

<sup>1\*</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

<sup>2</sup>Bartın Orman İşletme Müdürlüğü, Bartın, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 12.05.2022


Kabul: 06.09.2022


Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi

**Öz** – Bu çalışma koronavirüs (Covid-19) salgınının ormancılık faaliyetleri üzerinde yarattığı olumsuz etkileri Bartın ili özelinde çok boyutlu bir yaklaşımla ortaya koymak amacıyla ele alınmıştır. Bu amaca ulaşmak için Bartın ve Ulus orman işletme müdürlükleri ile Bartın Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğünde çalışanlarla tam alanda yüz yüze görüşme usulüyle uygulanan anket çalışmasından elde edilen veriler materyal olarak kullanılmıştır. Veriler betimleyici istatistikler, korelasyon analizi, Kruskal-Wallis H testi yardımıyla analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmada, ormancılık örgütü çalışanlarının 5’li Likert ölçekli önermelere verdikleri cevaplara göre her bir ormancılık faaliyetinin ve oluşturulan 12 ormancılık faaliyet grubunun koronavirüsten etkilenme düzeyleri analiz edilmiş ve farklı gruplar belirlenmiştir. Ormancılık faaliyetinin Covid-19’dan etkilenme düzeylerine ilişkin görüşlerle bazı kişisel özellikler arasındaki korelasyonlar saptanmıştır. Koronavirüsün etkileri konusundaki görüşlerin bazı kişisel özelliklere göre farklı olmadığı yönündeki sıfır hipotezinin ( $H_0$ ) denetimi yapılmıştır. Çalışma sonucunda; etki puanı  $\leq 1,49$  olan erozyon kontrolü ve mera ıslahı, silvikültür ve odun üretimi çalışmalarının Covid-19 salgınından hiç etkilenmediği (%0); etki puanı 1,5-1,99 olan orman yolları yapımı ve bakımı, ağaçlandırma ve fidan üretimi, orman ve köy ilişkileri faaliyetleri, orman kadastrosu ve odun dışı orman ürünü üretiminin “çok az” oranda (%13) olumsuz etkilendiği; etki puanı 2,0-2,49 olan insan kaynakları yönetimi, orman koruma, işletme ve pazarlama faaliyetlerinin “az” oranda (%25) olumsuz etkilendiği ve etki puanı  $\geq 2,5$ ’den büyük olan doğa koruma ve milli park faaliyetlerinin “orta” derecede (%50) olumsuz etkilendiği anlaşılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Covid-19 salgınının etkilerini azaltılmak için bazı öneriler geliştirilmiş, böylece sürdürülebilir ormancılığa ve toplumsal refaha olumlu katkılar yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Koronavirüs (Covid-19), ormancılık faaliyetleri, orman işletmesi, sürdürülebilir ormancılık, Bartın

<sup>1</sup>  idasdemir@bartin.edu.tr

<sup>2</sup>  mrvkizil67@gmail.com

\*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: İsmet DAŞDEMİR

## **1. Introduction**

Today, forestry is defined as a versatile and sustainable activity that covers all of the biological, technical, economic, managerial, social, and cultural activities carried out in order to provide goods and services from forest resources to the society continuously and optimally (Daşdemir, 2018). While producing wood and non-wood forest products needed by the society, social-cultural services and benefits such as regulating the climate and water regime, preventing erosion, contributing to public health, and protecting nature and recreation are provided from forest resources. In addition, forest resources are an important tool in creating employment, reducing rural poverty, and improving income distribution.

In addition to the measurable benefits of the forestry sector such as wood and non-wood products, it has many benefits such as soil and water protection, prevention of floods and avalanches, affecting the climate, oxygen production, and carbon dioxide consumption, reducing air pollution, reducing noise intensity, value as a gene source, positive features in terms of human health and recreation, etc. that their contribution to social life and national economy cannot be fully seen because of they cannot be measured (Gürses et al., 2000). Forests provide basic ecosystem services such as wood, food, fuel, fodder, non-wood products and shelter, as well as their contribution to soil and water conservation and clean air. It is home to about 80% of the species living in terrestrial ecosystems and contributes to the mitigation and adaptation of climate change and the preservation of biological diversity. It prevents soil destruction and desertification, and reduces natural disaster risks such as floods, landslides, avalanches, droughts, sand and dust storms (OGM, 2020). Forests are also of critical importance in the supply of clean water. Forested watersheds, including watersheds and wetlands, provide three-quarters of the water used for residential, agricultural, industrial, and ecological needs. Forests regulate underground and surface water flows and protect the quality and quantity of water (ÇOB, 2004).

In addition to the production of goods and services, the forestry sector in Turkey creates added value as well as produces other social benefits such as employing certain people, producing free or low-cost products, grazing, gathering, hunting, providing input to the forest industry, etc. While the share of the gross added value created by all sectors that make up the country's economy in the total production is 50%, the share of the added value created by the forestry sector in the total production of the sector is approximately 77%. The fact that it has such a high added value is due to its high forward connections (Türker, 1999; Daşdemir, 2018). In addition, the forestry sector has a great contribution to employment. Many economic activities such as grazing, gathering, hunting, camping, transportation, and forest products industries, which are dependent on forest resources, also create job opportunities and income effects (Daşdemir, 2018).

Therefore, sustainable management of forest resources has gained importance in order to meet the needs of both present and future generations for forestry products and ecosystem services and to achieve sustainable development goals. The process of sustainable development and sustainable forest management, which started with the Brundtland Report prepared by the World Environment and Development Commission for the first time in 1987, continued with the United Nations Environment and Development Conference held in Brazil in 1992. At this point, each country has developed sustainable forest management (SFM) criteria and indicators with ecological, economic and social content to measure how forest resources are managed (Adamowics, 2003). Some studies were also carried out in Turkey to determine SFM criteria and indicators (Porsuk, 2000; Görücü, 2002; Akyol, 2004; Ok, 2008; Durusoy, 2009; OGM, 2009, Hakverdi, 2020). The General Directorate of Forestry (OGM) has revealed the Turkey SFM criteria and indicator set, which consists of 6 criteria and 40 indicators, in line with the Forest Europe process, with its latest update in 2019 (OGM, 2020).

In addition to various factors (fire, insects, snow, storms, illegal cuttings, deforestation, etc.) that prevent the goods, services, and benefits offered from forests, global epidemic diseases that concern human health can adversely affect forest ecosystem services and forestry activities. Various epidemic diseases (cholera, tuberculosis, Spanish Flu, SARS, MERS, Avian Flu, Swine Flu, Ebola, etc.) have occurred from past to present, negatively affecting human health and activities in many sectors in the world and in Turkey. There



are also some studies examining the effects of such epidemics from the past to the present (Yiğit and Gümüşçü, 2016; Yılmaz, 2017; Tekin, 2018; Azap, 2020; Türk et al., 2020).

The Covid-19 epidemic, which emerged in the Wuhan province of China towards the end of 2019, also affected the world in a short time, causing loss of life in many countries and negativities in various sectors. In Turkey, it started to be seen in March 2020, and it adversely affected many sectors, especially in 2020, when the epidemic progressed rapidly and quarantine practices were applied intensively. With the measures taken since 2021, vaccine applications, and the emergence of new variants of the virus, its effect has gradually decreased, however the epidemic still continues. In this process, many studies have been conducted investigating the negative effects of the Covid-19 epidemic on aviation, agriculture, banking, tourism, sports, etc. sectors (Akça, 2020; Aydın and Güner, 2020; Aydın and Karabacak, 2020; Ersoy et al., 2020; Kayabaşı, 2020; Korkut et al., 2020; Koyuncu and Meçik, 2020; Tayar et al., 2020; Türkmen and Özşarı, 2020; Şahin and Peker, 2021).

Knowing the level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is important for sustainable forest management. It is also likely that many benefits will be interrupted and social welfare losses will occur in sectors linked to the forestry sector. In this context, some studies investigating the impact of the Covid-19 epidemic on the forestry sector, forest industry, forest management, ecotourism, protected areas, and forest recreation have been carried out (Basnyat et al., 2020; Derks et al., 2020; McGinlay et al., 2020; Ay, 2021; Ateş et al., 2021; Hakverdi and Akyol, 2021; Laudari et al., 2021). However, there is no comprehensive study investigating the effects on forestry activities in the Bartın province with a multidimensional approach and including all activities.

Therefore, in this study, the effects of the Covid-19 epidemic on forestry activities (wood production, non-wood forest product (NWFP) production, operating and marketing, silviculture, afforestation and sapling production, erosion control and rangeland improvement, forest roads construction, and maintenance, forest cadastre, forest and village relations (FVR), human resources management, forest protection and forest crimes, nature conservation and national park (NCNP) activities) in the province of Bartın were discussed with a multidimensional approach. Thus, the results of the study will provide original and important contributions to the scientific literature, practice, and sustainable forest management.

## **2. Material and Method**

### **2.1. Study Area**

The study was carried out in the province of Bartın. The Bartın province has four districts such as Central, Amasra, Kurucaşile and Ulus (Figure 1). 64% of the Bartın province, which has a total area of 2,143 km<sup>2</sup>, is forest area (135,437 ha) (OGM, 2022). There are three units: the Bartın Forestry Enterprise Directorate (BFED) and the Ulus Forestry Enterprise Directorate (UFED) and the Bartın Nature Conservation and National Parks (BNCNP) Branch Directorate, which carry out forestry activities within the provincial borders.

The BFED, which is affiliated to the Zonguldak Regional Directorate of Forestry, has 11 Forest Management Chieftaincies including Amasra, Arıt, Bartın, Dumanlı, Günye, Gölderesi, Hasankadı, İnkum, Kozcagiz, Kurucaşile and Yenihan. The study area is 140,923 ha in total, of which 48% is normal forestland, 0.83% is degraded forest, 56% is forested, and 44% is deforested (BOİM, 2022). The UFED has 10 Forest Management Chieftaincies, namely Ardıç, Sökü, Kumluca, Sarıkaya, Abdipaşa, Ulusçayı, Drahna, Merer, Samatlar and Hasandede. The study area is 66,640.20 ha in total, of which 74% is forestland and 26% is deforested area. 86% (42,385.80 ha) of the forest area is normal grove, 12% (5,692.60 ha) is degraded grove, and 02% (1,378.80 ha) is treeless forest area (UOİM, 2022). The field of activity of the BNCNP Branch Directorate is limited to the province of Bartın, and it carries out its services under the 10th Regional (Sinop) Directorate of the General Directorate of Nature Conservation and National Parks.

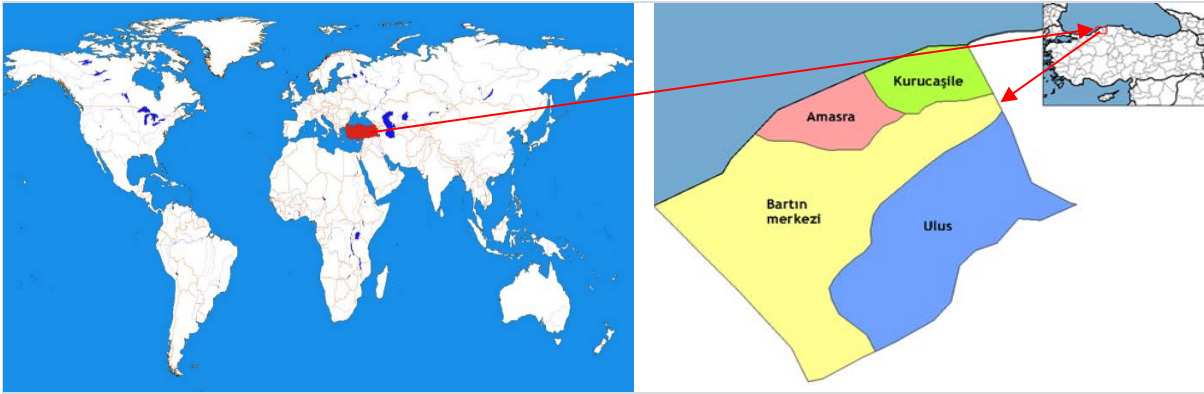


Figure 1. Study area

## 2.2. Research Data

The data of this study consists of the information obtained from the interview study conducted on the managers, technical staff, and field personnel (director, assistant director, forest chief, engineer, forest protection officer) in Bartın and Ulus forestry enterprise directorates and the BNCNP Branch Directorate.

In order to obtain the research data, a questionnaire form consisting of three parts was developed. *In the first part* of the questionnaire, there were seven questions about personal characteristics such as the unit where the participants worked, type of job, age, gender, education level, the total length of service (experience), and duration of duty (tenure). *In the second part* (the effects of the coronavirus epidemic on forestry activities), forestry activities were grouped under 12 main activities according to their similar characteristics, and a total of 64 propositions/questions were formed, with a different number in each group. The propositions were generally set up in accordance with the structure of "... activity was adversely affected" and the participants' level of agreement with these propositions was scored between 1-5 points with a five-point Likert scale (1-I never agree, 2-I agree a little, 3-I agree, 4-I agree more, 5-I agree completely) and it was measured with a five-point and equally spaced scale as in Figure 2 (Daşdemir, 2021). *In the third part* of the questionnaire, "opinions and suggestions of the participants on the effects of the coronavirus epidemic on forestry activities" were included in the form of an open-ended question.

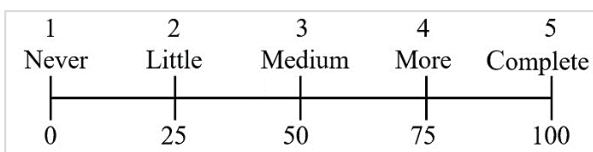


Figure 2. Five-point Likert ranking scale

There were a total of 111 employees (56 in BFED, 47 in UFED, 8 in BNCNP) as managers, technical staff, and field personnel (director, assistant director, forest chief, engineer, and forest protection officer) in Bartın and Ulus forestry enterprises and the BNCNP in 2021. It was planned to conduct an interview with all of them (in the full field), but 71 people could be reached due to various reasons. Thus, a survey study was conducted on a sample size of approximately 64% ( $=71/111*100$ ) in May-November 2021 by face-to-face interview method.

## 2.3. Data Evaluation Method

In the study, two null hypotheses ( $H_0$ ) were established: "The Covid-19 epidemic not effective on forestry activities" and "The opinions of the respondents on the effects of coronavirus do not differ according to some personal characteristics (unit, duty, age, gender, education level, experience, tenure)". These hypotheses were tried to be proven via the data obtained and the evaluation methods.

The questionnaire data were evaluated via descriptive statistics (frequency, percentage, arithmetic mean, standard deviation, etc.) and tables. The Cronbach Alpha test was applied to understand whether the five-point Likert scale propositions in the questionnaire were consistent and reliable with each other (Kalaycı, 2014; Büyüköztürk, 2015). The levels of impact of forestry activities from the coronavirus, their degree of impact, and impact rates were calculated, and evaluations were made according to the averages of the scores (average impact scores) of 71 participants on the propositions (questions) by forestry activity groups.

On the other hand, the relations between the "total impact score", which is formed by the sum of the scores given by the participants to 64 questions, and some personal characteristics (unit, duty, age, gender, education level, experience, tenure) were examined by correlation analysis. Since it was understood that the data did not show normal distribution by Kolmogorov-Smirnov test, Spearman's nonparametric correlation analysis was applied. In addition, the control of the  $H_0$  hypothesis, whether the opinions of forestry organization employees in the Bartın province are different according to some personal characteristics, was checked with the Kruskal-Wallis H test, and Post Hoc multiple comparison tests were applied to reveal different groups (Kalıpsız, 1988; Özdamar, 2002; Daşdemir, 2021). Microsoft Excel and SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Sciences) package program were used for the analysis and evaluation of the data.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Evaluations of Participants' Personal Characteristics

As a result of a total of 71 surveys conducted at the BFED, UFED, and BNCNP, the findings regarding some personal characteristics (unit, duty, age, gender, education level, experience, tenure) of the participants are given in Table 1.

Table 1  
Some personal characteristics of the participants

Feature	Groups	Number	Percentage	Average ( $\bar{x}$ )
Unit	BFED	42	59.2	-
	UFED	27	38.0	
	BNCNP	2	2.8	
Duty	Director and Assistant Director	5	7.0	-
	Forest Chief	20	28.2	
	Engineer	3	4.2	
	Forest Protection Officer	43	60.6	
Age (year)	20-30	41	57.7	33.8 year
	31-40	11	15.5	
	41-50	12	16.9	
	$\geq 51$	7	9.9	
Gender	Male	59	83.1	-
	Female	12	16.9	
Education Level	1. High School	6	8.5	2.55 (Associate degree-Bachelor Degree)
	2. Associate Degree	29	40.8	
	3. Bachelor Degree	27	38.0	
	4. Graduate School	9	12.7	
Experience (year)	0-10	52	73.2	8.3 year
	11-20	8	11.3	
	21-30	8	11.3	
	$\geq 31$	3	4.2	
Tenure (year)	0-5	67	94.4	2.5 year
	$\geq 6$	4	5.6	

According to Table 1, the majority of the participants are the BFED personnel and forest protection officers working in the field. The average age is 33.8 years, with relatively young participants. Approximately 91.5%

of them are university graduates. The average total service period is 8.3 years and the time spent in the current position is 2.5 years. In other words, there is an employee structure mostly male, university graduates, young and inexperienced. It is thought that the study area is a relatively deprived area and rotation practices are effective in this.

### 3.2. Explanations and Evaluations Regarding Forestry Activity Groups

The  $\alpha$  value of the Cronbach Alpha test results for each of the 64 propositions (questions) having a five-point Likert scale in the questionnaire form was found as  $\geq 0.928$  and the  $\alpha$  value of the test result of the scale averages was found as 0.931. In this case, since the Cronbach Alpha value ( $\alpha$ ) was higher than 0.80 in both cases, it was understood that the questionnaire was "highly reliable" (Kalaycı, 2014; Büyüköztürk, 2015). Thus, it was determined that the propositions in the scale were reliable and consistent for statistical analyzes and evaluations.

In the study, forestry activities were gathered under 12 main groups and totally 64 questions having a five-point Likert scale were developed, with different numbers in each group. The explanations regarding the forestry activities in each group, the number of questions (Q), the minimum and maximum values of the points given by the participants to them, the Likert scale average score, standard deviation (s), and percentage shares (%) are given in Table 2.

Table 2  
Features of forestry activity groups

No	Activity Group Name	Explanation	Number of Questions	Min.	Max.	Likert Average Score	s	%
1	Wood Production	The amount of stamps, total wood production and fuel production, transportation to the warehouse, production quality, and amount of standing tree sale	7 pieces (Q1-Q7)	1.00	3.00	1.48	0.55	6.84
2	NWFP Production	Laurel, chestnut, rosehip, cranberry, linden, etc., and mushroom production	4 pieces (Q8-Q11)	1.00	4.25	1.80	0.83	8.29
3	Operating and Marketing	Production costs, approximate prices, sales prices, number of customers participating in auctions, and sales prices of planted trees	7 pieces (Q12-Q18)	1.00	4.00	2.23	0.75	10.28
4	Silviculture	Youth, frequency, first thinning care, rejuvenation studies, and maintenance allowable cut	5 pieces (Q19-Q23)	1.00	4.60	1.46	0.80	6.73
5	Afforestation and Sapling Production	Land preparation, sapling planting, culture care, sapling production	5 pieces (Q24-Q28)	1.00	4.00	1.63	0.76	7.53
6	Erosion Control and Rangeland Improvement	The amount of erosion control and rangeland improvement work	2 pieces (Q29-Q30)	1.00	4.00	1.46	0.71	6.72
7	Forest Roads	New forest road construction, maintenance and repair of existing roads	2 pieces (Q31-Q32)	1.00	4.50	1.53	0.92	7.04
8	Forest Cadastre	Forest area with completed cadastre, 2/B applications and working sensitivity	3 pieces (Q33-Q35)	1.00	4.33	1.71	0.85	7.90

Table 2  
Features of forestry activity groups (continues)

No	Activity Group Name	Explanation	Number of Questions	Min.	Max.	Likert Average Score	s	%
9	FVR Activities	Loans given to forest villagers, training and consultancy services, employment and income amount, contribution to rural development	6 pieces (Q36-Q41)	1.00	4.33	1.65	0.85	7.63
10	Human Resources Management	Providing labor, attendance, the productivity of the workforce, employee interest in the job, task, and relocation	7 pieces (Q42-Q48)	1.00	4.29	2.07	0.80	9.53
11	Forest Protection and Forest Crimes	Protection of forests, efforts to combat forest fires and forest pests, forest crimes (cutting, possession, transport, occupation and exploitation, grazing, burning, hunting, etc.)	11 pieces (Q49-Q59)	1.00	4.45	2.13	0.94	9.80
12	NCNP Activities	Hunting tourism, ecotourism, recreation activities, wildlife studies	5 pieces (Q60- Q64)	1.00	5.00	2.54	1.10	11.70
<b>Total</b>			64	12	54.31	21.69	9.85	100
<b>Average Impact Score</b>				0.98	3.56	1.85	0.57	-
<b>Total Impact Score</b>				64	232	120.27	37.12	-

In Table 2, the lowest total impact score was calculated as 64, the highest as 232, and the mean total impact score was calculated as  $120.27 \pm 37.12$  ( $\bar{x} \pm s$ ) according to the scores given by 71 interviewees to each of the questions. The average impact score is  $1.85 \pm 0.57$  according to the general average of all questions.

On the other hand, in order to evaluate the exposure levels of forestry activities to coronavirus, the class interval values and effect levels of the five-point Likert scale were determined as in Table 3. Since the scores given to the survey questions are generally concentrated in the range of 1.5-2.49, this class range was divided into two ranges, 1.5-1.99 and 2-2.49, to increase precision.

Table 3  
Class interval values and effect levels related to the five-point Likert scale

Class Range Values of the Likert Scale		Impact Level
Number	Percentage (%)	
$\leq 1.49$	0	Never
1.5-1.99	13	Very Little
2.0-2.49	25	Little
2.5-3.49	50	Medium
3.5-4.49	75	More
$\geq 4.5$	100	Complete

By using Tables 2 and 3, the averages of the five-point Likert scale scores were evaluated by forestry activity groups. In this context, the participants answered "I never agree" according to the average score (1.48) of the first seven questions (Q1-Q7) on wood production. With this result, the opinion was that wood production activities (stamping, cutting, transporting, standing tree sale) were not affected by the Covid-19 epidemic. Since the answer to the questions about NWFP production (Q8-Q11) was "I agree very little" according to the average score (1.80), it was concluded that the production of NWFPs was slightly by the Covid-19 epidemic. In operating and marketing activities (Q12-Q18), the answer was "I agree little" with an average score of (2.23). In other words, it has emerged that the operating and marketing activities (production costs,

approximate prices, timber sales prices, and the number of bidders) were negatively affected by the Covid-19 epidemic.

It turned out that silviculture activities (Q19-Q23) were not affected by Covid-19 epidemic according to their average score (1.46). Likewise, since the average of the answers given to the questions of erosion control and rangeland improvement (Q29-Q30) and wood production (Q1-Q7) activities was "I never agree", it was understood that such forestry activities carried out in open-air conditions were not affected by the Covid-19 epidemic. On the other hand, since the averages of the questions' scores of the construction and maintenance of forest roads (Q31-Q32), forest cadastre (Q33-Q35), afforestation and sapling production (Q24-Q28), and FVR (Q36-Q41) activities were close to each other and it was between 1.5-2, it is concluded that they were "very little" affected by the Covid-19 epidemic.

When evaluated in terms of human resources management activity, the average score of the related questions (Q42-Q48) in the questionnaire was 2.07 (I agree little). According to this result, it was understood that there were disruptions in the continuation of the staff in the administrative-office works, the productivity of the workforce was decreased, and therefore the human resources management activities were slightly affected by the Covid-19 epidemic. The average score of forest protection and forest crimes (Q49-Q59) activities is 2.13 (I agree little). However, when such activities are examined in two sub-groups as "forest protection" and "forest crimes", it was understood that the score of forest protection activities was generally lower than the score of forest crimes. Therefore, it was concluded that forest crimes were partially negatively affected by the Covid-19 epidemic (because there was an increase in the number of crimes) rather than forest protection activities. On the other hand, according to the average of the scores related to NCNP activities (Q60-Q64), which have the highest average score (2.54), it was revealed that there was a significant decrease in the recreational (picnic, recreation-resting, nature walk, etc.) demands of the people, especially during the pandemic period.

### 3.3. Effects of Covid-19 and Difference Control by Forestry Activity Groups

The average scores (average impact scores) given by the participants to the five-point Likert scale questions based on 12 forestry activity groups, their impact degrees, and impact rates were calculated by using the class range values in Table 3, and they are given in Table 4.

Table 4  
Impact levels of forestry activity groups from the Covid-19

Activity Name	Likert Scale		
	Average Impact Score	Impact Degree	Impact Rate (%)
Erosion Control and Rangeland Improvement	1,46	Never	0
Silviculture	1,46	Never	0
Wood Production	1,48	Never	0
Forest Roads	1,53	Very Little	13
Afforestation and Sapling Production	1,63	Very Little	13
FVR Activities	1,65	Very Little	13
Forest Cadastre	1,71	Very Little	13
NWFP Production	1,80	Very Little	13
Human Resources Management	2,07	Little	25
Forest Protection and Forest Crimes	2,13	Little	25
Operating and Marketing	2,23	Little	25
NCNP Activities	2,54	Medium	50
Average	1,85	Very Little	25

As seen from Table 4, it can be said that forestry activities, in general, were negatively affected by the coronavirus epidemic at a rate of "very little", approximately 13%, according to the average of the Likert scores (1.85). However, erosion control and rangeland improvement, silviculture and wood production activities with an average impact score of  $\leq 1.49$  were not affected at all by the coronavirus epidemic (0%). The construction and maintenance of forest roads, afforestation and sapling production, FVR activities, forest cadastre and NWFP production having an average impact score of 1.5-1.99 were adversely affected at a "very little" rate

(13%). Human resources management, forest protection, operating and marketing activities, which have an average impact score of 2.0-2.49, were negatively affected by the coronavirus epidemic at a "little" (25%) rate, and NCNP activities with an average impact score of  $\geq 2.5$  are negatively affected at a "medium" level (50%).

On the other hand, as a result of the Kruskal-Wallis H Test applied to control whether there is a difference on the basis of forestry activities according to the average impact scores, it was understood that there was a significant difference at the 99% confidence level in terms of the average impact score of forestry activities ( $\chi^2 = 145.26$ ;  $p = 0.00 > 0.01$ ). The activity groups formed at the end of the Post Hoc multiple comparison test (Games-Howell) was conducted to understand which forestry activities are different from each other (Table 5).

Table 5  
Results on the difference test of the effects of Covid-19 on the basis of forestry activities

Activities Group <sup>(*)</sup>	Activities in Group <sup>(*)</sup>	Average Impact Score of the Group	Impact Level of the Group
1.Group	Erosion Control and Rangeland Improvement Silviculture Wood Production	1,47	Never
2.Group	Forest Roads Afforestation and Sapling Production FVR Activities Forest Cadastre NWFP Production	1,72	Very Little
3.Group	Human Resources Management Forest Protection and Forest Crimes Operating and Marketing	2,12	Little
4.Group	NCNP Activities	2,54	Medium

(\*) Activity groups and activities within groups were ranked from least affected to most affected

According to these results, erosion control and rangeland improvement, silviculture, and wood production activities in the 1st group were not "never" affected by the Covid-19 epidemic. The fact that such technical activities are carried out in open-air conditions, in natural and non-crowded environments was effective in this. Forest roads, afforestation and sapling production, FVR, forest cadastre, and NWFP production activities in the 2nd group were "very little" affected by the coronavirus epidemic. Human resource management, forest protection, operating and marketing activities in the 3rd group were "little" affected by the Covid-19 epidemic. In this context, it can be said that the staff does not go to the workplace and work much, customers who buy wood materials do not participate in auctions, and there are problems in the protection of forests and forest crimes increase during the Covid-19 epidemic period. On the other hand, NCNP activities in the 4th group are mostly aimed to meet the hunting tourism, ecotourism, and recreational needs of the people, and it was understood that NCNP activities were negatively affected "medium" level since such demands were not received during the Covid-19 epidemic period.

There are different research results in the literature on the effects of Covid-19. In a survey study on 48 forest management chiefs in the Kayseri Regional Directorate of Forestry in Turkey (Hakverdi and Akyol, 2021); it was revealed that forest management chiefs were not affected by the Covid-19 pandemic, they continue their work and there was no disruption in their work. In a semi-structured interview-based study of forestry activities in Nepal's Gandaki province (Laudari et al., 2021); it was stated that wood production decreased during the coronavirus epidemic periods, while there was an increase in ecotourism, forest development, wildlife studies and illegal logging. Likewise, in a survey study in Nepal (Basnyat et al., 2020); it was detected that Covid-19

was causing less damage to wildlife and therefore more chance for wildlife to be observed, carbon emissions and air pollution rates were decreased, timber production and sales were greatly reduced, and poaching and illegal tree cutting were increased during quarantine. In a study in the Kottenforst nature reserve area in Germany (Derks et al., 2020), it was determined that Covid-19 increased forest recreation activities and there was a large increase in the number of visitors to the area. Similarly, McGinlay et al. (2020) on 14 popular protected areas in Europe; Although there was a decrease in the number of visitors during the strict quarantine periods, it is stated that there was a very high increase after the quarantine and therefore caused some problems. Similarly, McGinlay et al. (2020) stated that although there was a decrease in the number of visitors at the beginning during the strict quarantine periods, there was a very high increase after the quarantine and therefore it caused some problems in their research on 14 popular protected areas in Europe. On the other hand, Brancalion et al. (2020) found that tropical deforestation increased nearly twice during the Covid-19 pandemic period compared to 2019, and in general, deforestation increased by 63% in the Americas and Asia-Pacific, and by 136% in Africa.

All these results show that the effects of the Covid-19 epidemic give different results according to time, place, and the nature of forestry activity. For example, although it was determined that there was no disruption in wood production, especially during the Covid-19 epidemic period in this study, it was found that wood production decreased in the studies in Nepal (Laudari et al., 2021; Basnyat et al., 2020). Likewise, although there was a decrease in forest recreation activities in this study, it was stated that there was an increase in forest recreation activities and the number of visitors to the area in a study in Germany (Derks et al., 2020). On the other hand, it is a common result that both in this study and in other studies (Laudari et al., 2021; Basnyat et al., 2020), it was determined that there was an increase in forest crimes (illegal tree cutting, poaching, etc.) during the Covid-19 epidemic period.

### 3.4. Effects of Covid-19 and Difference Control by Personal Characteristics

In the study, the relationship between the "total impact score" variable, which was found by totaling the scores given to 64 questions by the participants and personal characteristics/variables (unit, duty, age, gender, education level, experience, and tenure) were examined by Spearman's nonparametric correlation analysis and the results are shown in Table 6.

Table 6  
Correlation analysis results

Variables	Total Impact Score
Unit	0.238*
Duty	0.07
Age	0.05
Gender	-0.07
Education Level	0.05
Experience	-0.11
Tenure	-0.13

\*: Significant at 0.05 confidence level ( $p < 0.05$ )

According to the results of the correlation analysis, there is a statistically significant positive correlation ( $r=0.238^*$ ) at 0.05 confidence level between the "unit" variable, which only shows the institution where the participants work, and the "total impact score". Accordingly, while the participants in the BFED think that the coronavirus epidemic has "little" impact on forestry activities, those in the BNCNP think that it has a "more" impact, and those in the UFED think that it has a "medium" impact. However, no significant correlation was found between the "total impact score" and the duty, age, gender, education level, experience, and tenure of the participants.



On the other hand, whether the total impact score differs according to personal characteristics was checked with the Kruskal-Wallis H Test and different groups were determined by Post Hoc multiple comparison test (Games-Howell) (Table 7).

Table 7

Difference control results of the Covid-19 effect according to personal characteristics

Personal Characteristics	Forestry Activities	Kruskal-Wallis H Test Chi-square ( $\chi^2$ ) Value	DF	Different Groups According to Post Hoc Multiple Comparison Test (Groups and rankings within groups are according to importance)				
				Different Groups			$\bar{X}$	N
				No	Group Items			
1.Unit	Silviculture	13.89**	2	1	BFED, NCNP	1.28	44	62
				2	UFED	1.75	27	38
	Forest Roads	16.57**	2	1	NCNP, BFED	1.20	44	62
2				UFED	2.06	27	38	
	Human Resources Management	7.78**	2	1	BFED	1.87	42	59
				2	UFED, NCNP	2.35	29	41
2.Duty	The level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is not different according to the duty.							
3.Age	The level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is not different according to age.							
4.Gender	The level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is not different according to gender.							
5.Education Level	The level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is not different according to education level.							
6.Experince	Erosion Control and Rangeland Improvement	8.57*	3	1	Those with 21-30 years of experience	1.06	8	11
				2	Those 0-20 years and $\geq 31$ years of experience	1.50	63	89
	Forest Protection and Forest Crimes	7.90*	3	1	Those with 21-30 years of experience	1.38	8	11
				2	Those 0-20 years and $\geq 31$ years of experience	2.22	63	89
7.Tenure	The level of impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities is not different according to tenure							

\*: Significant at 0.05 confidence level ( $p < 0.01$ ); \*\*: Significant at 0.01 confidence level ( $p < 0.01$ ); DF: Degree of Freedom

According to Table 7, it was understood that the opinions of the participants about the impact of the Covid-19 epidemic on forestry activities differ only according to the unit and experience, not according to the duty, age, gender, education level, and tenure.

According to the unit (BFED, UFED, BNCNP), while the opinions of the participants, especially on silviculture, forest road construction and maintenance, and human resources management, were different at the 99% confidence level, there was no difference between their opinions in terms of wood production, NWFP production, operation and marketing, afforestation and sapling production, erosion control and rangeland improvement, forest cadastre, FVR activities, forest protection, and NCNP activities. While 62% of the total number of participants working at the BFED and BNCNP think that there is no disruption in silviculture activities (youth and density care, spacing and rejuvenation studies) due to the Covid-19 epidemic (based on a 1.28 Likert score), 38% of the participant working at the UFED think that such activities are a little negatively affected (based on a 1.75 Likert score). Similarly, there were differences in the construction and maintenance of forest roads according to the unit studied. While the employees at the BNCNP and BFED think that there is no disruption in the construction and maintenance of forest roads due to the Covid-19 epidemic (based on a 1.20 Likert score), those working at the UFED think that they are a little negatively affected (based on a 2.06 Likert score). There were also differences in the level of 99% confidence between the participants according to the unit on the subject of human resources management. Within the scope of human resources management, while the participants at the BFED think that providing labor, personnel's attendance, their interest in the job and the organization, the productivity of the workforce, the desire of the personnel to work and relocate, etc. are a little affected (based on a 1.87 Likert score), the participants at the UFED and BNCNP think that those are adversely affected a little more (little-medium) than those at the BFED (based on a 2.35 Likert score).

As seen in Table 7, while the opinions of the participants on the effects of the Covid-19 epidemic in terms of their experience are different at 95% confidence level in erosion control and rangeland improvement, and forest protection studies, there is no difference between their opinions on other forestry studies (wood production, NWFP production, operating and marketing, silviculture, afforestation and sapling production, forest roads, forest cadastre, FVR activities, human resources management, and NCNP activities). Accordingly, the participants with 21-30 years of experience (mature people) think that erosion control and rangeland improvement works are never affected (based on a 1.06 Likert score), while those with  $\leq 20$  years of experience (young people), and those who make up 89% of the participant and have with  $\geq 31$  years of experience (old people) think that such activities are affected very little (based on a 1.50 Likert score). The same thoughts are also valid for forest protection and forest crimes. According to this, mature people with 21-30 years of experience think that forest protection and forest crimes (fire drills, firefighting, fighting insect and fungus pests, illegal tree cutting, transportation, settlement-occupation, grazing, burning, hunting, etc.) are never affected (based on a 1.38 Likert score), young people with  $\leq 20$  years of experience and old people with  $\geq 31$  years of experience (89%) think that such activities are negatively affected at a "little-moderate" level (based on a 2.20 Likert score). These results show that young and old participants have the opinion that the Covid-19 epidemic has more negative effects than mature participants do.

#### 4. Conclusions and Suggestions

In the study, the impact levels of forestry activities grouped under 12 main headings in the Bartın province from the Covid-19 epidemic were analyzed and evaluated based on the five-point Likert scale survey data obtained from 71 participants employed as managers, technical staff and field personnel at the BFED and UFED and BNCNP. At the end of the study, forestry activities were grouped into four different groups according to their level of being affected by the Covid-19. Accordingly, it was determined that erosion control and rangeland improvement, silviculture, and wood production activities *in the first group* were "never" affected by the Covid-19 epidemic (0%); the construction and maintenance of forest roads, afforestation and sapling production, FVR activities, forest cadastre, and NWFP production, which are *in the second group*, were negatively affected at a "very little" rate (13%); the human resources management, forest protection, operating and marketing activities *in the third group* were negatively affected at a "little" rate (25%); NCNP activities *in the fourth group* were negatively affected at a "medium" level (50%).

In addition, it was understood that the opinions of the participants about the impact of the Covid-19 on forestry activities were different according to the unit and experience, but not according to the duty, age, gender, education level, and tenure. Accordingly, while the participants at the BFED think that the Covid-19 epidemic affects forestry activities "little", those in the BNCNP think that it affects them "more", and those in the UFED think that it affects them "medium" level. According to the unit, while the opinions of the participants on silviculture, forest road construction and maintenance, and human resources management were different at the 99% confidence level, there is no difference between their opinions on wood production, NWFP production, operating and marketing, afforestation and sapling production, erosion control and rangeland improvement, forest cadastre, FVR activities, forest protection, and NCNP activities. Likewise, in terms of the experience of the participants, while their opinions on the effects of the Covid-19 epidemic were different in erosion control, rangeland improvement, and forest protection studies at the 95% confidence level, no difference was found between their opinions on other forestry studies.

In conclusion, although some administrative measures that prevent the spread of health and protect human health were taken in the execution of forestry activities in the province of Bartın during the Covid-19 pandemic period, due to the inadequacy of these measures and the quarantine conditions applied throughout the country, there was been a decrease in the number of participants to recreational activities and auctions (despite electronic auctions), and forest crimes were increased. In addition, it was determined that there were disruptions in the continuation of the staff in the administrative-office works, and the productivity of the workforce decreased. In this context, in order to reduce the negative effects of pandemic periods and to ensure

sustainable forest management, all employees must be properly informed about the effects of the Covid-19 epidemic and the precautions to be taken. The teams that will work in the field should work with a small number of teams in the vehicle, the staff employed in the administrative buildings should work in shifts, and the mask, distance, and hygiene rules must be followed. During the quarantine periods, FVR studies and auctions should be done online, necessary measures must be taken to carry out NCNP activities, and nature-based tourism should be encouraged in terms of the morale and motivation of the society.

### Acknowledgement

This study was produced from the Master's study titled " Effects of the Coronavirus (COVID-19) Epidemic on Forestry Studies: The Case of Bartın Province" conducted in the Forest Engineering Department of the Graduate Education Institute of Bartın University.

### Author Contributions

İsmet DAŞDEMİR planned and directed the research, designed the questionnaire, performed the statistical analysis, and wrote the article.

Merve KIZIL collected the data and assisted in the evaluation of the data and writing the article.

### References

- Adamowics, W. (2003). Economic indicators of sustainable forest management: Theory versus practice. *Journal of Forest Economics*, 9(1), 27-40.
- Akça, M. (2020). Covid-19'un havacılık sektörüne etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7 (4), 45-64.
- Akyol, A. (2004). Türkiye'de sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi ilkeleri, göstergeleri ve uygulamalar. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, 130 s., Isparta.
- Ateş, S., Enez, K. and Külçe, T. (2021). Kovid-19 pandemi sürecinin Kastamonu orman ürünleri sanayii üzerine etkileri. *European Journal of Managerial Research (EUJMR)*, 5(8), 20-32.
- Ay, İ.C. (2021). Covid-19 Pandemisinin Türkiye'nin ihracatı üzerine etkileri için bir analiz. *Joeep: Gelişmekte Olan Ekonomiler ve Politikalar Dergisi*, 6(1), 41-60.
- Aydın, A. and Güner, A. (2020). Covid-19 salgınının tarım sektörü ve gıda güvenliği üzerine etkisi: Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 155-171.
- Aydın, F.F. and Karabacak, N. (2020). Covid-19'un küresel makroekonomik etkileri. In *5th International Gap Business Sciences And Economy Congress*, 4-6 Aralık, ss.2-18, Şanlıurfa.
- Azap, E.Y. (2020). 1820-1823 Osmanlı-İran savaşında ortaya çıkan salgın ve bu salgının savaşa etkisi. *Hazine-i Evrak Arşiv ve Tarih Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 81-94.
- Basnyat, B., Baral, S., Tiwari, K.R., Shrestha, G.K., Adhikari, B. and Dahal, Y.N. (2020). Covid-19 outbreak, timber production, and livelihoods in Nepal. *Tribhuvan University Journal*, 15-32.
- BOİM, (2022). Bartın Orman İşletme Müdürlüğü web sayfası. <https://zonguldakobm.ogm.gov.tr/BartınOIM/Sayfalar/default.aspx>, (21.02.2022).
- Brancalion, P.H., Broadbent, E.N., De-Miguel, S., Cardil, A., Rosa, M.R., Almeida, C.T., Almeida, D.R., Chakravarty, S., Zou, R.R., Gamarra, J.G., Liang, J., Crouzeilles, R., Herault, B., Aragão, L.E., Silva, C.A. and Almeyda-Zambrano, A.M. (2020). Emerging threats linking tropical deforestation and the Covid-19 pandemic. *Perspectives in ecology and conservation*, 18(4), 243-246.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (21.Baskı). Pegem A Yayıncılık, 213 s., Ankara.
- ÇOB, (2004). Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye ulusal ormancılık programı. Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı. Planlama ve Projeler Dairesi Başkanlığı, 90 s., Ankara.
- Daşdemir, İ. (2018). Ormancılık işletme ekonomisi (4.Baskı). Bartın Üniversitesi Yayın No: 10, Orman Fakültesi Yayın No: 6, ISBN: 978-605-60882-8-5, 407 s., Bartın.
- Daşdemir, İ. (2021). Bilimsel araştırma yöntemleri (3.Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 1536, ISBN 978-605-320-442-8, 210 s., Ankara.

- Derks, J., Giessen, L. and Winkel, G. (2020). Covid-19 induced visitor boom reveals the importance of forests as critical infrastructure. *Forest Policy and Economics*, 118 (2020), 102253.
- Durusoy, İ. (2009). Türkiye ormancılığında sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi ölçüt ve göstergelerinin ülke ölçeğinde belirlenmesi. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi, 281 s., Trabzon.
- Ersoy, H., Gürbüz, A.O. and Fındıkcı, M. (2020). Covid-19'un Türk bankacılık ve finans sektörü üzerine etkileri, alınabilecek önlemler. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(37), 146-173.
- Görücü, Ö. (2002). Sürdürülebilir ormancılık İspanya'daki uygulamalar ve Türkiye ile karşılaştırılması. KSÜ Rektörlüğü Yayın No:90, Ders Kitapları Yayın No:12, 93 s., Kahramanmaraş.
- Gürses, M.K., Koçar, S., Yılmaz, E. and Kahveci, G. (2000). Türkiye'de ormancılığın sosyal ve ekonomik yaşamdaki yeri. T.C. Orman Bakanlığı, APK Kurulu Başkanlığı, yayınlanmamış rapor, 34 s., Ankara.
- Hakverdi, A.E. (2020). Türkiye'de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3), 332-343.
- Hakverdi, A.E. and Akyol, A. (2021). Pandemi döneminde orman işletmelerinin yıllık çalışma performanslarının değerlendirilmesi: Kayseri orman bölge müdürlüğü örneği. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler Kitabı, Cilt 1, Bölüm 7, s.153-179, ISBN: 978-625-7793-85-8, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Kalaycı, Ş. (Editör) (2014). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. ISBN 975-9091-14-3, Ankara.
- Kalıpsız, A. (1988). İstatistik yöntemler. İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 3522/394, 558 s., İstanbul.
- Kayabaşı, E.T. (2020). COVID-19'un tarımsal üretime etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(5), 38-45.
- Korkut, Y., Eker, M., Zeren, F. and Altunışık, R. (2020). Covid-19 pandemisinin turizm üzerindeki etkileri: borsa İstanbul turizm endeksi üzerine bir inceleme. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, COVID-19 Special Issue, 19, 71-86.
- Koyuncu, T. and Meçik, O. (2020). Covid-19 pandemisinin Türkiye'de ekonomik büyümeye sektör-spesifik etkileri: var analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(4), 112-131.
- Laudari, H.K., Pariyar, S. and Maraseni, T. (2021). Covid-19 lockdown and the forestry sector: Insight from Gandaki province of Nepal. *Forest Policy and Economics*, 131 (2021), 102556.
- McGinlay, J., Gkoumas, V., Holtvoeth, J., Fuertes, R.F.A., Bazhenova, E., Benzoni, A., Botsch, K., Martel, C.C., Sánchez, C.C., Cervera, I., Chaminade, G., Doerstel, J., Garcia, C.J.F., Jones, A., Lammertz, M., Lotman, K., Odar, M., Pastor, T., Ritchie, C., Santi, S., Smolej, M., Rico, F.S., Waterman, H., Zwijacz-Kzica, T., Kontoleon, A., Dimitrakopoulos, P.G. and Jones, N. (2020). The impact of Covid-19 on the management of European protected areas and policy implications. *Forests*, 11, 1214.
- OGM, (2009). Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri 2008 yılı raporu. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 142 s., Ankara.
- OGM, (2020). Orman Genel Müdürlüğü sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri Türkiye raporu 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Yayını, 186 s., Ankara.
- OGM, (2022). Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü web sayfası. <https://www.ogm.gov.tr>, (18.02.2022).
- Ok, K. (2008). Sürdürülebilir kalkınmanın sektörel politikalara entegrasyonu: Ormancılık (TR0402.11). Ormancılık Sektörü Raporu, DOI: 10.13140/RG.2.1.4319.8165, 198 s., İstanbul.
- Özdamar, K. (2002). Paket programlar ile istatistiksel veri analizleri (4.Baskı). ISBN 975-6786-00-7, Kaan Kitabevi, 686 s., Eskişehir.
- Porsuk, T. (2000). Sürdürülebilir ormancılık ölçütleri, göstergeleri ve Türkiye'deki durumun belirlenmesi. İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, 134 s., İstanbul.
- Şahin, G. and Peker, H.S. (2021). Covid-19 salgınının Türkiye ekonomisine etkisi. <https://www.researchgate.net/publication/355970990>, (26.12.2021).
- Tayar, T., Gümüştekin, E., Dayan, K. and Mandi, E. (2020). Covid-19 krizinin Türkiye'deki sektörler üzerinde etkileri: borsa İstanbul sektör endeksleri araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Salgın Hastalıklar Özel Sayısı, 293-320.
- Tekin, A.C. (2018). 1939-1950 yılları arasında Türkiye'de veremle mücadele faaliyetleri. *Journal of Universal History Studies*, 1(1), 1-21.
- Türk, A., Ak Bingül, B. and Ak, R. (2020). Tarihsel süreçte yaşanan pandemilerin ekonomik ve sosyal etkileri.

- Gaziantep University, *Journal of Social Sciences, COVID 19 Special Issue*, 19, 612-632.
- Türker, M.F. (1999). Girdi-çıktı analizi yardımıyla ormancılık sektörünün ülke ekonomisi içindeki öneminin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (1999) Ek Sayı 1, 229-237.
- Türkmen, M. and Özsarı, A. (2020). Covid-19 salgını ve spor sektörüne etkileri. *International Journal of Sport Culture and Science*, 8(2), 55-67.
- UOİM, (2022). Ulus Orman İşletme Müdürlüğü web sayfası. <https://zonguldakobm.ogm.gov.tr/UlusOIM/Sayfalar/default.aspx>, (21.01.2022).
- Yılmaz, Ö. (2017). 1847-1848 kolera salgını ve Osmanlı coğrafyasındaki etkileri. *Avrasya İncelemeleri Dergisi*, 6(1), 23-55.
- Yiğit, İ. and Gümüşçü, O. (2016). Manisa ve çevresinde salgın hastalıkların iskana etkisi (XVI-XX. yy.). *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 13-14 Ekim, 13 s., Ankara.

# Ekosistem Hizmeti Oluşturan Kırsal Etkinliklere Yönelik Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi: Orman Kaynaklarında Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği ile Orman Yangını Riskinin Azaltılması Örneği

Ahmet TOLUNAY<sup>1,\*</sup>, Mehmet ÖZMİŞ<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü, Kuzukulağı Orman İşletme Şefliği, Isparta, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 03.07.2022

Kabul: 16.09.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Orman yangınları, orman ekosistemlerini olumsuz etkileyerek insanoğlunun orman ekosistemlerinden sağlamış olduğu mal ve hizmetlerin azalmasına sebep olmakta ve insan yaşamı için tehlike oluşturmaktadır. Birçok ülke orman yangını çıktıktan sonra yüksek maliyetlere ulaşan söndürme faaliyetlerinin yerine, orman yangınları başlamadan önce daha az maliyetli yangın önleme faaliyetlerine odaklanmıştır. Bu kapsamda, orman alanlarında hayvan otlatmacılığı yapılarak yanıcı maddenin uzaklaştırılmasını sağlayan uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki orman alanlarında küçükbaş hayvan otlatmacılığının orman yangınlarının önlenmesindeki etkisi araştırılmıştır. Orman yangınlarına karşı küçükbaş hayvan otlatmacılığının ekonomik değerinin tahmin edilmesi amacıyla çalışmada Koşullu Değer Belirleme Yönteminden faydalanılmıştır. Veriler, Koşullu Değer Belirleme Yöntemine ilişkin anket çalışması ile toplanmıştır. Toplanan veriler ile ilgili analizler ise, Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi 20.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Batı Akdeniz Bölgesinde öncelikli ve serbest otlatma alanlarında küçükbaş hayvan otlatması yaparak 1 küçükbaş hayvanın 1 hektarlık alanda yanıcı madde miktarının uzaklaştırması çalışması için ortalama ödeme eğilimi 4,34 ₺ olarak tahmin edilmiştir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından 1 ha alanda uzaklaştırılan yanıcı madde miktarı karşılığında, sürü yöneticilerine ödemesi ön görülen ödeme miktarı 17,36 ₺, Toplam Ekonomik Değer ise 10.996.722,38 ₺/yıl olarak tahmin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Kırsal etkinlikler, otlatma, orman yangınları, ekosistem hizmetleri, Batı Akdeniz Bölgesi, Türkiye.

## Determining of Payments for Ecosystem Services for Rural Activities: Example of Reducing the Forest Fire Risk through Raising of Small Ruminant in Forest Lands

<sup>1,\*</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Regional Directorate of Forestry, Eğirdir Forestry Management Directorate, Kuzukulağı Forest Operation Chief, Isparta, Türkiye

## Article History

Received: 03.07.2022


Accepted: 16.09.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – Forest fires negatively affect forest ecosystems, cause a decrease in the goods and services attained by humans from forest ecosystems, and pose a danger to human life. Many countries have focused on less costly fire prevention activities before forest fires start, instead of extinguishing activities that reach high costs after forest fires. In this context, practices are carried out to remove combustible material by grazing animals in forest areas. In this study, the effect of small ruminant grazing in forest areas in the Western Mediterranean Region on the prevention of forest fires was investigated. In order to estimate the economic value of small ruminant grazing for preventing forest fires, the Contingent Valuation Method was used in the study. The data were collected by a survey study. Analyses of the data were carried out using the Chi-square test, Kruskal-Wallis test, Correlation Analysis, and Multiple Linear Regression Analysis methods through the Statistical Package for Social Sciences 20.0. In the Western Mediterranean Region of Türkiye, the average payment tendency has been estimated as 4.34 ₺ for the activity of removing the amount of combustible material in 1 hectare of forest land by a small ruminant by goat grazing in legal grazing areas. The amount of ecosystem services to be paid to the small ruminant owners in exchange for the amount of combustible biomass removed in a 1 hectare area by General Directorate of Forest has been estimated as 17.36 ₺. Total Economic Value as 10,996,722.38 ₺/year.

**Keywords** – Rural activities, grazing, forest fires, ecosystem services, West Mediterranean region, Türkiye.

<sup>1</sup>  ahmettolunay@isparta.edu.tr

<sup>2</sup>  mehmetozmis@ogm.gov.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ahmet Tolunay

## 1. Giriş

Ormanlar, dünya kara yüzeyinin yaklaşık olarak 1/3'ünü kaplamaktadır. Sağlıklı bir orman ekosistemi, biyolojik çeşitliliğin ana kaynağıdır. Bu zengin biyolojik çeşitlilik; tarım, turizm, kent ve köy yaşamına, inşaat, tıp ve eczacılığa kısacası ekolojik, ekonomik ve sosyal hayata doğrudan ve dolaylı yollarla katkı sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı ormanlar, korunması gereken çevresel değerler açısından önemli bir yer tutmaktadır (Anonim, 2016).

Orman ekosistemleri, insanoğlunun yaşamını devam ettirmesi için en temel doğal kaynak kaynaklardan birisidir. Karasal orman ekosistemleri insanoğlu için temiz su, temiz hava ve verimli topraklar dâhil olmak üzere çok çeşitli hizmetler sunmaktadır. Orman ekosistemleri, toplumun birçok temel ihtiyacının, ekonomik süreçlerinin ve kültürel değerlerinin temelini oluşturur. Ancak insanoğluna sağlamış olduğu gıda, yakacak odun ve kereste gibi ürünler dışında sağlamış olduğu ekosistem hizmet ve ürünlerinin piyasa değeri yoktur. Bu hizmetlerin korunmasının ekonomik kararlarda nadiren dikkate alındığı görülmüştür. Örneğin, Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MED), orman ekosistem hizmetlerinin %60'ından fazlasının yeniden oluşturabileceklerinden daha hızlı bozulduğunu belirtmektedir (MEA, 2005).

Son yıllarda Dünya'da özellikle Akdeniz İkliminin hakim olduğu ülkelerde, Amerika'nın Kaliforniya Eyaleti ve Avustralya Kıtasında birçok orman yangını felaketi yaşanmıştır. Bu orman yangınları insanların yaşam ortamlarını büyük zararlar vermekte ve hatta bu yangınlar nedeniyle insanlar hayatlarını kaybetmektedir. İnsanoğlu orman yangınları sonucunda zarar gören orman ekosisteminin orman ürün ve hizmetlerinden faydalanamamaktadır (Bilgili, 1997; Sağlam, 2002; Küçük, 2004; Xanthopoulos, 2007). Bu nedenle arazi yönetim planlamalarının orman yangınları dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca orman yangınlarının orman ekosistemlerinin üzerindeki etkilerinin de bilinmesi önem arz etmektedir (Mol vd., 1997).

Akdeniz ülkelerinde 2003 ile 2012 tarihleri arasında meydana gelen yangınlar incelendiğinde en fazla Portekiz ormanlarının (%38) zarar gördüğü anlaşılmıştır. Bu ülkeyi sırası ile Yunanistan (%6), İtalya (%5,6), İspanya (%4,2) ve Fransa (%1,2) izlemiştir. Türkiye ormanlarının (%0,4) ise en az zarar gördüğü belirlenmiştir (OGM, 2013).

Yangın söndürme metotlarında yeni teknik gelişmeler elde edilmesine rağmen olumsuz iklim koşulları, çıkan orman yangınlarının söndürülmesini güçleştirmektedir (Reinhardt vd., 2008; San-Ayaz vd., 2013; Williams, 2013). Ülkemizde Akdeniz İkliminin etkili olduğu bölgelerde yaşanan "yaz kuraklığı" orman yangınlarının çıkışını zemin hazırlayan en önemli faktördür (Ortaş, 2010). Ayrıca yanıcı maddenin orman örtüsündeki birikimi çıkan yangınların daha büyük ve daha şiddetli olmasına neden olmaktadır (Piñol vd., 1998; Lloret vd., 2009; Loepfe vd., 2010).

Türkiye'de Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı harcamalarının Orman Genel Müdürlüğü (OGM) harcamaları içindeki payı yıllar itibarıyla değişmektedir. Bu payın 2012'de % 13, 2015'te % 16,6 ve 2021 yılında ise %48,1 seviyesinde gerçekleştiği bilinmektedir (Euronews, 2022). Orman yangınları ile mücadele için ayrılan kaynağın her geçen yıl büyümesine rağmen, orman yangınlarının etkisi 20. Yüzyılın ikinci yarısından bu yana hem Türkiye'de hem de farklı Akdeniz Bölgelerinde önemli ölçüde artmıştır (Piñol vd., 1998; Moreira vd., 2011; Keeley vd., 2012).

Orman yangınlarının ekolojik ve ekonomik açıdan zararları geniş bir perspektif ile ele alındığında, yangın önleme tedbirlerinin önemi ile yangın sonrasında karşılaşılan zarar baz alınacak olursa, önleme tedbirlerinin maliyetinin küçüklüğü görülmektedir (Bilgili vd., 2017).

Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarının artan etkisini azaltmak için yangın önleme faaliyetleri konusunda stratejiler öngörülebilir. Çünkü geleneksel olarak yangın söndürme politikaları orman yangını çıktığı anda orman yangınına söndürme faaliyetlerine odaklanmıştır. Ancak son zamanlardaki önlemler stratejik planlama ile yangınla mücadele kaynaklarının en iyi şekilde kullanılması için yangının yayılmasını önleyici tedbirlere doğru kaymıştır (Costa vd., 2011).

Büyük orman yangınlarında orman yangınlarının yoğunluğunu ve etkisini azaltmak için ilk olarak yanıcı maddelerin yönetimi konusunu planlamak kabul görmüştür. Ancak yanıcı maddelerin yönetimi konusu geniş alanlarda etkili ama eğimli arazilerde yanıcı madde türlerinde uygulama açısından zorluklar doğurabilmektedir (Price vd., 2012a; Price vd., 2012b; Stephens vd., 2012). Yaz kuraklığının yaşandığı zaman kesitinde yıllık yaşam sürdüren otsu bitkiler, tohum olgunlaşmalarını sağladıktan sonra kurumaktadır. Öte yandan ağaç, ağaççık ve çalılıkların yaprak ve dal dökümü sonucunda gerek orman ve gerekse tarımsal alanlarında yanmaya hazır kuru materyal kolayca birikebilmekte, herhangi bir sebeple ateş ile temas ettiğinde kolay bir şekilde orman yangınları meydana gelebilmektedir (Ortaş, 2010).

Orman örtüsü üzerinde yanıcı madde miktarının azaltılması, olumsuz iklim koşullarında büyük orman yangınlarını bastırma şansını artırabilir (Williams, 2013; McCaw, 2013). Orman yönetim birimlerine, önlem olarak orman örtüsü üzerindeki yanıcı madde birikimini azaltmak için hayvan otlatılması önerilmiştir. Bununla birlikte, orman yangınlarından etkilenen bölgelerin çoğunda arazi terki yaygındır ve tüm mevcut istatistikler, ormanlar yangınlarının Akdeniz İkliminin yaşandığı bölgelerin çoğunda genişlediğini göstermektedir (Navarro ve Pereira, 2012; Stellmes vd., 2013). Bunun nedenleri arasında özellikle Akdeniz Bölgesi'nde yaz kuraklığının yaşandığı dönemlerde yanmaya elverişli kuru ot ve odunsu materyalin varlığı ve bunun bir şekilde orman alanlarından uzaklaştırılmamasıdır. Günümüzde Türkiye'de Orman Genel Müdürlüğü (OGM), gerek orman yangınının çıkmasını önlemek ve gerekse çıkan orman yangınını söndürmek amacıyla her yıl harcama yapmaktadır. 2012-2021 yılı verileri incelendiğinde 2012 yılında 236 milyon TL harcanırken, 2020'de bu miktar 419 milyon TL'ye kadar çıkmıştır. 2021'de ise bu birimin harcaması rekor bir artışla 2 milyar 508 milyon TL olmuştur (URL1, 2022). Oysa bu parasal harcamaları, belli dönemlerde küçükbaş hayvanları kısa süreler içinde orman alanlarına sokarak yanıcı madde haline dönüşecek ot ve yaprakları yemesini sağlayarak, azaltmak mümkündür (Ortaş, 2010).

Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesinin ormanlarında otlatmaya serbest alanlar da toprak üstü bitki örtüsünde yanıcı madde miktarları üzerinde küçükbaş hayvan otlatmasının etkisini, kırsalda yaşayan sürü yöneticilerine ekosistem hizmeti ödemesi oluşturan bu işlemin Toplam Ekonomik Değeri (TED) araştırılmıştır.

Çalışmanın amaçları şunlardır;

- Orman kaynaklarında küçükbaş hayvan otlatmasının orman yangınlarının hızlı bir şekilde yayılımının önlenmesi için etkili bir araç olup olmadığını değerlendirmek,
- Orman yangınlarının hızlı bir şekilde yayılımının önlenmesi için 1 hektar (ha)lık ormanlık alanda küçükbaş hayvan otlatılması faaliyetinin değerinin (ödeme eğilimi) belirlemek,
- Batı Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarının hızlı bir şekilde yayılımının önlenmesi için küçükbaş hayvan otlatılması faaliyetinin TED'ni tahmin etmek,
- Ekosistem hizmetlerinin değerinin belirlenmesi konusunda literatüre katkı yapmak ve toplumun ekosistem hizmeti oluşturan kırsal etkinliklere ilgisini artırmaktır.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Araştırma Alanı**

Çalışma alanı Antalya Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) ve Isparta OBM'nü kapsayan Batı Akdeniz Bölgesidir. Genellikle engebeli ve dağlık olan bu bölgenin geniş bölümünde Batı Toros Dağları kaplanmaktadır. Bu Bölge Antalya, Burdur ve Isparta illerini içermektedir. Çalışma alanının coğrafi konumu Şekil 1'de, bu alan içinde yer alan Antalya, Burdur ve Isparta illerinin konumu ise Şekil 2'de verilmiştir.





personel çalışmaktadır. Orman muhafaza memuru olarak göreve başlayan zamanla önlisans ve lisans düzeyde eğitim alan kişiler sonrada tekniker, depo memuru, orman endüstri mühendisi gibi unvanlara sahip olsalar da kadroları gereği orman muhafaza memuru grubu olarak değerlendirilmiş olup, yapılan analizlerde bu iki grup dikkate alınmıştır.

Anket verisi 01.04.2021 ve 31.10.2021 tarihleri arasında araştırmacı tarafından yüz yüze yapılan çalışma ile elde edilmiştir. Anket, örnekleme yapılmaksızın tüm evrene (631 personele) uygulanmak istenmiştir. Ancak Covid-19 salgını sürecinde kısmi zamanlı çalışma kadınların doğum izninde veya çocuğu olan kadınların idari izinli olmaları, yıllık izin sürecinde olmaları, 28.07.2021 tarihinde başlayan ve 14 gün süren Türkiye tarihinin en büyük orman yangınlarından dolayı personelin ofislerinde olamaması gibi nedenlerden dolayı anket 561 personele uygulanabilmiştir. Böylece ana evrenin %89'una ulaşılabilmektedir. Anket formu uygulanmadan önce ön değerlendirmeye alınmıştır. Ön değerlendirmede eksik biçimde doldurulan ve yanlış anlaşılan 33 adet anket formu, analizlerin geçerliliğini ve güvenilirliğini etkilememesi için elenmiştir. Böylece ön değerlendirme yapıldıktan sonra veri analizinde göz önüne alınan anket formu sayısı 528 olmuştur. Sonuç olarak anket çalışmasına katılanların (katılımcıların) %93,12'sinin anket formu geçerli sayılmıştır. Bu katılımcıların %66'sı Antalya OBM'e, %34'i ise Isparta OBM'e çalışmaktadır.

Anket formlarındaki bilgiler, analizlerin yapılabilmesi ve veri tabanının oluşturulması amacıyla, Microsoft Excel 2010 yazılımına aktarılmıştır. Ardından bu veri kullanılarak Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi (SPSS) 20.0 programında istatistik analizler yapılmıştır.

Bu çalışmada uygulanan anket formu değer belirleme soruları kuramsal, senaryo ve sosyoekonomik özellikler olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerde; katılımcıların sosyoekonomik ve demografik özellikleri, çalıştıkları OBM'lerinin otlama özellikleri, çalışma alanındaki orman köylülerinin ormanlardan yararlanmaları ve planlı yapılan otlamanın sağladığı faydalara yönelik düşünceleri, orman ekosistemlerinin korunması için orman yangınlarına karşı küçükbaş hayvanların otlatılmasına yönelik kanaatleri, ödeme yapma istekleri ve toplam ekonomik değere ilişkin algıları sorulmuştur. Anket formunda yer alan sorulardan oluşturulan araştırmanın değişkenleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

## Araştırmanın değişkenleri

Değişkenler	Semboller
Yaşınız	S1
Cinsiyetiniz	S2
Eğitim durumunuz	S3
Medeni haliniz	S4
Meslek grubunuz	S5
Orman Genel Müdürlüğünde mesleki tecrübeniz kaç yıldır?	S6
Çalıştığınız kurumun bulunduğu yer	S7
Çalıştığınız bölgede sorumlu olduğunuz alan ne kadardır?	S8
Çalıştığınız bölgede ne kadarlık alanda otlama yapılmaktadır?	S9
Çalıştığınız bölgede alanın ne kadarı resmi olarak otlama planı ile yönetilmektedir?	S10
Çalıştığınız bölgede ormanda planlı hayvan otlatmak için kaç küçükbaş hayvan yetiştiricisi izin almaktadır?	S11
Çalıştığınız bölgede yılda ortalama kaç kez orman yangını çıkmaktadır?	S12
Bir orman kaynağından faydalanmıyor olsam dahi, bu orman kaynağının orman yangınlarında tahrip olması benim için önemlidir.	S14
Ormanların gelecek nesillere (çocuklarınıza, torunlarınıza vb.) kalmaması benim için çok önemlidir.	S15
Küçükbaş hayvanların orman ekosistemleri içindeki işlevi hakkında bilgim vardır.	S16
Paydaş olarak küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin orman ekosisteminden faydalanması önemlidir.	S17
Yangına hassas yerlerde orman yangınlarıyla biyolojik olarak mücadele etmek amacıyla, otlama planlarının hazırlanması ve yetiştiricilerin konumlandırılması ile barınmaları için politikalar geliştirmek önemlidir.	S18
Gelecek nesillerin gıda güvenliğini ve sağlıklı yaşamalarını sağlamak amacıyla orman yangınlarına karşı mücadelede hayvan otlatması için şimdiden parasal maliyetlere katlanılabilir.	S19
OGM'nin orman yangınları için harcadığı maliyetler çok yüksektir.	S21
Orman ekosistemleri ve hizmetleri hakkında bilgim vardır.	S22
Orman yangınları kırsal alanda yaşayan orman köylülerini olumsuz etkiler.	S23
Küçükbaş hayvanlar biyoçeşitlilik açısından orman ekosistemlerinin bir parçasıdır.	S24
Küçükbaş hayvanların kontrollü otlatıldığı zaman orman ekosistemlerine yararının olduğunu biliyorum.	S25
Küçükbaş hayvanların kontrollü otlatıldığı zaman orman yangınlarını önleme de katkı sağlayacağını düşünüyorum.	S26
İnsanların gıda güvenliği açısından ormanların, küçükbaş hayvanların beslenme alanları olduğunu bilincindeyim.	S27
Batı Akdeniz bölgesinde çıkan orman yangınları turizm ve ekoturizm alanlarını olumsuz etkiler.	S28
Batı Akdeniz bölgesinde çıkan orman yangınları odun ürünlerinde ve odun dışı orman ürünlerinde yüksek oranda ekonomik kayıplar oluşturmaktadır.	S29

Tablo 2

## Araştırmanın değişkenleri (devam ediyor)

Değişkenler	Semboller
Orman yangınları karbon - oksijen dengesini bozduğundan atmosferde biriken fazla miktardaki karbondioksit iklim değişikliklerine sebep olmaktadır.	S30
Orman yangınlarından sonra meydana gelen yağışlar sonrasında erozyon ve sel baskınları en çarpıcı şekilde kendini gösterir.	S31
Orman yangınları gelecek kuşakların ormanlarını azaltmaktadır.	S32
Ekosistem hizmet ödemeleri kırsal yoksulluğu azaltmak için kurulmuş bir mekanizmadır.	S33
Batı Akdeniz bölgesinde küçükbaş hayvancılık kırsal yoksulluğu azaltmak için önemli bir gelir kaynağıdır.	S34
Bir OGM çalışanı olarak ormanlarımızın tahrip veya yok olmaması benim için önemlidir.	S35
Orman da kontrollü hayvan otlatmak, orman yangınlarına karşı yapılan teknik müdahalelerden daha az maliyetlidir.	S36
Orman yangınları, orman ekosistemlerini ve bizlere sağlamış olduğu hizmetleri olumsuz etkiler.	S37
Orman yangınları yaban hayatını ve orman ekosistemini olumsuz etkiler.	S38
Batı Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarına karşı orman da kontrollü hayvan otlatmak için politikalar geliştirilebilir.	S39
Batı Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarına karşı orman da kontrollü hayvan otlatmak için parasal maliyetlere katlanılabilir.	S40
Orman da kontrollü hayvan otlatırken hayvanların başında bulunan çoban, orman da herhangi bir (orman yangını, ormanda kaçak kesim, vb.) olumsuz durumda 177 orman ihbar hattına bilgi akışı sağlar.	S41
Orman yangınları küresel ısınmaya ve sürecin devamında da iklim değişikliğine sebebiyet vermektedir.	S42
Ormanlarda iyi bonitetlere sahip (yani ekonomik değeri yüksek orman emvallerinin bulunduğu) sahip mevkilerde ve bölmelerde orman yangınlarına karşı küçükbaş hayvan otlatması yapılması halinde (Eğer ödeme yapılacaksa) bonitetin derecesi dikkate alınarak ödeme yapılması gereklidir.	S43
Batı Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarına hassas ve engebeli arazi şartlarının olduğu bölgelerde işçi gücü ve araçlarla yangınla mücadelenin zor olduğu kısımlarda orman yangınlarına karşı küçükbaş hayvan otlatması yapılması halinde (Eğer ödeme yapılacaksa) arazinin dağlık ve engebeli olması dikkate alınarak ödeme yapılması gereklidir.	S44
Küçükbaş hayvanların yangına hassas bölgelerde kurumuş orman altı vejetasyondan faydalanması orman yangınlarını azaltır.	S45
Küçükbaş hayvanların yangına hassas bölgelerde kurumuş orman altı vejetasyondan faydalanması dolayısı ile küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılması gereklidir.	S46
Küçükbaş hayvanların yangına hassas bölgelerde kurumuş orman altı vejetasyondan faydalanması dolayısı ile küçükbaş hayvan yetiştiricileri desteklenmelidir.	S47
Küçükbaş hayvanların ormanda otlatılarak orman yangınlarının toplum üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin azaltılması, insanoğlunun gıda güvenliğini garanti altına almak ve ormanların sağlamış olduğu hizmetlerden daha sağlıklı yararlanmak amacıyla ekosistem hizmet ödemeleri dâhilinde (ödeme yaparak) maddi katkıda bulunur musunuz?	S48
Katılımcıların sıfır ödeme isteğinin ve protest cevapların nedenleri (Birden fazla seçenek işaretlenmiştir)	S49
Küçükbaş hayvanların ormanda otlatılarak orman yangınlarının toplum üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin azaltılması, insanoğlunun gıda güvenliğini garanti altına almak, ormanların sağlamış olduğu hizmetlerden daha sağlıklı yararlanmak ve kırsal da yaşayan insanları kalkındırmak amacıyla orman idaresinin göstermiş olduğu ve telle çevrili 1 ha alanın otlatılarak yanıcı maddenin azaltılması için sürü yöneticilerine ne kadar ödeme yapabileceğiniz sorulduğu takdirde, yıllık en fazla ne kadar ödeme yapmak istersiniz?	S50
Bir yıl için yapılacak ödemeler Batı Akdeniz Bölgesindeki ormanlık alanlar ve sürü yöneticileri için geçerli olacaktır.	
Ödeme miktarını yaparken ormanların sağladığı diğer hizmetleri ve faydaları da dikkate aldım.	S51
Bu araştırmanın sonuçları toplum üzerinde ormanda küçükbaş hayvan otlatılabilirliği hakkındaki farkındalığını artıracaktır.	S52

Tablo 2’de değişkenler arasında S49 verilmiş ise de katılımcıların sıfır ödeme isteğinin ve protest cevapların nedenleri sorulmuş, birden fazla cevap verebilmeleri noktasında özgür bırakılmışlardır. Bundan dolayı S49 değişkeni ile ilgili sadece yüzde ve frekans analizleri yapılmış olup, diğer istatistikî analizlere sokulmamıştır.

### 2.3. Yöntem

Anket verisi Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi (SPSS) 20.0 programından yararlanılarak istatistikî olarak değerlendirilmiştir. Anketler sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde (Parametrik veya Parametrik olmayan testler) kullanılacak testlerden hangisinin uygun olduğunu belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile normallik testi yapılmıştır. Bu sebeple  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$H_0$ : %95 güven aralığında veriler normal dağılımlıdır.

$H_1$ : %95 güven aralığında veriler normal dağılımlı değildir.

Veri miktarı az olduğu zamanlarda Kolmogorov-Smirnov testi kullanılır. En çok kullanılan test ise Shapiro-Wilk test türüdür. Çalışma kapsamında bu testlerin her ikisi birden aynı anda kullanılarak, çeşitli sonuçların elde edilmesi sağlanmıştır. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi neticesinde değerler 0.05’ den küçük olduğu belirlenmiştir. Küçük olmasından kaynaklı  $H_0$  hipotezi reddedilip,  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Verilerin %95 güven aralığında normal dağılım göstermediği saptanmıştır.

İstatistikî değerlendirme kapsamında KDBY uygulanmış, bu yöntemin gereği olarak küçükbaş hayvan sayısı başına ödeme eğilimi ve Batı Akdeniz Bölgesi TED hesaplanmış, çoklu doğrusal regresyon ile korelasyon analizleri gerçekleştirilmiş ve tanımlayıcı istatistikler (frekans ve yüzde) hesaplanarak katılımcılara ait demografik ve sosyoekonomik özellikler belirlenmiştir. Aşağıdaki alt başlıklarda gerçekleştirilen istatistikî analizlere ait bilgiler açıklanmıştır.

### 2.3.1. Koşullu Değer Belirleme Yöntemi

İnsanlar için; sulak alanlar, orman kaynakları ve diğer doğal kaynaklar ile bu kaynakların ürettiği pazarı olmayan mal ve hizmetler faydalanılamayacak veya hiçbir zaman gidilemeyecek olsa dahi önemli ve değerlidir. İnsanların, çevresel kaynakların korunması, iyileştirilmesi ve gelecek nesillere aktarılabilmesi için çeşitli bedeller ödemeye hazır oldukları belirtilmiştir (Sommer ve Sohngen, 2006).

Bu bedeller piyasa fiyatı yerine kullanılabilirlikte olup, çoğunlukla pazarı olmayan bir mal veya hizmetin direkt kullanımı ile ortaya çıkmadığı için piyasa mekanizması içinde fiyat niteliği ile değerlendirilememektedir. Kaya vd., (2009), başka bir ifade ile, çevresel kaynakların refah seviyesinde oluşturduğu değişimlerin, piyasa mekanizmalarına etki etmemesi nedeni ile bu kaynakların ürettiği mal ve hizmetlerin fiyatı belirlenmemektedir (Yacob ve Radam, 2009).

Pazarı olmayan bir mal veya hizmetin arzındaki olumsuz ya da olumlu farklılaşmalara göre, bireylerin olumsuz değişime katlanabilmesi için minimum kabul eğilimleri veya olumlu değişimden faydalanabilmesi için maksimum ödeme eğilimleri, koşullu değer belirleme çalışmalarında geliştirilen senaryo ile belirlenebilmektedir. Ayrıca, bireylerin olumsuz bir değişimi önlemek için maksimum ödeme eğilimleri ve olumlu değişimin faydalarından vazgeçebilmesi için minimum kabul eğilimleri de saptanabilmektedir (Carson, 2000; Kaya, 2002).

KDBY'nin standart bir uygulaması olmamakla birlikte (Portney, 1994); Kaya (2002)'de aşağıdaki aşamalara yer verilmesi gerektiği belirtilmektedir:

1. Değer belirleme probleminin oluşturulması,
2. Anket (tarama) tipinin kararlaştırılması,
3. Anket formlarının hazırlanması (tasarımı),
  - 3.1. Kuramsal senaryonun hazırlanması,
  - 3.2. Değer belirleme sorularının hazırlanması,
  - 3.3. Sosyoekonomik özelliklere yönelik soruların hazırlanması,
4. Örneklem seçiminin belirlenmesi,
5. Ön testten anketin geçirilmesi,
6. Anketin uygulanması ve verilerin elde edilmesi,
7. Verilerin düzenlenmesi ve analizi,
8. Elde edilen sonuçların güvenilirliğinin ve geçerliliğinin analiz edilmesi,
9. Sonuçların karar verme süreci için değerlendirilmesi.

KDBY anket formları; (1) değer belirleme soruları, (2) kuramsal senaryo ve (3) sosyoekonomik sorular ile bunlar dışındaki analiz için gerekli olan diğer sorular olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Zaman ve mekanın detaylı olarak tanımlandığı yapay bir pazarın oluşturulduğu senaryo; koşullu değer belirleme yönteminin temelini oluşturmaktadır. Senaryoda yapay pazarda malın arzındaki koşullarda meydana gelecek değişimler (deneklerin değer biçeceği koşullar) tanımlanmalıdır (Desvousges vd., 1983). Kuramsal senaryonun oluşturulması aşamasında, odak toplumu ilgilendiren bireylere, mal veya hizmetin arzındaki olumlu veya olumsuz değişimlerine göre ödeme şekli ve aracı ile maksimum ödeme eğilimi veya minimum kabul eğilimi soruları yöneltilmektedir (Kaya, 2002; Pak ve Türker, 2004; Belkayalı, 2009).

Koşullu değer belirleme sorusu üç önemli karar ile birlikte oluşturulmalıdır (Kaya 2002). Bu kararlar aşağıdaki soruların yanıtlanması ile verilmelidir.

1. Değer belirleme sorusunda kullanılacak ödeme yöntemi ne olmalıdır?
2. Değer belirleme sorusunda hangi refah ölçütü kullanılmalıdır?
3. Değer belirleme sorusunun tipi ne olmalıdır?

Anket formunda katılımcılara sosyoekonomik sorular, çalıştıkları bölgelerdeki köylülerin ormandan faydalanma şekilleri, küçükbaş hayvanların ormanda otlatıldığı zaman orman yangınlarına karşı sağladıkları faydalar, planlı yapılan otlatmanın orman ekosistemine sağladığı faydalar, orman ekosistemlerinin korunması için orman yangınlarına karşı küçükbaş hayvanların otlatılmasına yönelik sorular ve küçükbaş hayvanların otlatma seviyelerine göre ormanlık alanlardan uzaklaştırdığı yanıcı madde miktarı anket formunda verilmiş ve elde edilen veriler sonucunda değer teklifinde bulunulması istenmiştir.

Koşullu değer belirleme çalışmalarında, anket formları bütün toplum (evren) yerine seçilen örnek grup üzerinde uygulanmalıdır. Bunun nedeni ise ilgili toplum ve çalışma alanının büyüklüğü, bütçe ve zaman kısıtlılığı, araştırma konusunun önemi gibi etkenlerdir. Bu sebeple, uygulanacak anket formu miktarının hesabında örnek büyüklüğünün doğru şekilde tespit edilmesi çok önemlidir (Kaya, 2002; Pak ve Türker, 2004; Belkayalı, 2009). Ancak bu çalışmada evren büyüklüğü 631 olduğu için anketin tüm evrene uygulanması kararlaştırılmış ve bu nedenle örnek büyüklüğü hesaplanmamıştır.

Anket çalışması tamamlandığında, anket formları bir ön incelemeden geçirilir. Kritik sorulara verilen cevaplar, doğru şekilde işaretlenip işaretlenmediği kontrol edilir ve gerekli görülürse anlamı değiştirmeyecek şekilde düzeltmeler yapılabilir. Bu çalışmada 631 kişiden oluşan ana evrenin %93.12'sine ulaşılmış ve nedenlerle anket formları ön elemeden geçirilmiş ve 33 adet anket formu elenmiştir. Böylece 528 katılımcıya KDBY için düzenlenen anket uygulanmıştır.

Verilerin analizinde şüphesiz en önemli unsur değer belirleme sorusu/sorularına verilen yanıtların nasıl analiz edileceği olup, deneklerin değer belirleme sorularına verdikleri yanıtların analizi; kullanılan ölçüte, değer belirleme sorusunun tipine, problemin doğasına göre değişmektedir. Açık uçlu sorularda, değer teklif oyunu oynanan veya ödeme kartı kullanılan değer belirleme sorularında çoğunlukla doğrudan deneklerin ortalama ödeme eğilimleri hesaplanmakta olup bu durum kapalı uçlu sorularda söz konusu değildir (Kaya, 2002). Bu çalışmada küçükbaş hayvanların otlatma seviyelerine göre ormanlık alanlardan uzaklaştırdığı yanıcı madde miktarı anket formunda verilmiş ve elde edilen veriler sonucunda değer teklifinde bulunulması istenmiştir.

### 2.3.2. Toplam Ekonomik Değer

Orman ekosistemleri içerisinde yer alan küçükbaş hayvanların ormanlarda yanıcı maddeyi azaltmadaki rolünün gerçeğe daha yakın ekonomik değeri belirlenirken, kullanım değerlerini ölçecek şekilde OGM'nin ödeme eğilimleri göz önünde bulundurularak oluşturulması önemlidir.

Bir çevresel kaynağın TED, iki grupta toplanmaktadır. Bunlar aktif kullanım değerleri ve pasif kullanım değerleridir. Aşağıdaki Eşitlik 4.1 kaynağın kullanımından elde edilen faydayı (F) (Berrens vd., 2003; Last, 2007). Eşitlik 4.2 ise bir kaynağın kullanımından belirli bir yarar seviyesi sağlayabilmek amacı ile gerekli olan asgari harcama (H) düzeyini kapalı olarak formüle etmektedir.

$$F = f(p_y, G, q_x, INF) \quad (4.1)$$

$$H = f(p_y, F, q_x, INF) \quad (4.2)$$

4.1 ve 4.2 eşitliklerinde;

F: Çevresel kaynağın kullanımından elde edilen fayda,

H: Kaynak kullanımından yarar sağlayabilmek amacı ile yapılan asgari harcama düzeyi

$p_y$ : Muhtelif pazarı olan özel y malının fiyatını gösteren değer,

G: Gelir,

$q_x$ : Pazarı olmayan x malının miktarı

INF: Pazarı olmayan mal veya hizmet hakkındaki tüketicinin sahip olduğu bilgi şeklinde ifade edilmiştir (Berrens vd., 2003; Last, 2007).

Ödeme eğilimi pazarı olmayan bir hizmet veya malın koşullarında meydana gelebilecek değişimler için, koşullardaki ( $q_x^0$  ve  $q_x^1$ ) değişimden önce ve sonra yapılan minimum harcamalar arasındaki fark alınarak da hesaplanabilmektedir (Eşitlik 4.3).

$$ER = f(p_y, F^1, q_x^0, INF) - f(p_y, F^1, q_x^1, INF) \quad (4.3)$$

Eşitlik 4.3'te ;

ER: Eşitleyici rantı,

$F^1$ : Referans fayda seviyesini,

ifade etmektedir (Berrens vd., 2003; Last, 2007).

Eşitlik 4.3 ile tahmin edilebilen “eşitleyici rant” bir bireyin, pazarı olmayan bir hizmet veya malın şartlarında meydana gelebilecek kötüleşmeyi engellemek ya da iyileşmeden faydalanabilmek için rıza göstereceği ödeme eğilimi “eşitleyici rant” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifade ile eşitleyici rant, pazarı olmayan hizmet veya malın koşullarında meydana gelebilecek bir kötüleşme veya iyileşmede; kötüleşmenin neden olacağı zararları etkisiz hale getirmek ya da iyileşmenin sebep olacağı yararlarından faydalanmak için, gerekli olan ödeme eğilimini ifade etmektedir (Last, 2007).

Baral vd., (2008), ödeme eğiliminin, sosyoekonomik faktörlere (eğitim, ekonomik gelir), demografik faktörlere (yaş, hane halkı büyüklüğü, coğrafik bölge) ve çevresel kaynakların kullanımından sağlanan faydalara göre farklılık gösterdiğini ifade etmiştir. Çok sayıda koşullu değer belirleme çalışmasında, pazarı olmayan bir hizmet veya malın TED'inin, ödeme eğilimlerinin toplamı ile belirlenebilmektedir (Carson, 2000). Başka bir ifade ile “Toplam Ödeme Eğilimi (TÖD)” veya “Toplam Eşitleyici Rant (TER)” Eşitlik 4.4 ile hesaplanabilmektedir (Last, 2007).

$$TÖD/TER = \int_{q_x^0}^{q_x^1} f(p_y, F^1, q_x, INF) dq_x \quad (4.4)$$

Eşitlik 4.4'te;

$dq_x$  : Pazarı olmayan x malının kullanım miktarı

Bu çalışmada ekosistem hizmetleri dâhilinde yangına hassas ormanlık alanlarda küçükbaş hayvanların yanıcı maddeleri azaltması karşılığında 1 ha'lık alan için, 1 küçükbaş hayvan başına sürü yöneticilerine ödenecek parasal değer hesaplanmıştır (Eşitlik 4.5). Bu değer, OGM'nin küçükbaş hayvan ödeme eğilimi ve yangına hassas alanların toplam ha çarpımıyla ile hesaplanarak elde edilmiştir.

$$\Sigma E^+ = E^+ \times \Sigma HS \quad (4.5)$$

Eşitlik 4.5'te;

$\Sigma E^+$ : Toplam ekonomik değer,

$E^+$ : OGM'nin 1 küçükbaş hayvan başına ödeme eğilimi,

$\Sigma HS$ : Batı Akdeniz Bölgesi'nin yangına hassas ormanlık alanlarının (ha) büyüklüğünü ifade etmektedir.

### 2.3.3. Korelasyon ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ya da bir değişkenin iki veya daha çok değişken ile olan ilişkisini saptamak ve ilişki boyutu/derecesi ile yönünü test etmek amacı ile kullanılan istatistiksel yöntem; korelasyon analizidir. Korelasyon katsayısı küçük r harfi ile gösterilmektedir. “r” değeri -1 ile +1 arasında değerler alabilir. Spearman korelasyon analizi; değişkenlerin oransal ya da aralıklı ölçek ile elde edildiği ancak normal dağılıma uygunluk göstermediği durumlarda yapılır. Aynı zamanda değişkenler sıralı ölçekle elde edildiği koşulda da Spearman korelasyon analizi uygulanabilir (Özdamar, 2013a).

Bu çalışmada ödeme eğilimi ile diğer araştırma değişkenleri (bak Tablo 2) arasındaki ilişki, değişkenlere ait dağılımın normal olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kontrol edildikten sonra, Spearman's rho testleri ile saptanmıştır. Bu analizlere ait sıfır ve araştırma hipotezleri aşağıda verilmiştir.

H<sub>0</sub>: Ödeme eğilimi ile araştırma değişkenleri arasında anlamlı ilişki yoktur.

H<sub>1</sub>: Ödeme eğilimi ile araştırma değişkenleri arasında anlamlı ilişki vardır.

Analiz sonucunda %5 anlamlılık düzeyinde hesaplanan  $p > 0.05$  ise H<sub>1</sub>, aksi durumda ise H<sub>0</sub> kabul edilmiştir.

Bağımsız değişkenin ya da değişkenlerin, bağımlı değişken veya değişkenler üzerindeki matematiksel etkisini saptamak amacıyla, regresyon analizi kullanılmaktadır. Bağımlı ve bağımsız değişken ya da değişkenler arasında oluşturulan matematiksel eşitlik, regresyon modeli veya regresyon denklemi olarak tanımlanmaktadır (Özdamar, 2013a). Birden fazla bağımsız değişkenin bir bağımlı değişken üzerindeki etkisi, çoklu doğrusal regresyon analizinde incelenmektedir (Özdamar, 2013b). Aşağıda verilen (4.6)'da çoklu doğrusal regresyon modeli ile ilgili denklem yer almaktadır.

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots \quad (4.6)$$

Burada; Y= Bağımlı değişkeni, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> ve X<sub>3</sub>= Bağımsız değişkenleri, a, b, c, d= Sabit katsayıları ifade etmektedir (Özdamar, 2013b).

Çok değişkenli doğrusal regresyon analizinde belirlilik katsayısı (R<sup>2</sup>), bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki toplam değişimi ne kadar açıkladığını göstermektedir. Belirtme katsayısının değeri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu değer "0" olması bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklamadığını; "1" olması ise tam açıkladığını ifade etmektedir. Analiz sonucunda hesaplanan R<sup>2</sup> değerine bakılarak, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki toplam değişimi yüzde kaç düzeyinde açıkladığı söylenebilir. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi anlamlı düzeyde etkilediğini belirtmek için hesaplanan R<sup>2</sup> değerinin 0.40 eşit ya da büyük olması beklenir. Çoklu doğrusal regresyon analizinde ayrıca bağımsız değişkenler arasında otokorelasyon olup olmadığını belirlemek için Durbin Watson katsayısı göz önüne alınmaktadır (1.5 < hesaplanan Durbin Watson katsayısı > 2.5 ise bağımsız değişkenler arasında otokorelasyon yoktur). Analiz sonucunda oluşturulan regresyon modelinin bir bütün olarak uyumlu olup olmadığına karar vermek için ise F ve p düzeylerine bakılması gerekmektedir (p < 0.05 ise model uyumludur). Son olarak her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi "t" tablosu incelenerek netleştirilmektedir (ilgili değişken için hesaplanan p < 0.05 ise bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir) (Özdamar, 1999).

Bu çalışmada bağımsız (araştırma) değişkenlerinin (bak Tablo 2) bağımlı değişken ödeme eğilimi üzerindeki etkisi, diğer bir ifade ile araştırma değişkenlerinin ödeme eğilimini tahmin etme (yordama) derecesi yukarıda açıklanan çoklu doğrusal regresyon analizi ile ortaya konulmuştur. Bu analize ait regresyon eşitliği (tahmin modeli) ve araştırma hipotezleri aşağıda verilmiştir.

H<sub>0</sub>: Araştırma değişkenlerinin ödeme eğilimi düzeyi üzerinde anlamlı etkisi yoktur.

H<sub>1</sub>: Araştırma değişkenlerinin ödeme eğilimi düzeyi üzerinde anlamlı etkisi vardır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Katılımcıların Sosyoekonomik ve Demografik Özellikleri

Batı Akdeniz Bölgesini kapsayan çalışma alanındaki katılımcıların sosyoekonomik ve demografik özelliklerine ait bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

## Katılımcıların sosyoekonomik ve demografik özellikleri

Özellikler	Değer	Frekans (N)	Yüzde (%)
Çalışılan OBM	Antalya	350	66,2
	Isparta	178	33,8
Çalışılan kurumun bulunduğu yer	İl	119	22,5
	İlçe	343	65
	Kasaba	22	4,2
	Köy	44	8,3
Meslek grubu	Orman Muhafaza Memuru	305	57,8
	Orman Mühendisi	200	37,8
	Diğer	23	4,4
Yaş	21- 30	164	31,1
	31- 40	181	34,3
	41- 50	82	15,5
	51- 60	86	16,3
	61 ve üstü	15	2,8
Cinsiyet	Kadın	61	11,6
	Erkek	467	88,4
Eğitim durumu	Lise	68	12,8
	Ön Lisans	202	38,3
	Lisans	209	39,6
	Lisansüstü	49	9,3
Medeni hal	Bekar	155	29,4
	Evli	373	70,6
Mesleki tecrübe süresi	0-5 yıl	175	33,1
	6-10 yıl	121	22,9
	11-15 yıl	91	17,2
	16-20 yıl	34	6,4
	20 yıl ve üstü	107	20,3

Tablo 3'e göre katılımcıların %11,6'sı kadın, %88,4'ü erkektir. Eğitim durumları incelendiğinde ise %39,6'sı lisans, %38,3'ü ön lisans, %12,8'i lise ve %9,3'ü ise lisansüstü düzeyde mezun konumundadır.

Meslek grubu bakımından katılımcıların %57,8'i orman muhafaza memuru, %37,8'i orman mühendisi ve %4,4'ü diğer meslek grubudur. Diğer meslek grubu, OGM'de orman muhafaza memuru olarak görev yapmakta, fakat fidanlıklarda, ağaçlandırma ve toprak muhafaza şefliklerinde tekniker ve orman depolarında depo memuru olarak görevlendirilmişlerdir. Bu grup yapılan analizlerde orman muhafaza memuru grubu olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların %22,5'i il merkezlerinde, %65'i ilçe merkezlerinde, %4,2'i kasabalarda ve %8,3'ü köylerde yaşamakta ve çalışmaktadır.

Katılımcıların %80,9'u, genç ve orta yaş arasında (21-50 yaş grubu) yer almakta olup, bu kişilerin %70,6'sının evli olduğu görülmektedir. Evli olan personel sayısının fazla oluşu, örnek toplumdaki yaş ortalaması ile paralellik göstermektedir.

Katılımcıların mesleki tecrübe süreleri göz önüne alındığında %33,1'inin 0-5 yıl, %22,9'u 6-10 yıl, %20,3'ü 20 yıl ve üstü, %17,2'si 11-15 yıl ve %6,4'ü 16-20 yıl tecrübeye sahip olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Katılımcıların Çalıştığı Orman Bölge Müdürlüklerinin Otlatma Özellikleri

Katılımcıların çalıştıkları OBM'lerinin otlatma özelliklerine yönelik bulgular Tablo 3'te verilmiştir.



Tablo 4

## Katılımcıların Antalya ve Isparta OBM'lerinin otlatma özellikleri

Katılımcıların çalıştıkları bölgelere ait genel bilgiler	Değer	Sayı	Yüzde (%)
Sorumlu olunan alan (bölge) büyüklüğü	0 - 10000 ha	145	27,5
	10001 – 20000 ha	182	34,5
	20001 – 30000 ha	84	15,9
	30001 – 40000 ha	35	6,6
	40001 ha ve üstü	82	15,5
Sorumlu olunan bölgedeki otlatma alanı büyüklüğü	0-5000 ha	261	49,4
	5001-10000 ha	129	24,4
	10001-15000 ha	61	11,6
	15001-20000 ha	19	3,6
	20001 ha ve üstü	58	11

Tablo 4

## Katılımcıların Antalya ve Isparta OBM'lerinin otlatma özellikleri (devam ediyor)

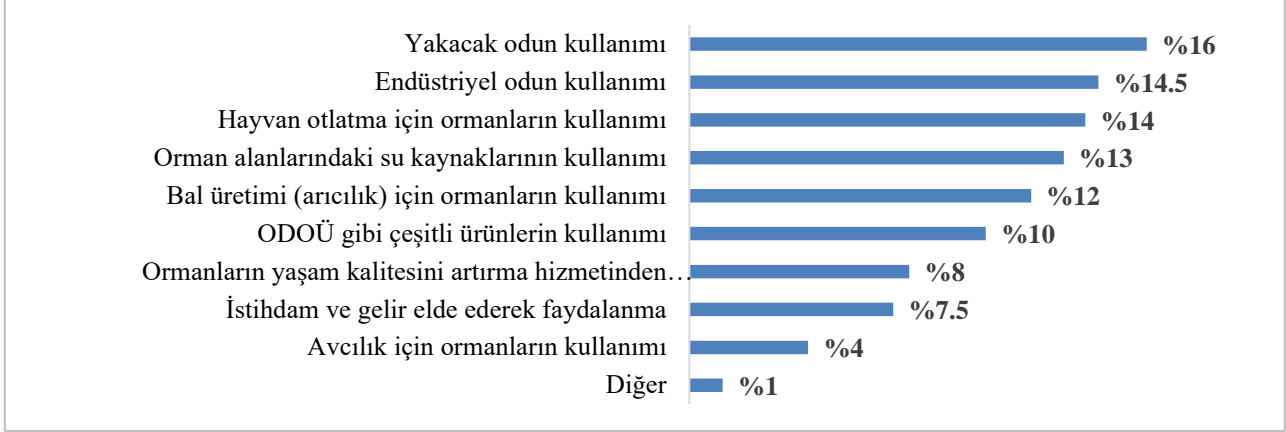
Katılımcıların çalıştıkları bölgelere ait genel bilgiler	Değer	Sayı	Yüzde (%)
Sorumlu olunan bölgedeki resmi (planlı) otlatma alanı büyüklüğü	0-3000 ha	217	41,1
	3001-6000 ha	152	28,8
	6001-9000 ha	51	9,7
	9001-12000 ha	43	8,1
	12001 ha ve üstü	65	12,3
Sorumlu olunan bölgedeki planlı otlatma için resmi izin alan sürü yöneticisi sayısı	0-20	370	70,1
	21-40	98	18,6
	41-60	26	4,9
	61-80	20	3,8
	81 ve üstü	14	2,7
Sorumlu olunan bölgede çıkan orman yangını sayısı	0-5 kez	235	44,5
	6-10 kez	109	20,6
	11-15 kez	67	12,7
	16-20 kez	50	9,5
	21 ve üstü kez	67	12,7

Tablo 4'te göre çalışılan OBM'de sorumlu olunan alan büyüklüğünü katılımcıların %34,5'i 10001 – 20000 ha, %27,5'i 0 - 10000 ha, %15,9'u 20001 – 30000 ha, %15,5'i 40001 ha ve üstü ve %6,6'sı 30001 – 40000 ha olarak belirtmişlerdir. Sorumlu olunan alanda otlatma yaptırılan alan büyüklüğünü ise, %49,4'ü 0 - 5000 ha, %24,4'ü 5001-10000 ha, %11,6'sı 10001-15000 ha, %3,6'sı 15001-20000 ha ve %11'i 20001 ha ve üstü olarak ifade etmişlerdir.

Resmi olarak otlatma planı ile yönetilen alan büyüklüğünü katılımcıların %41,1'i 0-3000 ha, %28,8'i 3001-6000 ha %9,7'si 6001-9000 ha, %8,1'i 9001-12000 ha ve %12,3'ü 12001 ha ve üstü olarak belirtmişlerdir. Planlı bir şekilde küçükbaş hayvan otlatmak için izin alan sürü yöneticisi sayısını katılımcıların %70,1'i 0-20, %18,6'sı 21-40, %4,9'u 41-60, %3,8'i 61-80 ve %2,7'si 81 ve üstü olarak ifade etmişlerdir. Sorumlu olunan bölgede çıkan orman yangını sayısını katılımcıların %44,5'i 0-5 kez, %20,6'sı 6-10 kez, %12,7'si 11-15 kez, %9,5'i 16-20 kez ve %12,7'si 21 ve üstü kez olarak belirtmişlerdir.

### 3.3. Katılımcıların Çalışma Alanındaki Orman Köylülerinin Ormanlardan Yararlanmaları ile ilgili Algıları

Orman kaynaklarının sağlamış olduğu mal ve hizmetlerden birçok fayda elde edilmektedir. Orman yangınlarına karşı orman ekosistemlerinin korunması için toplumun ödeme eğilimlerini yükseltebilmektedir. Bu nedenle anket formunda katılımcılara, çalıştıkları bölgede yaşayan orman köylülerinin orman kaynaklarından elde ettikleri somut ve soyut mal ve hizmetlerden faydalanma ve orman kaynaklarını kullanma şekilleri sorgulanmıştır. Bu kapsamda katılımcılara kendilerine önerilen 10 seçenektan önem sırası dâhilinde ilk 5 tanesini sıralamaları istenmiş ve elde edilen bulgular Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Katılımcıların çalıştıkları bölgelerde yaşayan orman köylülerinin orman kaynaklarından ürettiği mal ve hizmetlerden faydalanma şekilleri

Şekil 3'te orman köylülerinin orman kaynaklarından faydalanma ve kullanma açısından ilk beşe giren seçenekler en önemliden önemsizye doğru sırası ile; şekilleri; 1-Yakacak odun kullanımı hizmetinden faydalanma, 2-Endüstriyel odun kullanımı hizmetinden faydalanma, 3-Hayvan otlatmak için ormanların kullanımı hizmetinden faydalanma, 4-Ormansal bölgelerdeki su kaynakları hizmetinden yararlanma ve 5-Ormanları bal üretimi (arıcılık) için kullanma, biçiminde olmuştur.

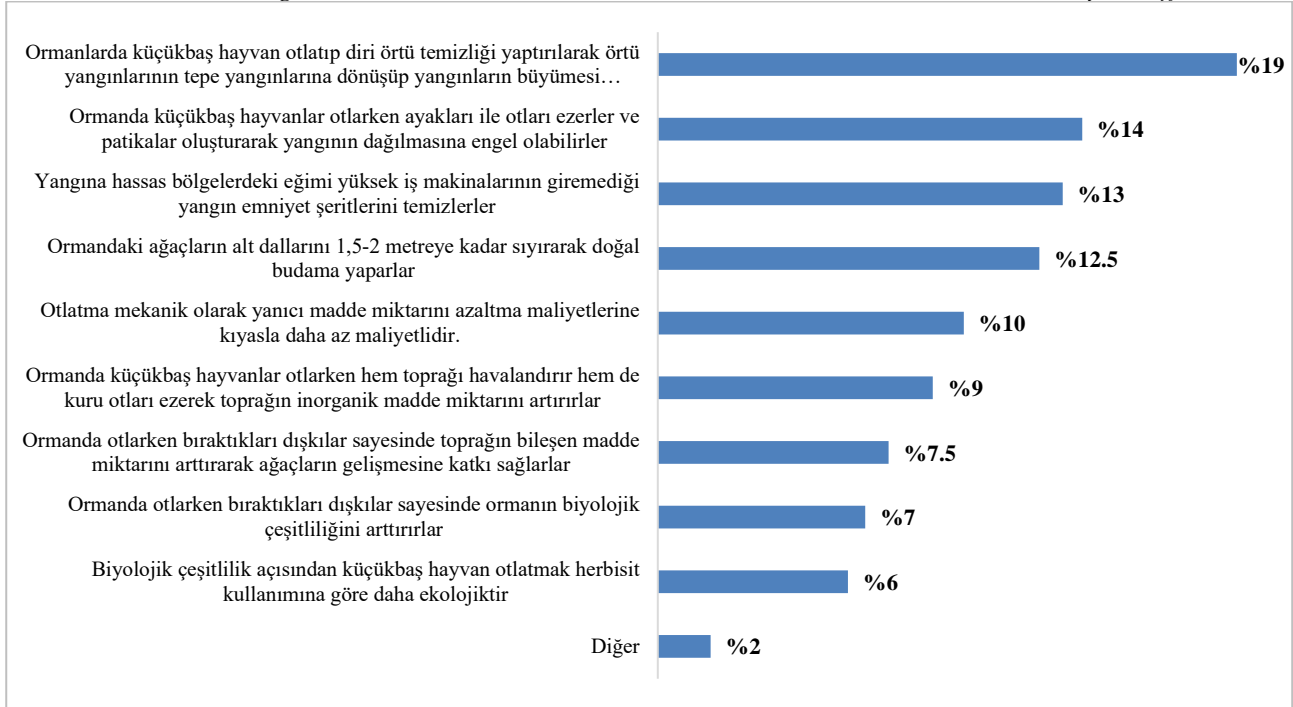
Birçok değerli ve çeşitli biyolojik varlığın yaşam alanı, orman kaynaklarında yer almaktadır. Orman kaynakları sağlamış oldukları hem soyut hem somut ürünler ile sosyal, ekonomik ve kültürel olarak insanlara yararlar sağlamaktadır (Deniz, 2006). Şekil 2'den görüleceği üzere orman köylüleri orman kaynaklarından çok çeşitli biçimlerde faydalanmaktadır.

### 3.4. Katılımcıların Planlı Yapılan Otlatmanın Sağladığı Faydalara Yönelik Algıları

Türkiye'de orman içi çayırlarda otlatma ve yem verimi ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Defne, 1955; Alpay, 1972). Bunun yanı sıra orman ağaçlarının yaprak yemlerinden yararlanma konusunda da çalışmalar mevcuttur (Mol ve Küçükkoşmanoğlu, 1982; Sevimsoy ve Güneş, 1987). Keçiler, orman altı vejetasyonu üzerinde yenilebilir herşeyi tüketebildikleri için besi hayvanları arasında habitatın bozulmasına neden olmakla suçlanmaktadır (Peacock ve Sherman, 2010). Yapılan çalışmalarda, kıl keçilerinin ormana ve ağaçlara verdiği zararlar vurgulanmış ve ormanlık alanlardan uzak tutulmaları için önerilerde bulunulmuştur.

Papanastasis (2009), yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de Akdeniz ve Ege bölgesinde ormansızlaşmanın nedenini genellikle keçileri göstermektedir. Ancak Türkiye'de son yıllarda yapılan çalışmalar da ormansızlaşma konusunda asıl nedenin plansız ve aşırı hayvan otlatmanın olduğu söylemektedir.

Bu çalışmada katılımcılara, kontrollü otlatılan küçükbaş hayvanların orman ekosistemlerine sağladığı faydalara ait 10 seçenek sunulmuş ve en önemliden en önemsizye 5 adedini işaretlemeleri istenmiştir. Katılımcıların bu konuya ilişkin cevapları Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Orman köylülerinin orman ekosistemlerinde kontrollü bir şekilde otlatılan küçükbaş hayvanların ormana sağladığı faydalara yönelik bakış açılarına ait bulgular

Şekil 4'te görüleceği üzere katılımcılar ormanda kontrollü bir şekilde otlatılan küçükbaş hayvanların ormana sağlamış olduğu faydaları önem sırasına göre; 1-Ormanlarda küçükbaş hayvan otlatıp diri örtü temizliği yaptırılarak örtü yangınlarının tepe yangınlarına dönüşüp yangınların büyümesi engellenebilir, 2-Ormanda küçükbaş hayvanlar otlarken ayakları ile otları ezerler ve patikalar oluşturarak yangının dağılmasına engel olabilirler, 3-Yangına hassas bölgelerdeki eğimi yüksek iş makinelerinin giremediği yangın emniyet şeritlerini temizlerler, 4-Ormandaki ağaçların alt dallarını 1,5-2 metreye kadar sıyırarak doğal budama yaparlar, 5-Otlatma mekanik olarak yanıcı madde miktarını azaltma maliyetlerine kıyasla daha az maliyetlidir, şeklinde belirtmişlerdir.

Papanastasis (1985)'te kontrolsüz keçi otlatmanın Akdeniz Ormanlarının tahribatına neden olsa da kontrollü otlatma faydalı olabileceği bildirilmiştir. Zira hayvan otlatmanın faydaları ekolojik söz konusudur. Bu faydalardan biri de ormanlarda otlayan küçükbaş hayvanların besin döngüsüne katkıda bulunmasıdır. (Liacos, 1980). Son yıllarda ormanlarda hayvan otlatarak (silvopastoral uygulama) orman yangınlarının önlenmesine yönelik çabalar söz konusudur. (Ruiz-Mirazo vd., 2011). Keçileri içeren silvopastoral yöntemler, yanıcı odunsu bitki örtüsü birikiminin etkin bir şekilde kontrol edilmesiyle yangın risklerinin azaltılmasında güçlü bir araçtır (Etienne vd., 1996; Rigueiro-Rodríguez vd., 2005; Jáuregui vd., 2009). Kuzey Kaliforniya'da Sacramento Nehri ve Stone Lakes Ulusal Yaban Hayatı Sığınaklarında keçiler orman yangını riski altındaki alanlarda aşırı derece de boylanmış bitki örtüsünü azaltmak ve Pasifik'de göçmen kuşların kritik yaşam alanlarını yangınlardan korumak için kullanılmıştır. New Hampshire'da bir elektrik şirketi tarafından da elektrik hattının altını çevre dostu bir şekilde temizlemek için yine keçiler kullanılmıştır (Hart, 2001).

Yangın emniyet şeritlerini temizlemek ve sürdürmek için kimyasal- mekanik yöntemlerin çevresel zararları ve ekonomik maliyetleri bulunmaktadır, ancak keçi gibi biyolojik kontrol yöntemlerin belirtilen zararları yoktur. (Green ve Newell, 1982; Launchbaugh, 2006). Esasında keçiler, mekanik yöntemlere göre uzak bölgelerde, dik veya dağlık ormanlık alanlarda alternatif sunacağı gibi yakıt kullanımının olmamasından dolayı çevre kirliliğinin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Rosa Garcia vd., 2012). Şekil 3'ten katılımcılar da benzer görüşlere sahip olduğu görülmektedir.

### 3.5. Katılımcıların Ödeme Yapma İsteği

Oluşturulan kuramsal senaryo gereği katılımcılara “Küçükbaş hayvanların ormanda otlatılarak orman yangınlarının topluluk üzerinde meydana getirdiği olumsuz sebeplerin azaltılması, orman ekosistemlerini ve insanoğlunun gıda güvenliğini garanti altına almak ve ormanların sağlamış olduğu hizmetlerden daha sağlıklı yararlanmak amacıyla ekosistem hizmet ödemeleri dâhilinde (ödeme yaparak) maddi katkıda bulunur musunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların bu soruya ilişkin cevapları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Katılımcıların ekosistem hizmet ödemeleri dâhilinde maddi katkı yapma istekliliği

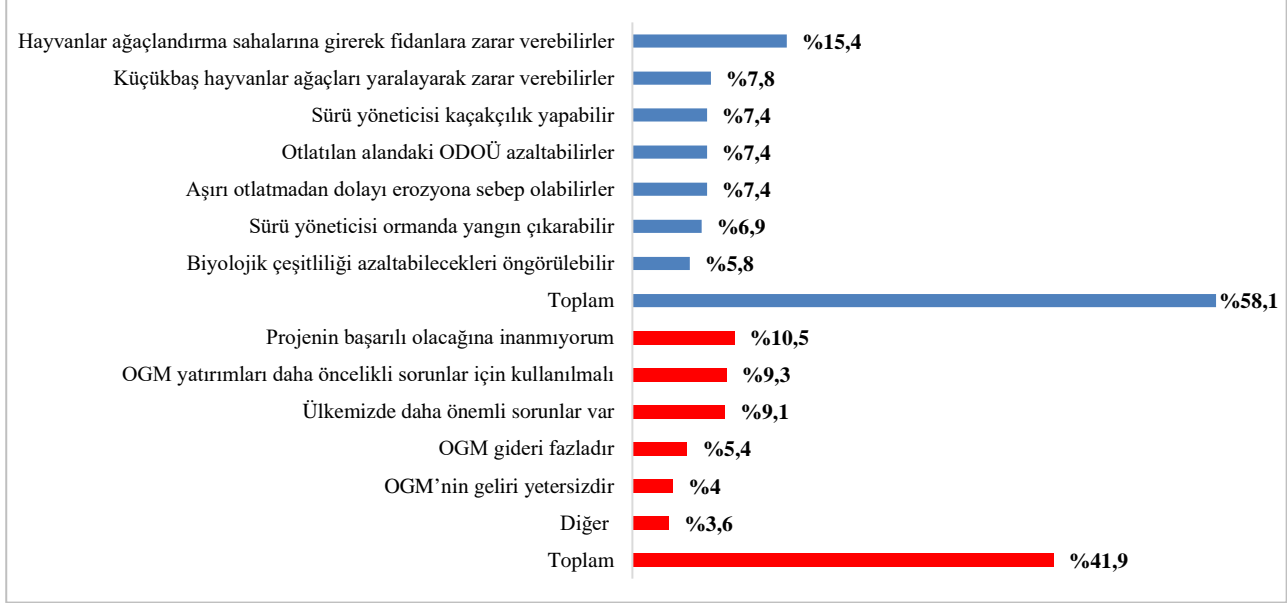
<b>Tercihler</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Ödeme Eğiliminde Olanlar	235	44,5
Hayır	124	23,5
Bilmiyorum/Fikrim Yok/Kararsızım	169	32
<b>Toplam</b>	<b>528</b>	<b>100</b>

Tablo 5 incelenirse katılımcıların %44,5’i “evet”, %23,5’i “hayır” ve %32’si de “bilmiyorum/fikrim yok/kararsızım” şeklinde cevap verdiği görülecektir.

Koşullu değer belirleme çalışmalarında, katılımcının ödeme isteklerinde olmaması, her daim protesto cevap olarak değerlendirilmemelidir. Çünkü katılımcıların bu tavrı protesto cevabın yanı sıra, “sıfır cevap” biçiminde de kabul edilebilmektedir. Bu nedenle protest cevaplar ile sıfır cevaplar arasındaki farkı anlamak için bu durumun nedenini öğrenmek gerekir (Kaya vd., 2009; Başşüllü, 2014; Özmiş, 2016). Bu amaç için bu çalışmada bağış yapmayı düşünmeyen katılımcılara bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya katılımcıların oluşturulan seçenekler veya açık uçlu “diğer” seçeneği cevap vermeleri beklenmiştir. Böylece katılımcıların ödeme yapma eğiliminde olup olmadıklarına dair vermiş oldukları “hayır” veya “bilmiyorum/fikrim yok/kararsızım” biçimindeki yanıtlarının nedenleri öğrenilmiştir.

Orman yangınlarının orman ekosistemleri üzerindeki olumsuz etkileri hakkında bilgisi olmayan, sürü yöneticilerinin OGM çalışanlarını düşman gibi görmesi, sürü yöneticilerinin orman muhafaza memurlarının söz ve ikazlarını ciddiye almamaları, sürü yöneticilerinin hayvan otlatması sırasında hayvanlarını kontrol etmediklerinden dolayı fidanlara zarar vermelerinden ötürü, OGM gelirinin yeterli olmadığını düşünen, ülkede çok daha önem arz eden sorunların olduğunu belirten ve yatırımların daha öncelikli problemlerin çözülebilmesi aşamasında kullanılmasının gerektiğini düşünen yani stratejik davranış içinde yer alanlar “sıfır ödeme isteği” olarak kabul edilmiştir. Ayrıca bu denekler değer teklifleri ile birlikte koşullu değer belirleme analizi içerisine dâhil edilmiştir. Küçükbaş hayvanların ormanda otlatılmasının orman yangınlarının yarattığı olumsuz etkilerin azaltılması, orman ekosistemlerini ve insanoğlunun gıda güvenliğini garanti altına alması ve ormanların sağladığı hizmetlerden daha iyi yararlanmak için katılımcılardan bağış yapmak istemeyenler ise protesto cevap olarak kabul edilmiş ve bu katılımcılara değer belirleme analizinde yer verilmemiştir.

Katılımcıların %44,5 ödeme isteğine sahip iken, %55,5 ödeme isteğine sahip değildir. S49, katılımcıların protesto ve sıfır ödeme nedenleri Şekil 5’te verilmiştir.



\*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir

■ Sıfır Ödeme İsteğinde Olanlar

■ Protest Cevapların Nedenleri

Şekil 5. Katılımcıların sıfır ödeme isteğinin ve protest cevapların nedenleri

Şekil 5'te görüldüğü üzere katılımcılardan ödeme isteğinde olmayanlar "sıfır ödeme isteğinde olanlar" ve "protest cevap verenler" olmak üzere iki farklı grup olarak değerlendirilmiştir. Katılımcılardan "sıfır ödeme isteğinde olanlar" grubunda yer alan "Hayvanlar ağaçlandırma sahalarına girerek fidanlara zarar verebilir" seçeneği ve protest cevap verenler grubunda yer alan "Projenin başarılı olacağına inanmıyorum" seçeneği buldukları gruplarda en çok seçilen seçenek olmuştur.

Araştırma kapsamında ödeme isteğinde olmayan personellerin böyle bir projenin başarılı olabilmesi için öncelikle alt yapısının hazırlanmasının gerekli olduğunu mevcut durumlar ile bu projenin başarılı olacağına inanmamaları, sürü yöneticilerine eğitimlerinin verilmesinin gerektiği, ödeme yapmak için ödeme mekanizmalarının oluşturulması gerektiğini düşündüğü için bu nedenle ödeme yapmak istemediğini belirtmiştir.

Zenginobuz vd. (2008)'de protest cevapların ve sıfır ödeme isteğinin nedenleri; gelir durumunun yetersiz oluşu ya da bütçenin kısıtlılığı, toplanan paranın belirtilen biçimde kullanılmayacağı, gelişmiş ülkelere yönelik olarak kirletenin ödemesinin gerekli olduğu ve teknik açıdan projeye inanmıyorum, şeklinde verilmiştir. Ayrıca ödeme eğiliminde olan örnek toplumun her ne kadar ekosistem hizmetlerin korunmasına dair güdüleri kuvvetli olsa da ödeme eğilimlerinin düşük olabileceği belirtilmektedir. Bu açıdan bu araştırmanın sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Başşüllü (2014)'de toplum tarafından orman kaynaklarının serbest biçimde kullanımını kendilerine hak olarak gördüklerini vurgulanmakta ve bu nedenle toplumun orman kaynaklarına dair ödeme/kabul eğilimlerini ölçmeye dair yöneltilen sorulara stratejik ve de özellikle bedavacı tavır takındıkları belirtilmektedir.

### 3.6. Korelasyon ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizine ait Bulgular

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi neticesinde verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiş olup Spearman's rho korelasyon analizi yapılmıştır. Katılımcıların ödeme yapma miktarlarında (bağımlı değişkeni) üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

Ödeme eğilimi ile araştırma değişkenleri arasındaki ilişkiye ait sonuçlar

Değişkenler	Spearman's rho katsayısı Katsayıları	Değişken	Spearman's rho katsayısı Katsayıları
S3	-0.146**	S34	-0.141*
S6	0.108*	S38	-0.154**
S11	0.113*	S39	-0.107*
S17	-0.164**	S40	-0.270**
S18	-0.165**	S41	-0.190**
S19	-0.163**	S42	-0.208**
S24	-0.119*	S43	-0.222**
S25	-0.155**	S44	-0.277**
S27	-0.162**	S45	-0.171**
S29	-0.160**	S46	-0.213**
S30	-0.159**	S47	-0.248**
S31	-0.158**	S48	-0.813**
S32	-0.130*	S51	-0.247**
S33	-0.141**	S52	-0.244**

\*\* %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ ), \* %95 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,05$ )

Tablo 6'da görüleceği üzere katılımcıların ödeme yapma düzeyleri ile S6, Orman Genel Müdürlüğünde mesleki tecrübeniz kaç yıldır? ve S11, Çalıştığımız bölgede ormanda planlı hayvan otlatmak için kaç küçükbaş hayvan yetiştiricisi izin almaktadır? Değişkenleri arasında pozitif yönlü %95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Yine Tablo 5 incelendiğinde diğer bağımsız değişken ile katılımcıların ödeme yapma düzeyleri arasında negatif yönlü istatistiki olarak anlamlı (%95 ve %99 güven düzeylerinde) ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın ödeme yapma miktarını tahmine (Eşitlik 4.7) yönelik çoklu doğrusal regresyon analizi özeti Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Ödeme yapma miktarını tahmine yönelik çoklu doğrusal regresyon analizi özeti

<b>F</b>	7.600
<b>Sig (p)</b>	0.000**
<b>R</b>	0.742
<b>R<sup>2</sup></b>	0.550
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup></b>	0.478
<b>Durbin-Watson</b>	1.785

\*\* %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ )

Tablo 7'de görüleceği üzere  $R^2$ 'nin 0.550 olması, bağımlı değişken üzerinde etkili olan ve ancak bu çalışmada ölçülemeyen başka değişkenler olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen çoklu regresyon analizinde, yine bu çalışmaya ait korelasyon analizinde bağımlı değişken ödeme yapma miktarı ile yüksek korelasyona sahip bazı bağımsız değişkenlerin türetilen regresyon modeli fonksiyonuna girmemiştir. Ancak oluşturulan regresyon modeli ( $F(48,298)=7.600, p < 0.001$ ) %99 güven düzeyinde anlamlıdır ve bu regresyon modeline giren bağımsız değişkenler (bak. Tablo 7) bağımlı değişkendeki varyansın %55'ini ( $R^2=0.550$ ) açıklamaktadır.

Pehlivanoglu (2010)'de  $R^2$  değeri, 0.532 olarak bulunmuştur. Başsüllü (2014) tarafından yürütülen çalışmada ise  $R^2$  değeri 0.311 olarak bulunmuştur. Özmiş (2016)'da ise  $R^2$  değeri 0.629 bulunarak benzer sonuçlara ulaşılmıştır. İncelenen bu üç bilimsel çalışma da ödeme eğilimindeki varyasyonu ilgili bağımsız değişken orta düzeyde açıklamıştır.

Tablo 8

Regresyon modeline giren bağımsız değişkenlere ait katsayılar

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken S50		
	$\beta$	t	Sig.
SABİT	6.388	5.536	.000*
Soru3	-.292	-2.217	.027*
Soru23	.502	2.432	.016*
Soru32	.347	2.463	.014*
Soru44	-.565	-3.399	.001**
Soru48	-2.038	-13.811	.000**

Tablo 8'e göre;

- S3 bağımsız değişkeni, S50 bağımlı değişkenini olumsuz ve anlamlı olarak yordamaktadır.  
 $\beta = -0.292$ ,  $t(298) = -2.217$ ,  $p < 0.05$
- S23 bağımsız değişkeni, S50 bağımlı değişkenini olumlu ve anlamlı olarak yordamaktadır.  
 $\beta = 0.502$ ,  $t(298) = 2.432$ ,  $p < 0.05$
- S32 bağımsız değişkeni, S50 bağımlı değişkenini olumlu ve anlamlı olarak yordamaktadır.  
 $\beta = 0.347$ ,  $t(298) = 2.463$ ,  $p < 0.05$
- S44 bağımsız değişkeni, S50 bağımlı değişkenini olumsuz ve anlamlı olarak yordamaktadır.  
 $\beta = -0.565$ ,  $t(298) = -3.399$ ,  $p < 0.001$
- S48 bağımsız değişkeni, S50 bağımlı değişkenini olumsuz ve anlamlı olarak yordamaktadır.  
 $\beta = -2.038$ ,  $t(298) = -2.329$ ,  $p < 0.001$

Yapılan çoklu doğrusal regresyon analizine ait regresyon eşitliği aşağıda verilmiştir:

$$S50 = 6.388 + (-0.292 * S3) + (0.502 * S23) + (0.347 * S32) + (-0.565 * S44) + (-2.038 * S48) \quad (4.8)$$

Eşitlik 4.8'de görüldüğü gibi çoklu doğrusal regresyon analizine bağımsız değişkenlerden 5'i girebilmiştir. 4.8 numaralı çoklu doğrusal regresyon modeli; hesaplanan Durbin Watson katsayısı 1,5 ila 2,5 arasında ve F için hesaplanan  $p < 0,001$  olduğu için istatistiki olarak tahminlerde kullanılabilir nitelikte (uygun) bir modeldir.

### 3.7. Ödeme Eğilimi ve Toplam Ekonomik Değere ait Bulgular

Araştırma alanı için hesaplanan küçükbaş hayvan başına ve toplam ödeme miktarı (TED) Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Toplam ve küçükbaş hayvan başına yapılacak ödeme miktarı

Küçükbaş hayvan başına yapılacak ödeme miktarı (₺)	Batı Akdeniz Bölgesi küçükbaş hayvan sayısı	Toplam Ekonomik Değer (₺)
E <sup>+</sup>	$\Sigma HS$	$\Sigma E^+ = E^+ \times \Sigma HS$
4,34	2.533.807	10.996.722,38

Tablo 9'dan görüleceği üzere otlatma alanı ve serbest otlatma alanlarında 1 küçükbaş hayvanın 1 ha'lık alanda yanıcı madde miktarının uzaklaştırması için ortalama ödeme eğilimi 4,34 ₺ olarak tahmin edilmiştir. Batı Akdeniz Bölgesi için TED, 10.996.722,38 ₺/yıl olarak tahmin edilmiştir.

Tolunay vd., (2014)'e göre birim başına otlanabilecek kıl keçisi sayısı farklı aylarda elde edilen kuru madde miktarı ve örtünün araziye kaplama oranı ile değişmektedir. Akdeniz'e komşu ülkelerde ve yapılan gözlemlerde maki elemanlarıyla kaplı alanlarda otlatmanın daha çok haziran ayı içerisinde başlamasının doğru olduğu kabul edilmiş olup yapılan analizler neticesinde haziran ayında 1 ha'lık alanda 4 adet kıl keçisinin otlayabileceğini tespit etmişlerdir.

Çalışma alanı yanıcı madde miktarının yıllık ekonomik değeri; serbest otlatma alanı, otlatma kapasitesi ve bir küçükbaş hayvan için ödeme miktarlarının çarpımlarının sonucunda bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 10

Serbest otlatma alanlarındaki yanıcı madde miktarının toplam ekonomik değeri

İller	Serbest Otlatma Alanı (ha)	Optimum Otlatılacak Küçükbaş Hayvan Sayısı (Adet)	Bir Küçükbaş Hayvan İçin Ödeme Miktarı (₺/yıl)	OGM tarafından 1ha alanda, uzaklaştırılan yanıcı madde miktarı karşılığında sürü yöneticilerine ödenmesi ön görülen ödeme miktarı (₺/yıl)	Toplam Ekonomik Değer (₺/yıl)
Antalya	863.523	4	4,34	17,36	14.990.759
Burdur	258.162				4.481.691
Isparta	359.077				6.233.578
Batı Akdeniz Bölgesi	1.480.762				25.706.028

Tablo 10'da görüldüğü üzere OGM tarafından 1 ha alanda uzaklaştırılan yanıcı madde miktarı karşılığında sürü yöneticilerine ödenmesi ön görülen ödeme miktarı, 17,36 ₺ olarak tahmin edilmiştir. OGM tarafından sürü yöneticilerine ödenmesi gereken miktar; bitki örtüsünün türüne ve miktarına, otlatılacak küçükbaş hayvanın türüne, otlatma yapılacak alanın eğimine ve otlatma yapılacak alanın hayvan barınağına uzaklığına göre artış veya azalış gösterebilir. Batı Akdeniz Bölgesinin serbest otlatma alanlarındaki yanıcı madde miktarının yıllık TED'i ise 25.706.028 ₺ olarak tahmin edilmiştir.

Varela 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada İspanya'nın Endülüs bölgesinde RAPCA programıyla orman yangınlarına karşı yangınları önleme hizmeti sağlayarak ekosistem hizmeti oluşturan sürü yöneticilerine otlatma zorluklarına göre ha'da hayvan başına minimum 42 € (2022 yılı Eylül ayı itibariyle 773 TL) ve maksimum 90 € (2022 yılı Eylül ayı itibariyle 1.656 TL) arasında ödeme sistemi oluşturmuştur (Varela vd., 2018).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Batı Akdeniz Bölgesi'nde otlatmaya serbest devlet orman alanlarında toprak üstü bitki örtüsünde yanıcı madde miktarları üzerinde küçükbaş hayvan otlatmasının etkisi, kırsalda yaşayan sürü yöneticilerine ekosistem hizmeti ödemesi oluşturan bu işlem için ödeme eğilimi ve TED araştırılmıştır.

Değer belirleme anket çalışmasında katılımcıların çalıştıkları bölgelerde yaşayan orman köylülerinin orman kaynaklarından ürettiği mal ve hizmetlerden faydalanma şekilleri sorgulanmıştır. Katılımcılara önermeleri önceliklendirmeleri istendiğinde, (bak. Şekil 3) sırasıyla; yakacak odun kullanımı hizmetinden faydalanma, endüstriyel odun kullanımı hizmetinden faydalanma, hayvan otlatmak için ormanların kullanımı hizmetinden faydalanma olduğu görülmüştür.

Katılımcılara kontrollü bir şekilde otlatılan küçükbaş hayvanların orman ekosistemlerine sağlamış olduğu faydalara yönelik bakış açıları sorulmuştur. Katılımcılar (bak. Şekil 4) sırasıyla; ormanlarda küçükbaş hayvan otlatıp diri örtü temizliği yaptırılarak örtü yangınlarının tepe yangınlarına dönüşüp yangınların büyümesi engellenebilir, ormanda küçükbaş hayvanlar otlarken ayakları ile otları ezerler ve patikalar oluşturarak yangının dağılmasına engel olabilirler, yangına hassas bölgelerdeki eğimi yüksek iş makinalarının giremediği yangın emniyet şeritlerini temizlerler şeklinde sıraladıkları tespit edilmiştir.

Yapılan korelasyon analizinde değişkenlerinin ödeme eğilimi ile pozitif yönlü anlamlı bir ilişkisi olduğu görülmüştür (bak. Tablo 6). Diğer bir deyişle deneklerin mesleki tecrübe ve çalıştıkları bölgede planlı bir şekilde küçükbaş hayvan otlatmak için izin alan sürü yöneticilerinin artış göstermesi ödeme yapma miktarlarında da artış göstermiştir.

Mesleki tecrübe düzeyleri artan personeller orman ekosistemlerin sağladığı hizmet ve faydalar hakkında daha bilgilidirler ve bilgileri arttıkça ödeme yapma miktarları da artmaktadır. Batı Akdeniz bölgesinde öncelikli otlatma alanı ve serbest otlatma alanlarında küçükbaş hayvan otlatması yaparak 1 küçükbaş hayvanın 1 ha'lık alanda yanıcı madde miktarının uzaklaştırması çalışması için ortalama ödeme eğilimi 4.34 ₺ olarak ön görülmektedir. Otlatma kapasitesine göre OGM tarafından 4 küçükbaş hayvan ile 1 ha alanda uzaklaştırılan yanıcı madde miktarı karşılığında sürü yöneticilerine ödenmesi ön görülen ödeme miktarı



17,36 ₺ ve Batı Akdeniz Bölgesi için ise TED 10.996.722,38 ₺/yıl olarak tahmin edilmiştir (bak. Tablo 9 ve 10). Görüleceği üzere Batı Akdeniz Bölgesi için hesaplanan TED, Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı'nın 2021 yılı harcama düzeyinin (Euronews, 2022) (2.508 milyon ₺) yalnızca %0,43'nü oluşturmaktadır.

Akdeniz Havzasında yer alan ülkelerde, özellikle İspanya, Fransa, İtalya, Yunanistan gibi ülkelerde kırsal nüfus önemli ölçüde azalmış olup, kırsal nüfusun özellikle azaldığı bölgeler dağlık yukarı havzalarda bulunan arazilerdir. Yukarı havzalarda yer alan bu arazileri küçükbaş hayvan, özellikle keçi yetiştiren yerel toplumlar kullanmaktadır. Yaşamlarını bu alanlarda sürdüren yerel toplumlar, zor yaşam koşullarını sürdürmelerini sağlayacak desteklerin olmaması ve özellikle genç neslin bu zor yaşam koşullarına uyum sağlayamaması nedeniyle, yaşadıkları alanları terk ederek şehirlere göçmüşlerdir. Böylece kırsal alanlar sahipsiz ve boş kalmıştır. Ekosistem içinde gelişen otsu bitkiler, bu alanlarda otlayan küçükbaş hayvanların olmaması nedeniyle, otlama yapılarak uzaklaştırılmamıştır. Yaz kuraklığının gelmesi ile küçük bir kıvılcım ile ya da yakıcı yaz güneşi altında bir cam parçası veya şişe ile bu alanlar yangına açık tehlikeli alanlar haline gelmiştir.

Küçükbaş hayvanlar (koyun, keçi) yetişkin ağaçların bulunduğu bir alanda otlatılırlarsa, ormana zarar değil yarar getirmektedir. Çünkü yetişkin ağaçların çevresindeki bütün bitki örtüsünü temizlemektedirler. Böylece yangının yayılma riskini artıran unsurlar ortadan kaldırılmaktadır. Bir yangın çıktığında alevler, zemindeki arazide bitki kalıntısı kalmadığı için yayılamamaktadır. Böylece, yetişkin ağaçların bulunduğu sahadaki yangın yayılma olanağı bulamamaktadır. Ülkemizde küçükbaş hayvanların devlet ormanlarında otlama izni verilen alanlarda otlama planları hazırlanarak kontrollü bir şekilde otlatılması et, süt ve diğer hayvansal ürünlerin üretiminin artmasına yardımcı olacağı gibi, orman yangınları ile mücadelede için yapılan harcama düzeylerinin düşürülmesine de katkı sağlayacaktır.

### **Teşekkür**

Bu araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Ekosistem Hizmeti Oluşturan Kırsal Etkinliklere Yönelik Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi: Orman Kaynaklarında Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği ile Orman Yangını Riskinin Azaltılması Örneği" adlı Doktora tez çalışmasının bir bölümü olup, 1170549 nolu projeye TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmayı 1170549 nolu proje ile destek sağlayan TÜBİTAK'a, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne ve anket çalışmasına katıldıkları için Orman Genel Müdürlüğü personeline teşekkürlerimizi sunarız.

### **Yazar Katkıları**

Ahmet Tolunay: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır.

Mehmet Özmiş: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Her iki yazar makalenin yazımına ortak katkı sağlamıştır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### **Kaynaklar**

- Alpay, O. (1972). Relation between Grazing Systems, Range Use and Animal Production on Aladağ Forest Ranges. Technical Bulletin Series No: 52, s.56.
- Anonim, (2016). Orman yangınlarının sebepleri sosyal ekonomik etkileri online. [http://dergi.dirimbilim.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=134&Itemid=162](http://dergi.dirimbilim.net/index.php?option=com_content&view=article&id=134&Itemid=162). (Son Erişim Tarihi: 25.07.2020).
- Ayanz, J., S., M., Moreno, J. & Camia, A. (2013). Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *Forest Ecology and Management*, 294,11-22. doi:10.1016/j.foreco.2012.10.050.
- Baral, N., Stern, M., J. & Bhattarai, R. (2008). Contingent valuation of ecotourism in annapurna conservation area, nepal: implications for sustainable park finance and local development. *Ecological Economics*,

- 66,218–227. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.02.004.
- Başsüllü, Ç. (2014). *Ormancılıkta Karbon Ekonomisi ve Borsası*. (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Belkayalı, N. (2009). Yalova Termal Kaplıcalarının Rekreatif ve Turizm Amaçlı Kullanımının Ekonomik Değerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Berrens, R., P., Bohara, A., K., Jenkins-Smith, H., C., Silva, C., S. & Weimer, D., L. (2003). Information and effort in contingent valuation surveys: application to global climate change using national internet samples online. <http://documents.apec.umn.edu/BobBerrens.pdf>, (Son Erişim Tarihi: 11.03.2019).
- Bilgili, E. (1997), Forests and forest fires in Turkey. *International Forest Fire News*, 17,15-21.
- Bilgili, A., Demir, O., Daşcı, M. 2017. Orman Yangınlarının Önlenmesinde Sürdürülebilir Uygulama: Kontrollü Hayvan Otlatma, ADÜ Ziraat Derg, 14(1):87-93.
- Carson, R., T. (2000). Contingent valuation: A user's guide. *Environmental Science & Technology*, 34,1413–1418, doi:10.1021/es990728j.
- Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M. & Kraus, D. (2011). Prevention of major Forest Fires adapted to Tipus. GRAF Technical Unit, Special Operations Groups Division, General Directorate of Fire Prevention, Extinguishing and Rescue, Ministry of the Interior, Catalonia.
- Defne, M. (1955). An investigation on forest protection problem through pasture and grazing management in Turkey. *Orman Umum Müdürlüğü Yayınları*. 14,1-124.
- Deniz, T. (2006). *Çevresel Muhasebe ve Uygulamaları*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Desvousges, W., H., Smith, V., K. & Mcgiwney, M., P. (1983) A Comparison of Alternative Approaches for Estimating Recreation and Related Benefits of Water Quality Improvements. EPA Reports, No. 83-001.
- Etienne, M., Derzko, M. & Rigolot, E. (1996). Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in French Mediterranean region. *Western European Silvopastoral Systems*. 1,93–102.
- Euronews (2022). Türkiye orman yangınlarıyla mücadele için ne kadar harcama yapıyor? <https://tr.euronews.com/2022/08/22/turkiye-orman-yanginlariyla-mucadele-icin-ne-kadar-harcama-yapiyor#>
- Green, L., R. & Newell, L., A. (1982). Using goats to control brush regrowth on fuel breaks. United States Department of Agriculture, General Technical Report PSW-59.
- Hart, S., P. (2001). Recent perspectives in using goats for vegetation management in the USA, *The American Dairy Science Association*. 84,170-176.
- Jáuregui, B., M., García, U., Osoro, K. & Celaya, R. (2009). Sheep and goat grazing effects on three Atlantic heathland types. *Rangeland Ecology & Management*. 62,119–126. doi:10.2111/07-120.1.
- Kaya, G. (2002). Pazarı Olmayan Ürünler Çerçevesinde Orman Kaynaklarının Değerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Kaya, G., Yıldız, Y., Şaltu, Z., Yaman, F. & Ateşoğlu, İ. (2009). Koşullu Değer Belirleme Çalışmalarında Bilgi Kısıtının Aşılması İçin Bir Öneri: Yaban Hayatının Ekonomik Değerinin Belirlenmesi Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 16,45–59.
- Keeley, J., E., Bond, W., J., Bradstock, R., A., Pausas, J., G. & Rundel, P., W. (2012). *Fire in Mediterranean Ecosystems*. New York Cambridge University Press.
- Küçük, Ö. (2004). Yanıcı Madde Tipleri ve Yangın Davranışına Bağlı Yangın Potansiyelinin Belirlenmesi ve Haritalanması. (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Launchbaugh, K. (2006). Targeted Grazing: A Natural Approach to Vegetation Management and Landscape Enhancement. Cottrell Printing, Centennial, CO.
- Last, A., K. (2007). The monetary value of cultural goods: a contingent valuation study of the municipal supply of cultural goods in Lueneburg, Germany. Leuphana University of Lueneburg Working Paper Series in Economics. 63,1-21. (Son Erişim Tarihi: 16.08.2021). [https://www.leuphana.de/fileadmin/user\\_upload/Forschungseinrichtungen/ifvwl/WorkingPapers/lue/pdf/wp\\_63\\_Upload.pdf](https://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/ifvwl/WorkingPapers/lue/pdf/wp_63_Upload.pdf)
- Liacos, L. (1980). Livestock Grazing in Mediterranean Forests. *Symposium on conservation and restructuring of forest cover*. October 6-11, Palermo, Italy.
- Lloret, F., Piñol, J. & Castellnou, M. (2009). *The Physical Geography of the Mediterranean Basin*. Oxford University Press.
- Loepfe, L., Martinez-Vilalta, J., Oliveres, J., Piñol, J. & Lloret, F. (2010). Feedbacks between fuel reduction

- and landscape homogenisation determine fire regimes in three Mediterranean areas. *Forest Ecology and Management*, 259,2366-2374. doi:10.1016/j.foreco.2010.03.009.
- McCaw, W., L. (2013). Managing forest fuels using prescribed fire – A perspective from southern Australia. *Forest Ecology and Management*, 294, 217–224. doi:10.1016/j.foreco.2012.09.012.
- MEA, (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press.
- Mol, T. and Kucukosmanoglu, A. (1982). Forest fires in Turkey. In Proc. XI. World Forestry Congress, October 13–22, Antalya, Turkey, 214-222.
- Mol., T., Bilgili, E. and Küçükosmanoğlu, A. (1997). Forest fires in global environment and changing attitudes toward fire. Proceedings of the XI. World Forestry Congress, 13-22 Ekim, Turkey, 214-222.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., Barbati, A., Corona, P., Vaz, P., Xanthopoulos, G., Mouillot, F. & Bilgili, E. (2011) Landscape–wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. *Journal of Environmental Management*, 92,2389–2402. doi:10.1016/j.jenvman.2011.06.028.
- Navarro, L., M. and Pereira, H., M. (2012). Rewilding abandoned landscapes in Europe. *Ecosystems*. 15,900–912. doi:10.1007/s10021-012-9558-7.
- OGM, (2013). 2013 yılı Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Toplantısı. 1 Kasım 2013, Ankara.
- Ortaş, İ., (2010). Orman Yangınları ve Keçilerin Önemi Online. <http://www.ciftlikdergisi.com.tr/keci-zararli-mi-2/>. (Son erişim tarihi: 15.03.2020)
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistik Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler), Kaan Kitabevi, 2. Cilt (2. Baskı), 502s, Eskişehir.
- Özdamar, K. (2013a). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi Cilt 1. Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Özdamar, K. (2013b). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi Cilt 2. Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Özmiş, M. (2016). *Burdur Yöresi Erozyon Kontrolü Hizmetlerinin Değerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Pak, M. ve Türker, M., F. (2004). Orman kaynağından rekreasyonel amaçlı yararlanmanın ekonomik değerinin koşullu değerlendirme yöntemi yardımıyla tahmin edilmesi (Kapıçam orman içi dinlenme yeri örneği). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*. 7,59–65.
- Papanastasis, V., P. (1985). Integrating Goats into Mediterranean Forests. IX World Forestry Congress. July 01-10, Mexico City, Mexico.
- Papanastasis, V., P. (2009). Restoration of degraded grazing lands through grazing management, can it work? *Restoration Ecology*. 17,441-445. doi:10.1111/j.1526-100X.2009.00567.x
- Peacock, C. and Sherman, D., M. (2010). Sustainable goat production. Some global perspectives. *Small Ruminant Research*. 89,78–80. doi:10.1016/J.SMALLRUMRES.2009.12.029.
- Pehlivanoğlu, N, (2010) *Bartın Irmağında Su Kalitesinin İyileştirilmesinin Ekonomik Değerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye.
- Piñol, J., Terradas, J. and Lloret, F. (1998). Climate warming, wildfire hazard and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic Change*, 38,345–357. doi: 10.1023/A:1005316632105.
- Portney, P., R. (1994). The contingent valuation debate: why economists should care, *Journal of Economic Perspectives*. 8,3–17. doi: 10.1257/jep.8.4.3
- Price, O., F., Bradstock, R., A., Keeley, J., E. and Syphard, A., D. (2012a). The impact of antecedent fire area on burned area in southern California coastal ecosystems. *Journal of Environmental Management*. 113,301–307. doi:10.1016/j.jenvman.2012.08.042
- Price, O., F., Russell-Smith, J., and Watt, F. (2012b) The influence of prescribed fire on the extent of unplanned fire in savanna landscapes of western Arnhem Land, Australia. *International Journal of Wildland Fire*. 21,297–302. doi:10.1071/WF10079
- Reinhardt, E., D., Keane, R., E., Calkin, D., E. & Cohen, J., D. (2008). Objectives and considerations for wildland fuel treatment in forested ecosystems of the interior western United States. *Forest Ecology and Management*, 256,1997–2006. doi:10.1016/J.FORECO.2008.09.016
- Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera, M.R., Romero, R., González, M.P., and Villarino, J.J., (2005). Silvopastoral systems as a forest fire prevention technique. In: Mosquera-Losada, M.R., Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J. (Eds.), *Silvopastoralism and Sustainable Land Management. CAB International Congress*, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp. 380–387.
- Rosa Garcia, R., Celaya, R., García, U., and Osoro, K., (2012). Goat Grazing, Its Interactions with other

- Herbivores and Biodiversityconservation Issues, *Small Ruminant Research*, 107-2012:49– 64.
- Ruiz-Mirazo, J., Robles, A., B., and Gonzalez-Rebollar, J., L., (2011). Two-year evaluation of fuelbreaks grazed by livestock in the wildfire prevention program in Andalusia (Spain). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141,13–22. doi:10.1016/J.AGEE.2011.02.002
- Sağlam, B. (2002). Meteorolojik faktörlere bağlı yanıcı madde nem içerikleri ve maki tipi yanıcı maddelerde yangın davranışı, (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Sevimsoy, M., and Güneş, O., 1987. Studies on the determination of the nutrimental measures of the dried oak leaves and grazes produced from the degraded coppice forests in the Eastern Region of Turkey by single econometric equation, Forestry Research Institute Publication, No: 183, Ankara, Turkey, pp. 24.
- Sommer, A., and Sohngen, B., 2006. *Pricing The Environment: An Introduction*. The Ohio State University Extension, 6pp, Erişim Tarihi: 14.01.2016, <http://ohioline.osu.edu/ae-fact/pdf/0009.pdf>.
- Stellmes, M., Röder, A., Udelhoven, T., and Hill, J. (2013). Mapping syndromes of land change in Spain with remote sensing time series, demographic and climatic data. *Land Use Policy*, 30,685–702. doi:10.1016/j.landusepol.2012.05.007.
- Stephens, S., L., James, D., Boerner, J., Fettig, J., Fontaine, B., Hartsough, R., Kennedy, L., and Schwilk, W., (2012). The effects of forest fuel reduction treatments in the United States. *BioScience*, 62,549–560, doi.org/10.1525/bio.2012.62.6.6
- Tolunay, A., Adıyaman, E., Akyol, A., İnce, D., Türkoğlu, T., and Ayhan, V., (2014). An investigation on forage yield capacity of Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.) and grazing planning of Mediterranean maquis scrublands for traditional goat farming. *The Scientific World Journal*, 2014,1-9.
- TÜİK, (2021). TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veri Tabanı Türkiye 2021 Yılı Nüfusu. Erişim Tarihi: 09.03.2022.
- URL1, (2022). Türkiye orman yangınlarıyla mücadele için ne kadar harcama yapıyor? Website: <https://tr.euronews.com/2022/08/22/turkiye-orman-yanginlariyla-mucadele-icin-ne-kadar-harcama-yapiyor#:~:text=OGM%20b%C3%BCnyesinde%20Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1yla%20M%C3%BCcadele,419%20milyon%20liraya%20kadar%20%C3%A7%C4%B1kt%C4%B1>. Access Date: 02.09.2022.
- URL2, (2022). Isparta Burdur Mekânsal Turizm Strateji Planı Website: <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/isparta-burdur-mekansal-turizm-strateji-plani-2021-2023.pdf> Access Date: 02.09.2022
- Varela, E., Górriz-Mifsud , E., Ruiz-Mirazo, J., and López-i-Gelats, F., (2018). Payment for Targeted Grazing: Integrating Local Shepherds into Wildfire Prevention, *Forests*, 2018, 9, 464; doi:10.3390/f9080464, Erişim Tarihi: 13.01.2019, [www.mdpi.com/journal/forests](http://www.mdpi.com/journal/forests).
- Williams, J., K. (2013). Exploring the onset of high-impact mega-fires through a forest land management prism. *Forest Ecology and Management*, 294,4–10. doi:10.1016/j.foreco.2012.06.030
- Xanthopoulos, G., (2007). Forest fire policy scenarios as a key element affecting the occurrence and characteristics of fire disasters, *In Proceedings of the 4th International Wildland Fire Conference*, 14-17 May, Sevilla, Spain, 11ss.
- Yacob, M.R., Radam, A., (2009). A Contingent Valuation Study of Marine Parks Ecotourism: The Case of Pulau Payar and Pulau Redang in Malaysia. *Journal of Sustainable Development*, Vol.2, No.2, pp.95–105, Erişim Tarihi: 13.01.2021, <http://ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/3012/2781>
- Zenginobuz, Ü., Kumbaroğlu, G., Özkaynak, B., ve Karalı, N., (2008). *Türkiye’de Karbondioksit Emisyonunun Azaltılmasına Yönelik Hanehalkı Ödeme İstekliliğinin Belirlenmesi*. 53s, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu, SOBAG–105K234, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

## Betulaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Karşılaştırılmalı Sürgün Anatomisi

Esra PULAT<sup>1,\*</sup>, Barbaros YAMAN<sup>2</sup>

<sup>1,\*2</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 26.11.2021

Kabul: 15.09.2022

Yayın: 15.12.2022

### Araştırma Makalesi



**Öz** – *Carpinus* (Gürgen) ve *Ostrya* (Kayacık) Betulaceae familyasına bağlı iki cinstir. Bu araştırmada, Türkiye’de doğal yayılış gösteren *Carpinus orientalis* Mill. (Doğu gürgeni), *Carpinus betulus* L. (Adi gürgen) ve *Ostrya carpinifolia* Scop. (Gürgen yapraklı kayacık) türlerinde sürgünlerin anatomik özellikleri (trahelerin radyal ve teğetsel çapları, 1 mm<sup>2</sup>’de trahe sayısı, 1 mm’de özışını sayısı, özışını yüksekliği ve özışını genişliği) karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. *C. orientalis* ve *C. betulus* ikinci yıl sürgününe ait trahelerin radyal ve teğetsel çapları, 1 mm<sup>2</sup>’de trahe sayısı, özışını yüksekliği ve genişliği arasında anlamlı bir fark yoktur. Ancak *C. orientalis*’in 1 mm’deki özışını sayısı *C. betulus*’a kıyasla %18 daha fazladır. *O. carpinifolia*’nın trahe teğet çapı, *C. orientalis* ve *C. betulus*’a kıyasla, sırasıyla %37,3 ve %43,5 daha geniştir. Benzer şekilde, *O. carpinifolia*’nın trahe radyal çapı da diğer iki türe göre sırasıyla %45,1 ve %56,8 daha geniştir. *O. carpinifolia*’nın 1 mm<sup>2</sup> deki trahe sayısı *C. orientalis* ve *C. betulus*’a kıyasla sırasıyla %27,6 ve %16,9 daha azdır. *O. carpinifolia*’nın  $\mu\text{m}$  olarak özışını yüksekliği *C. orientalis* ve *C. betulus*’a kıyasla sırasıyla %71,5 ve %69 daha düşüktür. İncelenen üç türün özışını genişlikleri ( $\mu\text{m}$  ve hücre sayısı olarak) ve özışını yüksekliklerinde (hücre sayısı olarak) anlamlı fark bulunmamıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Odun anatomisi, dal odunu, Betulaceae, gürgen, gürgen yapraklı kayacık

## Comparative Twig Anatomy of Some Woody Species Belonging to Betulaceae Family

<sup>1,\*2</sup> Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

### Article History

Received: 26.11.2021


Accepted: 15.09.2022


Published: 15.12.2022

### Research Article

**Abstract** – *Carpinus* (Hornbeam) and *Ostrya* (Hop-hornbeam) are two genera belonging to the Betulaceae family. In this study, the anatomical features in the twig wood of *Carpinus orientalis* Mill., *Carpinus betulus* L. and *Ostrya carpinifolia* Scop., native to Turkey, were comparatively examined. The anatomical features studied are as follows: tangential and radial vessel diameters, vessel frequencies, ray frequencies, ray heights and ray widths. No statistically significant differences were found for radial and tangential vessel diameters, vessel frequencies, ray heights and ray widths between *C. orientalis* and *C. betulus* twig woods. However, in the twig wood, ray frequency of *C. orientalis* is 18% higher than that of *C. betulus*. In the twig wood, the tangential vessel diameter of *O. carpinifolia* is 37.3% and 43.5% wider respectively compared to *C. orientalis* and *C. betulus*. Similarly, the radial vessel diameter of *O. carpinifolia* is 45.1% and 56.8% wider respectively compared to *C. orientalis* and *C. betulus*. The vessel frequency of *O. carpinifolia* is 27.6% and 16.9% less than that of *C. orientalis* and *C. betulus*, respectively. The ray height ( $\mu\text{m}$ ) of *O. carpinifolia* is 71.5% and 69% less compared to *C. orientalis* and *C. betulus*, respectively. Among the three species, there is no statistically significant difference in terms of the ray width (as  $\mu\text{m}$  and the number of cell) and the ray height (as the number of cells) in the twig wood.

**Keywords** – Woody anatomy, twig wood, Betulaceae, hornbeam, hop-hornbeam

<sup>1</sup>  esraozkanpulat@gmail.com

<sup>2</sup>  yamanbar@gmail.com

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Esra PULAT

## 1. Giriş

*Carpinus* L. (Gürgen) ve *Ostrya* Scop. (Kayacık) *Betulaceae* familyasına bağlı iki cinstir. Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika'da doğal olarak yetişen *Carpinus* cinsinin 42 türünden ikisine ülkemizin değişik bölgelerinde rastlanmaktadır (Yaltrık, 1993; URL-1). Ülkemizde *Carpinus* cinsinin iki doğal türünden biri olan Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller) doğal yayılışını özellikle sahil kesimlerinde Trakya, Ege, Marmara, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde yapar. Türkiye için diğer doğal tür olan Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) ise doğal yayılışını Batı, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nin tamamında ve yerel olarak Amanos Dağları'nda gösterir (Eminağaoğlu ve ark., 2020). *Ostrya* cinsinin kuzey ve orta Amerika ile Avrupa ve Asya'da yayılmış 9 türünden yalnız biri ülkemizde doğal olarak yetişmektedir (Yaltrık, 1993; URL-1). Ülkemizde doğal olarak yetişen *Ostrya carpinifolia* Scop. (Gürgen yapraklı kayacık) Kuzey Anadolu'da diğer yapraklı türler içinde yaygın olduğu gibi Güney Anadolu'da da (Toroslar, Amanoslar) Doğu Gürgeni, diğer yapraklılar, Sedir ve Karaçamla beraber bulunur (Saatçioğlu, 1969).

Odun Anatomisi bilimi ahşabın kalitesini ve kullanım alanlarını etkileyen bir faktör olan odun anatomisi özelliklerini inceler ve odun hammaddesinin doğru alanda kullanılmasına da yardımcı olur (Bozkurt ve Erdin, 1989). Bazı kullanım yerlerinde malzemenin hücre tipleri önemlidir. Örneğin yapraklı ağaçlardan kağıt yapımı sırasında traheler, lifler ve özışınlarının boyutlarının kağıt kalitesini etkilediği bilinmektedir. Kağıt üretimi sırasında özışınları ve geniş çaplı traheler kaybolur ama bazen kalan traheler kağıdın yüzey kalitesinde güçlük yaratırlar (Bozkurt ve Erdin, 1989). Ayrıca yıllık halkayı oluşturan elemanların boyutları odun kalitesini belirlemede önemlidir. Trahe teğet çapı ve özışını genişliği küçüldükçe odun ince strüktürlü olur. Değerli odunlar genellikle ince strüktürlü odunlardır (Merev, 2003).

Mekanik destek, su iletimi ve metabolitlerin depolanması gibi önemli görevleri yerine getiren odunsu gövdeler başlıca bitki organlarından birisidir. Bitkilerin bu işlevleri yerine getirmesinin çeşitli yolları vardır ve bunlar odunun anatomik yapısı tarafından belirlenir. Anatominin bu temel rolünü bilerek gövde anatomisi üzerine birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, sürgün ve dal odun anatomisi üzerine az sayıda araştırma bulunmaktadır (Yaman, 2014; Zieminska, 2014; Pulat ve Yaman, 2017). Odun anatomisi açısından sürgün ve dal odunu, özellikle ana gövdeler lehine göz ardı edilmiştir (Zieminska, 2014).

Odun anatomisi türlerin teşhisine olanak verir. Türleri teşhis ve tanımında kullanılan tanı anahtarları genellikle gövde anatomisindeki farklılıklara dayanır (Benkova ve Schweingruber, 2004; Akkemik ve Yaman, 2012). Arkeolojik kazılar gibi değişik alanlardan gelen cins ve türü bilinmeyen ahşap veya karbonize odun örneklerinin teşhisinde genellikle bu anahtarlar kullanılmaktadır. Ancak, arkeolojik kazılarda ele geçen veya teşhis için ksiloloji laboratuvarlarına gönderilen odun materyalleri arasında gövde odunu yanı sıra dal veya sürgün odunları da bulunabilmektedir (Yaman, 2011; Yaman ve Hüryılmaz, 2014). Gövde odunu özelliklerine dayalı tanı anahtarları kullanılarak yapılan teşhislerde, dal ve gövde odunlarında nitel ve / veya nicel özelliklerdeki farklılıklar nedeniyle, zaman zaman bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Bu nedenle odun anatomisi disiplininde türlerin gövde odunları yanı sıra dal ve sürgün odunu anatomik özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Üzerinde vejetatif veya generatif organları (ya da her ikisini birden) taşıyan sürgünler, oluşturacakları dal veya gövdenin gençlik safhası olarak tanımlanmaktadır. Birçok ormancılık çalışmasında üzerinde çalışılan ağaç ve çalıkların kış durumları ile tanınması gerekir (Yaltrık, 1984; Yaltrık, 1988). Türkiye ormanlarında doğal yayılış yapan *Betulaceae* familyasına mensup bazı türlerin sürgün anatomileri üzerine yapılan bu çalışma bazı anatomik verilerle kış durumu teşhislerine de yardımcı olabilecektir. Dolayısıyla bu çalışmada *Betulaceae* familyasından Türkiye'de doğal yayılış gösteren *Carpinus orientalis* (Doğu gürgeni), *Carpinus betulus* (Adi gürgen) ve *Ostrya carpinifolia* (Gürgen yapraklı kayacık) türlerinde sürgünlerin anatomik özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Trahelerin radyal ve teğet çapları, 1 mm<sup>2</sup>'de trahe sayısı, 1 mm'de özışını sayısı, özışını yüksekliği ve genişliği gibi nicel özelliklere ilişkin veriler elde edilerek sürgün odunlarında türler arası anatomik farklılıklar ortaya konulmuş, böylece sürgün anatomisi temelinde taksonomik farklılıkların ortaya konulması, ekolojik odun anatomisi, arkeobotanik ve antrakolojik araştırmalara katkı yapılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

İncelenen türlerin her birisi için üç adet olmak üzere, toplam dokuz adet örnek ağaç seçilmiştir. Odun materyalleri, örnek ağaçların ulaşılabilir yükseklikteki 2-12 yaşındaki dallarından alınmıştır. Dallardan örnek materyal alınırken uzun saplı dal makası kullanılmıştır. Her bir odun materyali numaralandırılarak mevkii ile ilgili koordinat bilgileri, dal çapı ve dal yaşı gibi bilgiler kaydedilmiştir. Odun materyallerinin temin edildiği örnek ağaçlara ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Odun materyalinin alındığı örnek ağaçlara ait bilgiler

Örnek No	Tür Adı	Dal Çapı (cm)	Dal Yaşı	Mevkii	Koordinat
1	<i>Carpinus orientalis</i>	0,8	8	Ağdacı, Bartın	41° 36' 08.00''K 32° 21' 14.70''D
2	<i>Carpinus orientalis</i>	0,8	8	Ağdacı, Bartın	41° 36' 08.00''K 32° 21' 14.70''D
3	<i>Carpinus orientalis</i>	0,8	8	Ağdacı, Bartın	41° 36' 08.00''K 32° 21' 14.70''D
4	<i>Carpinus betulus</i>	0,8	12	Ağdacı, Bartın	41° 36' 11.29''K 32° 21' 06.68''D
5	<i>Carpinus betulus</i>	0,8	12	Ağdacı, Bartın	41° 36' 11.29''K 32° 21' 06.68''D
6	<i>Carpinus betulus</i>	0,8	12	Ağdacı, Bartın	41° 36' 11.29''K 32° 21' 06.68''D
7	<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,5	2	Ulukaya, Bartın	41° 40' 17.47''K 32° 45' 47.86''D
8	<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,5	2	Ulukaya, Bartın	41° 40' 17.37''K 32° 45' 47.89''D
9	<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,8	3	Ulukaya, Bartın	41° 40' 17.39''K 32° 45' 47.96''D

### 2.2. Metod

Örnek ağaçlardan alınan dal odunu materyalleri, mikrotomla kesit alabilmek amacıyla, enine ve teğet yüzeyler oluşacak şekilde 0,5x0,5x0,5 cm’lik küpler haline getirilmiştir. Özden itibaren sürgün özelliği gösteren 2. yıla ait yıllık halkalar çalışılmıştır. Elde edilen odun küpleri öncelikle suda kaynatılarak yumuşatılmış, ardından küplerin enine ve teğet yüzeylerinden mikrotomla 15-20 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Safranin ile boyanan kesitler, alkol ile yıkanıp hava kurusu hale getirildikten sonra, ksilende bekletilip lam üzerine alınmış ve 3-5 damla entellan damlatılarak 45 derecelik açıyla lamel ile kapatılmıştır (Gartner ve Schweingruber, 2013). Traheid, trahe ve özışınları ile ilgili ölçümler Olympus CX-21 model ışık mikroskopunda, amaca göre seçilen farklı objektifler (x4, x10, x40) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Odun elemanlarının ölçüm ve sayım işlemleri okülere takılan mikrometre ve mikrokarela ile doğrudan lam-lamel arasındaki kesitler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Yaman, 2002). Her bir özellik için, rastgele seçilmiş 30 ölçümün ortalama, standart sapma ve değer aralığı hesaplanmıştır (Carlquist, 2001; IAWA Committee, 1989 ve 2004). Sayısal verilerin işlenmesi ve istatistiksel olarak değerlendirilmesinde (aritmetik ortalama, standart sapma, t-testi) Microsoft Excel 2017 ve SPSS-22 paket programlarından yararlanılmıştır. İncelenen anatomik özellikler açısından dal odunlarının 2.yıllık halkaları arasında istatistiksel bir fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD Testi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyinin belirlenmesinde  $p \leq 0,05$  güven düzeyi esas alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

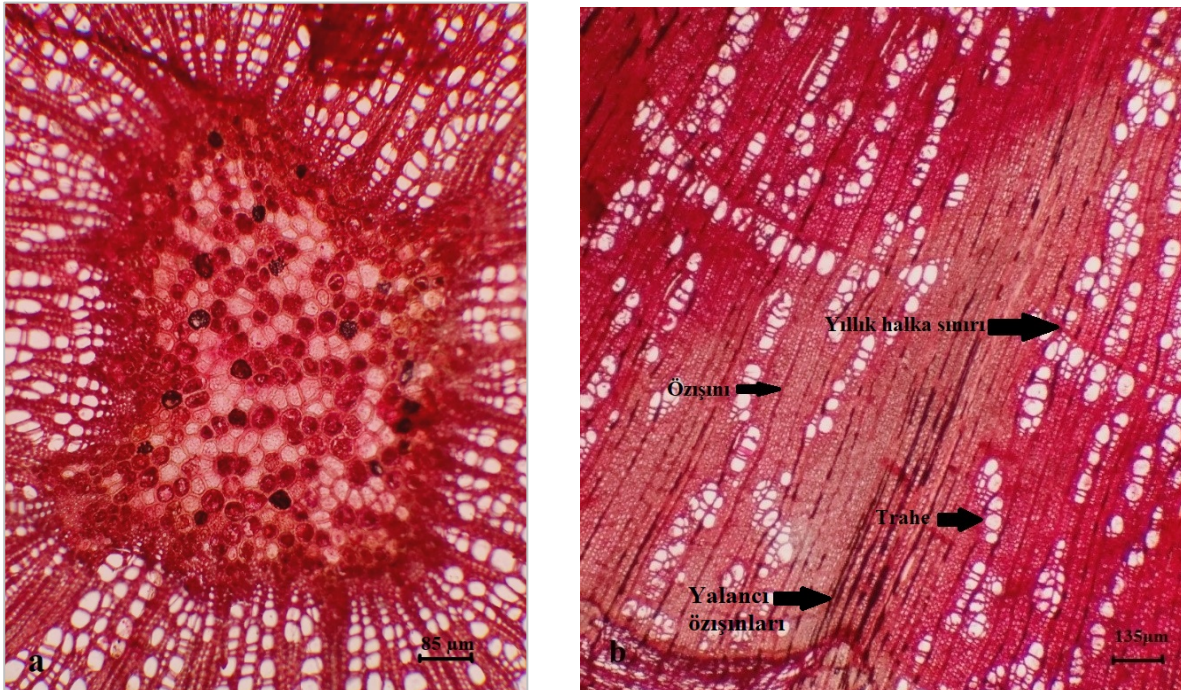
Araştırmada *Carpinus orientalis*, *Carpinus betulus*, ve *Ostrya carpinifolia*'dan oluşan 3 türün sürgün odununa bazı anatomik özellikler karşılaştırılmıştır. İncelenen anatomik özellikler, trahe teğet ve radyal çapları, 1 mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı, 1 mm'den geçen özışını sayısı, özışının hücre ve mikrometre olarak yüksekliği, özışının hücre ve mikrometre olarak genişliğidir. Her bir örnek ağaca ait bulgular Tablo 2, 3 ve 4' te, türlerin incelenen anatomik özellikler açısından karşılaştırma sonuçları da Tablo 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Tablo 2

*Carpinus orientalis* sürgün odununa ait özelliklerin sayısal verileri

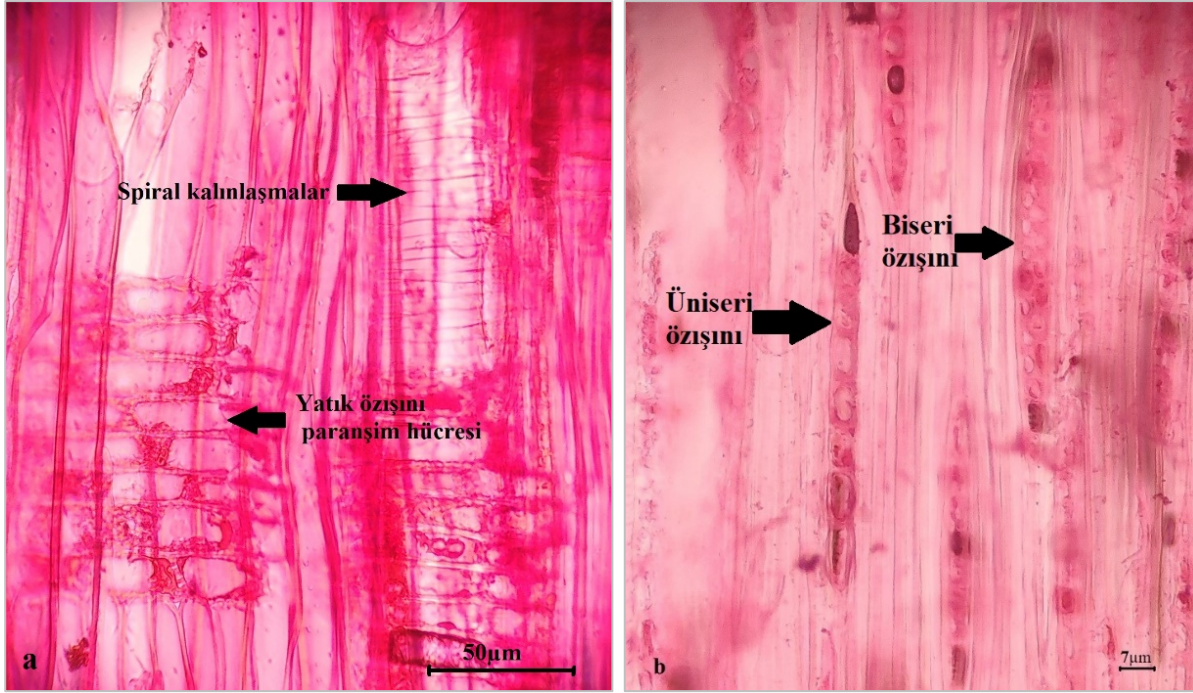
<i>Carpinus orientalis</i>	Örnek1				Örnek2				Örnek3			
Özellikler	Sürgün Odunu				Sürgün Odunu				Sürgün Odunu			
	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.
TTÇ	15	50	33,8	10,1	22,5	47,5	32,4	7,2	10	55	31,5	10,7
TRÇ	18,8	62,5	40,9	13,8	22,5	55	39,2	9,2	15	50	34	10,5
TS	102	330	179,8	40,7	124	325	222,5	51,1	86	225	165	37,3
OIG $\mu$ m	5	23,8	10,3	4,4	5	25	11,7	5,2	5	17,5	11,2	3,4
OIGH	1	3	1,5	0,7	1	3	1,4	0,7	1	3	1,3	0,6
OIY $\mu$ m	90	750	324,3	169,6	100	1300	368,3	303,1	52	625	261,8	150
OIYh	5	45	19,2	10,5	5	66	20,6	16,9	4	43	16,2	10
OIS	11	21	14,3	2,13	10	19	15,3	2,7	7	23	14,4	3

TTÇ: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIG $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIY $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışını Sayısı.



Şekil 1. *Carpinus orientalis* sürgün odunu enine kesitinde öz bölgesi (a) ve dağınık traheli yıllık halka (b)





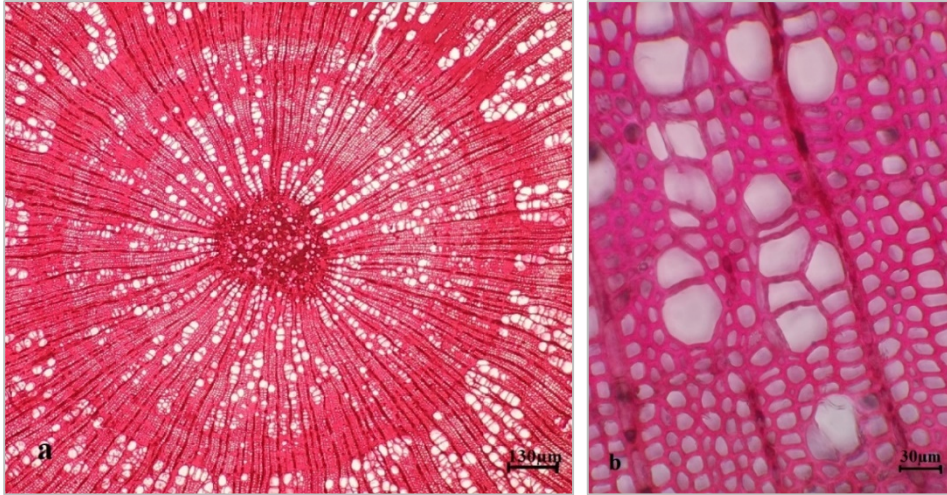
Şekil 2. *Carpinus orientalis* sürgün odunu radyal kesiti (a) ve teğet kesiti (b)

Tablo 3

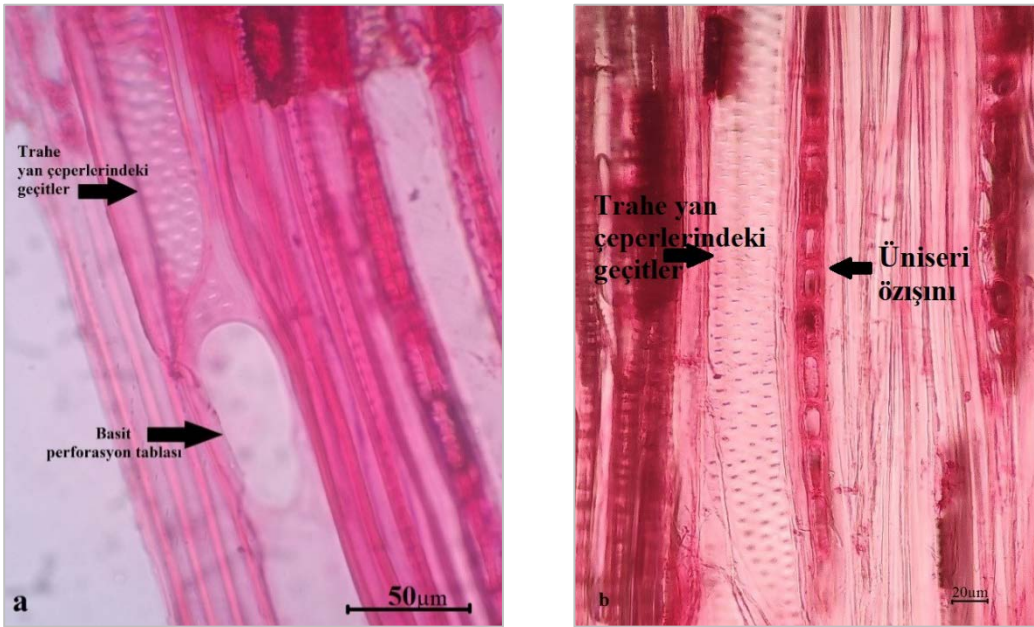
*Carpinus betulus* sürgün odununa ait özelliklerin sayısal verileri özelliklerin sayısal verileri

<i>Carpinus betulus</i> Özellikler	Örnek4				Örnek5				Örnek6			
	Sürgün Odunu				Sürgün Odunu				Sürgün Odunu			
	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.	Min.	Mak.	Ort.	Std.S.	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.
<b>TTÇ</b>	20	50	32,8	10,1	17,5	42,5	28,8	7	15	35	26,6	4,9
<b>TRÇ</b>	18,8	47,5	32	13,8	12,5	45	28,7	9,3	10	40	29,2	6,9
<b>TS</b>	130	275	190,1	40,7	70	250	144,2	40,9	105	226	185,4	30,8
<b>OIGµm</b>	10	40	19,1	4,4	7,5	25	15	4,2	5	22,5	11,5	3,4
<b>OIGH</b>	1	3	1,4	0,7	1	2	1,4	0,5	1	2	1,1	0,3
<b>OIYµm</b>	75	395	217,6	169,6	125	900	406,1	213,4	105	900	317,2	197,4
<b>OIYh</b>	4	20	9,8	10,5	3	35	15,6	9,3	4	34	13,1	7,2
<b>OIS</b>	8	16	12,5	2,13	8	16	12,3	2,3	7	14	11,4	2

TTÇ: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIGµm: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIYµm: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışını Sayısı.



Şekil 3. *Carpinus betulus* sürgün odunu enine kesitinde öz bölgesi (a) ve dağınık traheli yıllık halka (b)



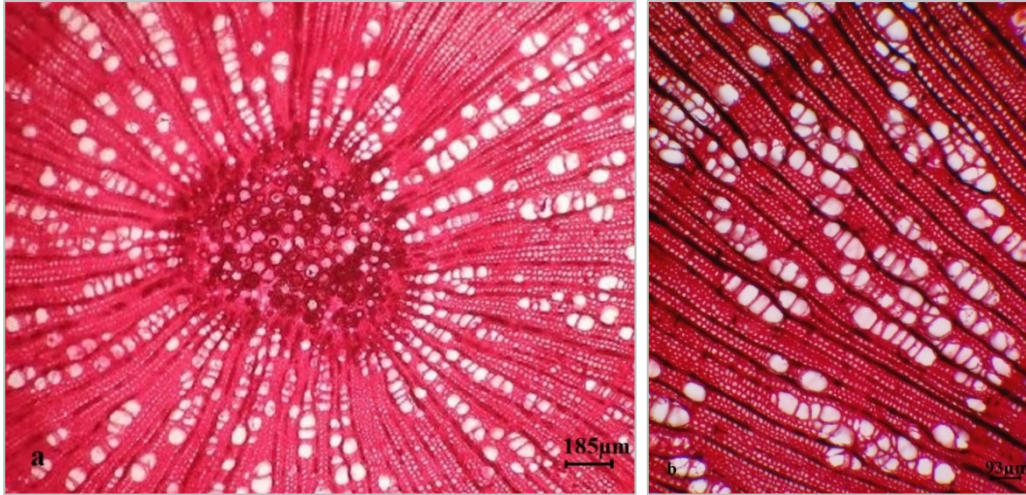
Şekil 4. *Carpinus betulus* sürgün odunu radyal kesiti (a) ve teğet kesiti

Tablo 4

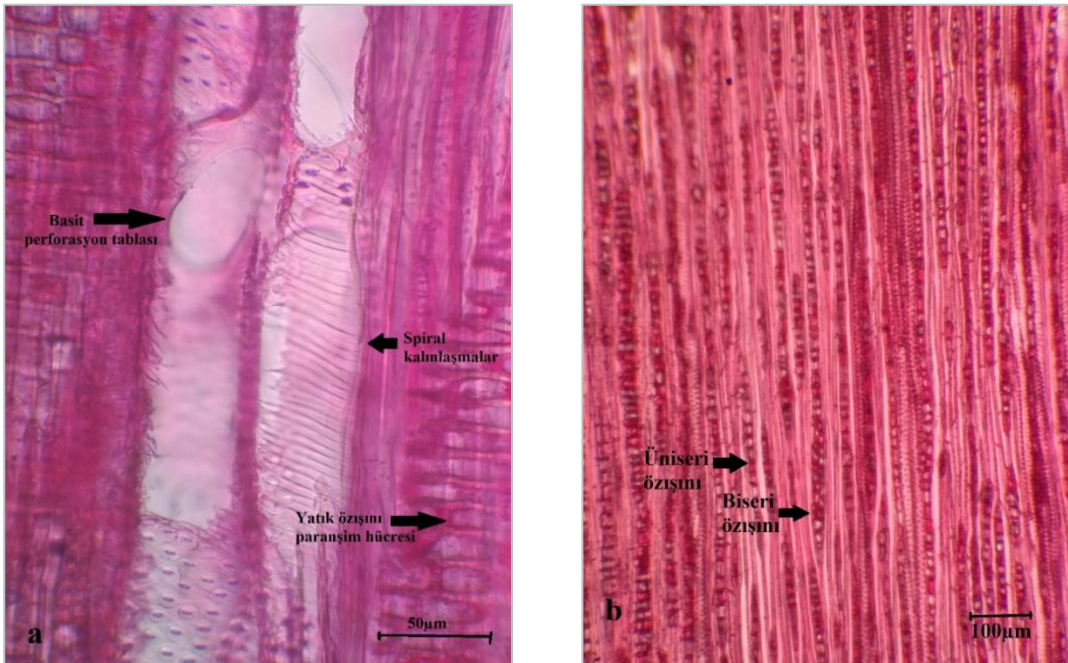
*Ostrya carpinifolia* sürgün odununa ait özelliklerin sayısal verileri

<i>Ostrya carpinifolia</i> Özellikler	Örnek7				Örnek8				Örnek9			
	Sürgün Odunu				Sürgün Odunu				Sürgün Odunu			
	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.	Min.	Mak.	Ort.	Std. S.
TTÇ	30	50	38,6	7,7	15	40	28,3	6,3	22,5	45	31	6,5
TRÇ	30	65	49	9,5	32	70	44,8	8,8	22,5	57,5	40,6	8
TS	75	162,5	122,5	23,8	70	165	105	25,2	130	535	265,7	94,7
OIGµm	5	17,5	12,6	2,6	5	12,5	9,7	2,7	6,3	30	14,8	6,3
OIGH	1	2	1,5	0,5	1	2	1,3	0,4	1	3	1,8	0,9
OIYµm	80	510	221,7	94,4	80	600	246	117,9	25	260	88,8	55
OIYh	4	34	13	6,7	4	36	14,1	7	6	68	24	15,6
OIS	10	20	15,7	2,5	10	22	16,9	2,9	9	20	13,6	3

TTÇ: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIGµm: Özışımın Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışımın Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIYµm: Özışımın Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışımın Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışım Sayısı.



Şekil 5: *Ostrya carpinifolia* dal odunu enine kesitinde öz bölgesi (a) ve dağınık traheli yıllık halka (b)



Şekil 6: *Ostrya carpinifolia* dal odunu radyal kesiti (a) ve (b) teğet kesiti

Tablo 5

*Carpinus orientalis* – *Carpinus betulus* sürgün odunu arasındaki nicel farklılıklar

Türler Özellikler	<i>Carpinus orientalis</i> Sürgün Odunu		<i>Carpinus betulus</i> Sürgün Odunu		Ortalamalar Arasındaki Farkın Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama	Std. S.	Ortalama	Std. S.	
TTÇ	32,6	9,4	29,4	6,9	ns
TRÇ	38	11,6	29,9	8,1	ns
TS	189,1	49,5	173,2	43,7	ns
OIGµm	11	4,4	15,2	6,6	ns
OIGH	1,4	0,7	1,3	0,5	ns
OIYµm	318,2	220,4	313,6	188,3	ns
OIYh	18,6	12,8	12,9	7,4	*
OIS	14,7	2,6	12,1	2,0	*

TTÇ: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIGµm: Özışımın Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışımın Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIYµm: Özışımın Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışımın Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışım Sayısı.

\* : p ≤ 0,05 (istatistiksel olarak anlamlı), ns: p ≥ 0,05 (istatistiksel olarak anlamsız)

Tablo 6

*Carpinus orientalis* – *Ostrya carpinifolia* sürgün odunu arasındaki nicel farklılıklar

Türler Özellikler	<i>Carpinus orientalis</i>		<i>Ostrya carpinifolia</i>		Ortalamalar Arasındaki Farkın Anlamlılık Düzeyi
	Sürgün Odunu		Sürgün Odunu		
	Ortalama	Std. S.	Ortalama	Std. S.	
TTC	32,6	9,4	52,0	34,1	*
TRÇ	38,0	11,6	69,3	40,8	*
TS	189,1	49,5	148,2	101,9	*
OIG $\mu$ m	11,0	4,4	12,2	4,8	ns
OIGH	1,4	0,7	1,5	0,7	ns
OIY $\mu$ m	318,2	220,4	185,5	115,1	*
OIYh	18,6	12,8	17,0	11,6	ns
OIS	14,7	2,6	15,4	3,1	ns

TTC: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIG $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIY $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışını Sayısı.

\* : p  $\leq$  0,05 (istatistiksel olarak anlamlı), ns: p  $\geq$  0,05 (istatistiksel olarak anlamsız)

Tablo 7

*Carpinus betulus* – *Ostrya carpinifolia* sürgün odunu arasındaki nicel farklılıklar

Türler Özellikler	<i>Carpinus betulus</i>		<i>Ostrya carpinifolia</i>		Ortalamalar Arasındaki Far- kın Anlamlılık Düzeyi
	Sürgün Odunu		Sürgün Odunu		
	Ortalama	Std. S.	Ortalama	Std. S.	
TTC	29,4	6,9	52,0	34,1	*
TRÇ	29,9	8,1	69,3	40,8	*
TS	173,2	43,7	148,2	101,9	*
OIG $\mu$ m	15,2	6,6	12,2	4,8	ns
OIGH	1,3	0,5	1,5	0,7	ns
OIY $\mu$ m	313,6	188,3	185,5	115,1	*
OIYh	12,9	7,4	17,0	11,6	*
OIS	12,1	2	15,4	3,1	*

TTC: Trahe Teğet Çapı, TRÇ: Trahe Radyal Çapı, TS: 1 mm<sup>2</sup>'deki Trahe Sayısı, OIG $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Genişliği, OIGH: Özışının Hücre Sayısı Olarak Genişliği, OIY $\mu$ m: Özışının Mikrometre Olarak Yüksekliği, OIYh: Özışının Hücre Sayısı Olarak Yüksekliği, OIS: 1mm'den Geçen Özışını Sayısı.

\* : p  $\leq$  0,05 (istatistiksel olarak anlamlı), ns: p  $\geq$  0,05 (istatistiksel olarak anlamsız).

Sürgünlere ait ortalama trahe teğet çapı *C. orientalis*' de 32,6  $\mu$ m, *C. betulus*' da 29,4  $\mu$ m ve *O. carpinifolia*' da 52  $\mu$ m' dir. *C. orientalis* ve *C. betulus*' un trahe teğet çapları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak *O. carpinifolia*' nın trahe teğet çapı *C. orientalis* ve *C. betulus*' a kıyasla sırasıyla %37,3 ve %43,5 daha geniştir. Trahe radyal çapı *Carpinus orientalis*' de 38,0  $\mu$ m, *Carpinus betulus*' da 29,9  $\mu$ m ve *Ostrya carpinifolia*' da 69,3  $\mu$ m' dir. *C. orientalis* ve *C. betulus*' un trahe radyal çapları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak *O. carpinifolia*' nın trahe radyal çapı *C. orientalis* ve *C. betulus*' a kıyasla sırasıyla %45,1 ve %56,8 daha geniştir. 1 mm<sup>2</sup>'deki ortalama trahe sayısı *C. orientalis*' de 189,1 adet, *C. betulus*' da 173,2 adet, *O. carpinifolia*' da 148,2 adettir. *C. orientalis* ve *C. betulus* arasında 1 mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı bakımından anlamlı fark yoktur. Ancak 1 mm<sup>2</sup>deki trahe sayısı *O. carpinifolia*' da *C. orientalis* ve *C. betulus*' a kıyasla sırasıyla %27,6 ve %16,9 daha azdır.

Sürgünlere ait ortalama özışını genişliği *C. orientalis*' de 11,0  $\mu$ m, *C. betulus*' da 15,2  $\mu$ m, *O. carpinifolia*' da 12,2  $\mu$ m' dir. *C. orientalis*, *C. betulus* ve *O. carpinifolia*' nın sürgünlerine ait özışını genişlikleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Hücre sayısı olarak ortalama özışını genişliği *C. orientalis*' de 1,4 adet, *C. betulus*' da 1,3 adet ve *O. carpinifolia*' da 1,5 adettir. Her üç türün sürgünlerinde hücre sayısı olarak da özışını genişliği bakımından anlamlı fark bulunmamaktadır.

Sürgünlere ait ortalama özışını yüksekliği *C. orientalis*' de 318,2  $\mu$ m, *C. betulus*' da 313,6  $\mu$ m ve *O. carpinifolia*' da 185,5  $\mu$ m' dir. *C. orientalis* ve *C. betulus*' un özışını yüksekliği arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. *O. carpinifolia*' nın  $\mu$ m olarak özışını yüksekliği *C. orientalis* ve *C. betulus*' a kıyasla sırasıyla %71,5 ve %69 daha düşüktür. Hücre sayısı olarak özışını yüksekliği *C. orientalis*' de 18,6, *C. betulus*' da 12,9

ve *O. carpinifolia*'da 17 adettir. *C. orientalis*'in hücre sayısı olarak özışını yüksekliği *C. betulus*'a göre %30,6 daha fazladır. *C. orientalis* ve *O. carpinifolia*'nın hücre sayısı olarak özışını yükseklikleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

Sürgünlerin 1 mm'deki özışını sayısı *C. orientalis*'de 14,7 adet, *Carpinus betulus*'da 12,1 adet ve *O. carpinifolia*'da 15,2 adettir. *O. carpinifolia* ve *C. orientalis*'in 1 mm'deki özışını sayıları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. *C. orientalis*'in 1 mm'deki özışını sayısı *C. betulus*'a kıyasla %18 daha fazladır.

#### 4. Sonuçlar

Bozkurt (1992) *C. orientalis* gövde odununda yıllık halkaların kaba dalgalı, yıllık halka sınırlarının az belirgin olduğunu ve trahe hücrelerinde til teşekkülünün olmadığını belirtmiştir. Bu türde Merev (2003) de yıllık halkaların dalgalı, yıllık halka sınırlarının girintili - çıkıntılı yapıda olduğunu belirtmiş ve yıllık halkaların düzensiz oluşunu mekanik ve teknolojik açıdan olumsuz bir özellik olarak değerlendirmiştir. Trahe düzenlenişi bakımından gövde odunu dağınık trahelidir (Bozkurt 1992, Merev 2003, Akkemik ve Yaman 2012). Bu çalışmada incelenen *C.orientalis* sürgün odununda yıllık halkalar belirgin olup, yıllık halka sınırları dalgalıdır, til teşekkülü yoktur, ilkbahar ve yaz odunu traheleri arasında çap bakımından çok fazla fark görülmez ve trahe düzenlenişi gövde odununda olduğu gibi dağınık trahelidir. Akkemik ve Yaman (2012) *C. orientalis* gövde odununda ilkbahar odunu ve yaz odunu trahe teğet çapı ortalamasının sırasıyla 43,3  $\mu\text{m}$  ve 31,2  $\mu\text{m}$  olduğunu belirtmiştir. Merev (1998) ise bu türün gövde odununda trahe teğet çapını ilkbahar odunu için 45,5  $\mu\text{m}$ , yaz odunu için 33,4  $\mu\text{m}$  olarak vermiştir. Sürgün odununda ortalama trahe teğet çapı 32,6  $\mu\text{m}$ , trahe radyal çapı ise 38  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Merev (2003) bu türün gövde odununda trahelerin yıllık halka içerisinde tek tek dağıldığını, ayrıca radyal gruplaşmanın (2-6) daha fazla görülmekle beraber, teğet (2-4) ve küme (3-12) şeklinde gruplara da rastlandığını belirtmiştir. Akkemik ve Yaman (2012) ise trahelerin yıllık halka içerisinde genellikle radyal gruplar halinde (4 veya daha çok (<10) sayıda trahe) görüldüğünü ifade etmiştir. Sürgün odununda trahelerin küçük, yıllık halka içinde dağılımlarının tek tek ve çoğunlukla radyal gruplar (2-10) halinde olduğu tespit edilmiştir. *C. orientalis* gövde odununda 1mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı değerleri 51-72 (Akkemik 1995), 41 (Merev 1998) ve 40-100 adet (Akkemik ve Yaman 2012) olarak verilmiştir. Bu çalışmada sürgün odununa ait 1 mm<sup>2</sup> deki ortalama trahe sayısı 189 adet olarak hesaplanmıştır. Merev (1998) bu türün gövde odununda normal özışınlarının yanında yıllık halkaları kateden, geniş bantlar halinde yalancı özışınları olduğunu belirtmiştir. Sürgün odununda da enine ve teğet kesitlerde normal özışınları yanısıra yalancı özışınları geniş bantlar halinde belirgin bir şekilde görülmektedir. Sürgünde ortalama özışını genişliği 11  $\mu\text{m}$  olarak hesaplanmıştır. Gövde odununda özışını yüksekliğini Akkemik (1995) maksimum hücre sayısı olarak 60-79 adet, Merev (1998) ise tek sıralı özışınları için 225,4  $\mu\text{m}$ , çok sıralı özışınları için 380,4  $\mu\text{m}$  olarak belirtmiştir. Sürgünde bu değer, ortalama 318,2  $\mu\text{m}$ 'dir. Gövde odununda 1mm'deki özışını sayısı 18,8 iken (Merev 1998), bu değer sürgünde 14,7 adet olarak saptanmıştır.

*C. betulus* gövde odununda yıllık halkalar belirgin ve yıllık halka sınırları dalgalı, traheler sayı ve büyüklük itibariyle ilkbahar odunundan yaz oduna doğru yavaş yavaş azalmakta, dolayısıyla odun dağınık trahelidir (Bozkurt 1992, Merev 1998). Bu çalışmada incelenen *C. betulus* sürgün odununda yıllık halkalar belirgin olup yıllık halka sınırları dalgalıdır, ilkbahar ve yaz odunu traheleri arasında çap bakımından çok fazla fark görülmez (dağınık traheli). Merev (1998) bu türün gövde odununda trahe teğet ve radyal çapının sırasıyla (ilkbahar ve yaz odunu ortalamaları olarak) 57,1  $\mu\text{m}$  ve 56,2  $\mu\text{m}$  olduğunu belirtmiştir Sürgün odununda trahe teğet çapı 29,4  $\mu\text{m}$ , trahe radyal çapı ise 29,9  $\mu\text{m}$ 'dir. Safdari ve ark. (2008) *C. betulus* gövde odununda trahelerin küçük, yıllık halka içindeki dağılımının tek tek ve çoğunlukla radyal gruplar (2-6) veya düzensiz radyal zincirler halinde olduğunu belirtmiştir. Sürgün odununda da traheler küçük, yıllık halka içinde dağılımları tek tek ve çoğunlukla radyal gruplar (2-10) halindedir. Gövde odununda 1mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 41,3 adet iken (Merev 1998), sürgün odununda bu değer 173'tür. Safdari ve ark. (2008) bu türün gövde odununda özışınlarının geniş ve dar olduğunu, Merev (1998) ise normal özışınlarının yanında yıllık halkaları kateden, geniş bantlar halinde yalancı özışınları bulunduğunu belirtmiştir. Sürgün odununda da normal özışınları yanısıra yalancı özışınları enine ve teğet kesitlerde geniş bantlar halinde belirgin şekilde görülmektedir. Gövde odununda çok sıralı özışını genişliği 25,3  $\mu\text{m}$ , tek sıralı özışını yüksekliği 262,8  $\mu\text{m}$ , tek sıralı özışınlarının ortalama hücre yüksekliği 8,9 adet, 1mm'de özışını sayısı 15,5 adettir (Merev 1998). Sürgün odununda özışını genişliği 15,2  $\mu\text{m}$ , özışını ortalama yüksekliği 313,6  $\mu\text{m}$ , özışınlarının ortalama hücre yüksekliği 12,9 adet, 1mm'de özışını sayısı 12,1 adettir.

*Ostrya carpinifolia* gövde odununda yıllık halka sınırları belirgin olup traheler dağınık düzenleniş göstermektedir (Doğu ve ark. 2000, Crivellaro ve Schweingruber 2013). Sürgün odununda da yıllık halka sınırları belirgin olup dağınık traheli düzen görülmektedir. Crivellaro ve Schweingruber (2013) gövde odununda trahelerin genellikle tek tek dağıldığını, ayrıca 4 veya daha fazla sayıdaki tarahenin radyal gruplaşma yaptığını belirtmiştir. Aynı araştırmacılar bu türün dal odununda özün daire şeklinde ve tüm hücre duvarlarının kalın, iletim demetlerinin açıkça görülebilir olduğunu belirtmiş ve metaksilemin trahe elemanlarının belirgin radyal sıralı ve ksilemin gövde odunundaki gibi olduğunu ifade etmiştir. Sürgün odununda da öz daire şeklinde olup, iletim demetleri belirgindir ve metaksilemin trahe hücreleri radyal sıralıdır. Gövde odunu için Doğu ve ark. (2000) trahelerin ortalama teğet çapını ilkbahar odununda 71 µm, yaz odununda 38 µm, Crivellaro ve Schweingruber (2013) ise ilkbahar odunu trahe teğet çapını 20-50 µm olarak vermiştir. Sürgün odununda ortalama trahe teğet ve radyal çapları sırasıyla 52 ve 69,3 µm olarak bulunmuştur. Gövde odununda 1 mm<sup>2</sup> deki trahe sayısı için Doğu ve arkadaşları (2000) 60, Crivellaro ve Schweingruber (2013) ise 40-100 değerlerini vermektedir. Sürgün odununda bu değer 148 olarak belirlenmiştir. *O. carpinifolia* gövde odununda 1 mm<sup>2</sup>'deki özışını sayısını Doğu ve ark. (2000) 5 adet, Crivellaro ve Schweingruber (2013) ise 20 olarak vermiştir. Sürgünde bu değer 12,2 adettir. Bu türün gövde odununda özışını genişliği ortalama 1-4 hücre (45 µm) (Doğu ve ark. 2000) iken, sürgün odununda bu değer 1,5 hücre (12,2 µm)' dir.

Bu çalışmada *C. orientalis* ve *C. betulus*'un trahe teğet çapları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak 2. yıl sürgününe ait trahe teğet çapı *O. carpinifolia*'nın *C. orientalis* ve *C. betulus*'a kıyasla sırasıyla %37,3 ve %43,5 daha geniştir.

*C. orientalis* ve *C. betulus*'un ikinci yıl sürgününe ait trahe radyal çapları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak 2. yıl sürgününe ait trahe radyal çapı *O. carpinifolia*'nın *C. orientalis* ve *C. betulus*'a kıyasla sırasıyla %45,1 ve %56,8 daha geniştir.

*C. orientalis* ve *C. betulus*'un ikinci yıl sürgününe ait 1 mm<sup>2</sup> deki trahe sayısında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak 2. yıl sürgününe ait 1 mm<sup>2</sup> deki trahe sayısı *O. carpinifolia*'nın *C. orientalis* ve *C. betulus*'a kıyasla sırasıyla %27,6 ve %16,9 daha azdır.

*C. orientalis* ve *C. betulus*'un ikinci yıl sürgününe ait µm olarak özışını yüksekliği arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. *O. carpinifolia*'nın 2. yıl sürgününe ait µm olarak özışını yüksekliği *C. orientalis* ve *C. betulus*'a kıyasla sırasıyla %71,5 ve %69 daha düşüktür.

Bu çalışmada ikinci yıl sürgününe ait 1 mm<sup>2</sup> deki özışını sayısında *O. carpinifolia* ve *C. orientalis* arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak *C. orientalis*'in 2. yıl sürgününe ait 1 mm<sup>2</sup>'deki özışını sayısı *C. betulus*'a kıyasla %18 daha fazladır.

### Yazar Katkıları

Yazar Esra Pulat: Çalışmayı tasarlamış, verilerin laboratuvar işlemlerini gerçekleştirmiş, çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Yazar Barbaros Yaman: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akkemik, Ü. (1995). Ülkemizde doğal yetişen *Carpinus orientalis* Miller' in iç morfolojik ve palinolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. Seri A, Cilt 45, Sayı 1, İstanbul.
- Akkemik, Ü., Yaman, B. (2012). *Wood anatomy of Eastern Mediterranean species*. Verlag Kessel, Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, Germany, 310 p.
- Benkova, V.E. ve Schweingruber, F.H. (2004). *Anatomy of Russian woods an atlas for the identification of trees, shrubs, dwarf shrubs and woody lianas from Russia*. Swiss Federal institute for forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf. p.236.
- Bozkurt, Y. (1992). *Odun anatomisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Üniversite Yayın No: 3652 Fakülte Yayın No: 415, İstanbul.

- Bozkurt, Y., Erdin, N. (1989). *Ticarette önemli yabancı ağaçlar ders kitabı*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 3572 F.B.E Yayın No: 4.
- Carlquist, S. (2001). *Comparative wood anatomy*. Springer-Verlag, Berlin.
- Crivellero A., Schweingruber F. H. (2013). *Atlas of wood, bark and pith anatomy of Eastern Mediterranean trees and shrubs*. Springer, Heidelberg New York Dordrecht London. doi: 10.1007/978-3-642-37235-3
- Doğu, D., Kartal, S.N., Köse, C., Erdin, N. (2000). Some anatomical properties and wood density of *Ostrya carpinifolia* Scop. İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 5, Sayı 2. İstanbul.
- Eminağaoğlu, Ö., Özkan N.G., Aksoy, N. (2020). *Betulaceae*. Akkemik Ü.(Yay. haz). *Türkiye'nin bütün ağaçları ve çaluları içinde* (s. 353-370). Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Gartner, H., Schweingruber, F.H. (2013). *Microscopic preparation techniques for plant stem analysis*. Verlag Kessel, Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, Germany.
- IAWA Committee (1989). *IAWA List of microscobic feature for hard wood identification*. IAWA J. 10 (3), 1-69.
- IAWA Committee (2004). *IAWA List of microscobic feature for soft wood identification*. IAWA J. 25(1), 1-70.
- Merev, N. (1998). *Odun anatomisi cilt A*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın No: 189, Fakülte Yayın No: 27, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Merev, N. (2003). *Odun anatomisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Genel Yayın No: 209, Fakülte Yayın No: 31, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Pulat, E., Yaman, B. (2017). Bazı orman ağaçlarında dal ve gövdenin karşılaştırılmalı odun anatomisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 237-249.
- Saatçioğlu, F. (1969). *Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ. Ü. Yayın No: 1429, O. F. Yayın No: 138, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Safdari, V., Ahmed, M., Palmer, J., Baig, M.B. (2008). Identification of Iranian commercial wood with hand lens. *Pak. J. Bot.*, 40(5): 1851-1864
- Yaltrık, F. (1984). *Bazı yapraklı ağaç ve çaluların kışın tanınması : (uygulama klavuzu)*. İstanbul Üniversitesi yayınları, 3200; Orman Fakültesi yayınları.
- Yaltrık, F. (1988). *Dendroloji*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü.Yayın No: 3443, O.F. Yayın No:420, İstanbul.
- Yaltrık, F. (1993). *Dendroloji*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü.Yayın No: 3767, O.F. Yayın No:386, s.59-81.
- Yaman, B. (2002). Türkiye'nin Euro-Siberian (Euxine) bölgesinde doğal olarak yetişen yabancı kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench)'ın morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri. (Doktora Tezi). ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Botaniği Ana Bilim Dalı, Bartın.
- Yaman, B. (2011). Anatomy of archaeological wood charcoals from Yenibademli mound (Imbros), Western Turkey. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 11: 33-39.
- Yaman, B. (2014). Anatomical differences between stem and branch wood of *Ficus carica* subsp. *carica*. *Modern Phytomorphology*, 6:79-83.
- Yaman, B. ve Hürüylmaz, H. (2014). The identification of wood charcoals from an early bronze age mound (Yenibademli) in Western Turkey. *Drewno*, 57 (193): 97-108.
- URL-1. The Plant List. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org).
- Zieminska, K. (2014). Anatomical variation in twig wood across Australian Angiosperms (Thesis submitted for the degree of doctor of philosophy). Department of Biological Sciences, Macquarie University, Sydney.

# Türkiye’de Bölgesel Farklılıklar Kapsamında Kestaneye Dayalı Faydalanmanın Sosyoekonomik Boyutu

Taner Okan<sup>1,\*</sup>, Coşkun Köse<sup>2</sup>

<sup>1,\*</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye  
<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 03.08.2022

Kabul: 02.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada, Türkiye’nin kestane üretim ve ticaret potansiyeli ortaya konulmuş ve kestaneden faydalanmanın sosyoekonomik boyutu bölgesel farklılıklar temelinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Kestane, odun hammaddesi ve odun dışı orman ürünü olarak faydalanmanın geniş bir coğrafyada gerçekleştiği, önemli bir gelir ve besin kaynağı niteliği taşımaktadır. Kestaneden faydalanma, yüzyıllardır kuşaktan kuşağa geçerek günümüze taşınan geleneksel ekolojik bilginin ve kadim bir kültürün oluşmasını sağlamıştır. Anadolu’da farklı ekolojik özelliklere sahip coğrafi bölgelerde geniş bir yayılış gösteren kestanenin odunu ve meyvesinden faydalanmanın yarattığı ekonomik değer farklı kestane yönetim yaklaşımlarının uygulanması sonucunu doğurmuştur. Türkiye dünya kestane üretiminde Çin’den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye’nin kestane üretim miktarının değişkenlik gösterdiği beş farklı dönem söz konusudur. Türkiye’de kestane üretiminde Aydın, İzmir, Sinop, Kastamonu ve Bartın illeri öne çıkmaktadır. Kestane, yurt içi üretimin yurt içi talebi karşılaması açısından yüksek bir yeterlilik derecesi göstermektedir. Kestane konusunda giderek artan düzeyde coğrafi işaret korumasından yararlandığı görülmektedir. Aydın Kestanesi, Buldan Kestanesi, Simav Kestanesi, Sinop Kestane Balı, Düzce Kestane Balı ve Şile Kestane Balı coğrafi işaret tescilli alan ürünlerdir. Ayrıca, Türkiye’de Avrupa Birliği nezdinde tescil süreçleri tamamlanmış coğrafi işaretli ürünlerinden biri Aydın Kestanesi’dir.

**Anahtar Kelimeler** – Odun dışı orman ürünleri, geleneksel ekolojik bilgi, denge tabloları, coğrafi işaret koruması, kestane balı

## The Socioeconomic Dimension of Chestnut-Based Utilization within the Scope of Regional Differences

<sup>1,\*</sup> Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Istanbul, Türkiye  
<sup>2</sup> Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Istanbul, Türkiye

## Article History

Received: 03.08.2022


Accepted: 02.11.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – In this study, Turkey's chestnut production and trade potential have been revealed and the socioeconomic dimension of benefiting from chestnuts has been evaluated comparatively on the basis of regional differences. Chestnut, which is used as wood raw material and non-wood forest product, is an important source of income and food. In this sense, the traditional ecological knowledge that has been passed from generation to generation for centuries has provided the formation of an ancient culture on benefiting from chestnut. The economic value created by utilizing the wood and fruit of the chestnut, which is widely distributed in the regions having different ecological characteristics in Anatolia, has resulted in the application of different management approaches. There are five different periods in which the amount of chestnut production varies in Turkey. Aydın, İzmir, Sinop, Kastamonu and Bartın are the provinces that become prominent in chestnut production of Turkey. The degree of self-sufficiency of chestnut was realized 122.7%, with the highest degree of self-sufficiency from 2015 to 2020, in the marketing year 2018-2019. It is seen that the geographical indication protection is increasingly used for chestnut. Aydın Chestnut, Buldan Chestnut, Simav Chestnut, Sinop Chestnut Honey, Düzce Chestnut Honey and Şile Chestnut Honey are the products that received geographical indication protection. In addition, Aydın Chestnut is one of the geographically indicated products whose registration processes have been completed in Turkey with the European Union.

**Keywords** – Non-timber forest products, traditional ecological knowledge, balance sheets, geographical indication protection, chestnut honey

<sup>1</sup>  tokan@iuc.edu.tr

<sup>2</sup>  ckose@iuc.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Taner Okan



## 1. Giriş

Kestane ağacı (*Castanea* spp., Fagaceae familyası) ekolojik, ekonomik ve kültürel açıdan dünya çapında önemli bir kaynaktır (Freitas vd., 2021). Kuzey Yarım Küre'de (Asya, Avrupa, Kuzey Amerika) coğrafi olarak üç ana bölgeye dağılmış olan kestane, geçmişten günümüze paha biçilmez bir kültürel mirasa, ekonomik olarak önemli rolünün yanı sıra birçok tarımsal ormancılık sisteminde üstelendiği çevresel rolü ile aynı zamanda umut veren bir geleceğe sahiptir (Bounous ve Beccaro, 2020). Avrupa'da *Castanea sativa* Mill., Amerika'da *Castanea dentata* (Marsh.) Borkh, Japonya'da *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. ve Çin ile Kore'de *Castanea mollissima* Blume en önemli türler olarak değerlendirilmektedir (Massantini vd., 2021).

Kestane (*C. sativa*) meyvesi nesiller boyu temel besin kaynağı olarak görülmüştür. Halkın temel gıda maddelerinden biri olduğu ve ekmek ağacı olarak nitelendirildiği bilinegelmektedir (Merz, 1948; Ertürk vd., 2006; Solak, 2008; Correia vd., 2012; Lizotte, 2014; Okan vd., 2018). Düşük yağ değeri ve yüksek kompleks karbonhidrat içeriği nedeniyle dengeli beslenme diyetlerinde yerini alarak tüketimi her geçen gün artış göstermektedir (Beccaro vd., 2020). Kestane meyveleri çiğ/taze olarak tüketilmekle birlikte, yüksek su aktiviteleri ve nişasta içeriği nedeniyle sınırlı bir raf ömrü ile karakterize edilmektedir (Freitas vd., 2021). Kestane meyveleri, suda kaynatılarak, ateşte kavrularak ya da fırınlarda pişirilerek tüketilmektedir. Ayrıca, kestane şekeri, şeker kaplı kestane ve pasta yapımında bütün olarak veya un halinde kullanılmaktadır (Bozkurt vd., 1982; Conedera vd., 2016). Bunlara ek olarak, et yemeklerinde, pirinç pilavı içerisinde, böreklerde, tatlılarda değerlendirilen meyvelerin az da olsa çorbalarda da kullanıldığı görülmektedir (Bozkurt vd., 1982; Soyulu, 2004; Tuzlacı, 2011; Okan vd., 2017a). Kestanenin farklı ön işlemlerden geçirilerek turşuya işlendiği ve alternatif bir ürünün üretimine olanak sağlandığı anlaşılmaktadır (Avşar, 2019). Erdoğan (2019)'da ise süte kestane ilave edilmesi ile sütün fonksiyonel özelliklerinin geliştirildiği, sade süt içmeyen tüketicilere alternatif oluşturularak kestane artıklarının kullanım olanaklarının artırıldığı ve pazara yeni bir ürün sunulduğu belirtilmektedir.

Yüzyıllar boyunca kırsal kesimlerde temel gıda maddelerinden biri olan kestane, meyvesi dışında odununun yakacak odun veya inşaat kerestesi olarak kullanılmasıyla da öne çıkmıştır (Bounous ve Beccaro, 2020). Kestane ahşabı, doğal dayanıklılığı, düzgün lifli ve meşeden daha hafif oduna sahip olması ve ayrıca işleme özelliklerinin iyi olmasıyla ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle özellikle binalarda taşıyıcı eleman olarak ve ayrıca doğramalarda kullanılmaktadır. Ayrıca, mobilya, müzik aletleri, baston, fiç, travers yapımı ile özellikle gemi yapımı ve suya maruz kalan inşaatlarda tercih edilmiştir. Dekoratif dış mekân kestane mobilyalarının yanı sıra eğilme direnci ve yarıma özelliklerinin iyi olması nedeniyle ince çaplı dal ve sürgün odunlarından üretilen bambu mobilyalarına benzer ürünler de son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır (Erdin ve Köse, 2003; Erdin ve Bozkurt, 2013). Şahin ve Karadağ (2021) ise Beykoz Bastonu için kestane odununun tercih edildiğini belirtmektedir. Coğrafi İşaret (Cİ) tescilli Bursa Bıçağının namlusunun yapımında, geleneksel yöntemlerle işleme aşamasında, Batı Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde yetişen kestane kabuğundan ya da günümüzde kestane kabuğuna ulaşımında zorluk yaşanması sebebiyle kestane ağacı kömüründen faydalanılmaktadır. Türk Halk Müziğinin önemli enstrümanlarından bağlamanın yapımında yararlanılan ağaç türlerinden biri de kestanedir (Wall vd., 2019a; Keskinkılıç ve İstanbullu, 2021).

Kestaneden meyvesi dışında, bal üretiminde çiçeklerinden, çeşitli amaçlar için yapraklarından ve sadece kestane ağaçları altında gelişen yabancı yenilebilir mantarlardan odun dışı orman ürünü (ODOÜ) olarak faydalanılmaktadır (De-Leonardis vd., 2000; Ertürk vd., 2006; Correia vd., 2012; Lizotte, 2014; Conedera vd., 2016; Daşdemir ve Söğüt, 2017; Serdar vd., 2017; Okan vd., 2017b; Okan vd., 2021; Freitas vd., 2021). Bununla birlikte, kestane alanları çevresel koruma ve peyzaj değerleri sunan ekosistemlerdir (Bozoğlu vd., 2019; Cuestas vd., 2018). Erdoğan (2021)'de ise kestane meyvesi kabuklarının ekstraksiyonuyla elde edilen biyoaktif bileşiklerinin belirlenen antimikrobiyal özellikleri ile ekonomiye katkı sağlayabileceği ortaya konulmuştur.

Kestanenin geçmişten gelen çok yönlü faydalanma değeri bugün hala geçerlidir ve kullanım biçimleri ekonomik açıdan önemli olarak değerlendirilmektedir. Türkiye kestane üretiminde tüm dünyada ve özellikle Avrupa'da öne çıkan ülkelerin başında gelmektedir (Karadeniz, 2013; Bozoğlu vd., 2019; Korkmaz ve Duman, 2019; Tuttu vd., 2021). Kestane ağacının meyveleri ve odunu geleneksel olarak uzun yıllardır tüketilmekte, türün çiçek, yaprak ve kabukları geniş bir coğrafyada bölgesel farklılıkları barındıracak biçimde

değerlendirilebilmekte ve özellikle kırsal alanlarda geniş bir faydalanma çeşitliliği görülmektedir (Yüksel vd., 2020). Söz konusu faydalanma ekonomik açıdan olduğu kadar sosyal ve kültürel boyutlarıyla da öne çıkmaktadır (Wall, 2022). Bu çok boyutlu yararlanmadan kaynaklı oluşan Geleneksel Ekolojik Bilgi (GEB) ile kültürel miras unsurlarının da sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik mekanizmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada fikri mülkiye haklarından Coğrafi İşaret Koruması (CİK) öne çıkmakta ve kestane ile ilgili ürünlerin tescil altına alınmasını olanaklı kılmaktadır (Okan ve Köse, 2021).

Çalışmada, Türkiye'nin kestane üretimi dönemsel farklılıkları yansıtacak şekilde analiz edilmiş, kestane üretimi ve ticaret potansiyeli ortaya konulmuş ve kestaneden faydalanmanın sosyoekonomik boyutu bölgesel farklılıklar temelinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan üretim, ihracat, ithalat vb. istatistiki değerler ile denge tabloları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2022a; TÜİK, 2022b) ve BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO 2022a; FAO 2022b) veri tabanlarından elde edilmiştir. Coğrafi bölgelere göre hasat, faydalanma ve kullanım farklılıklarına ilişkin değerlendirmeler ise kestanenin yayılış gösterdiği farklı bölgelerde yürütülen saha çalışmalarına dayanmaktadır (Okan vd., 2017a; Okan vd., 2017b; Wall vd., 2018; Wall vd., 2019a; Wall vd., 2019b; Okan vd., 2021; Wall vd., 2021). Kestane konusunda CİK ile ilgili bilgiler ise Türk Patent ve Marka Kurumu (TPMK) Coğrafi İşaret Portalı veri tabanı üzerinden elde edilmiştir (TPMK, 2022).

### 2.2. Yöntem

1961-2021 dönemindeki kestane üretim miktarındaki dönemsel farklılıkları belirleyebilmek için R ortamında (R Core Team, 2020) strucchange paketindeki "breakpoints" ve "breakdates" (Zeileis vd., 2002) fonksiyonları kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, zaman serisinde dört kırılma noktası ve bunlarla ilişkili olarak üretim miktarının değişkenlik gösterdiği beş farklı dönem belirlenmiştir.

İllere göre kestane üretimindeki ortalamalar (2006-2010; 2011-2015; 2016-2020 dönemleri) hesaplanarak değişimlerin hangi illere ait olduğu saptanmıştır. Dünya kestane üretiminde ülkelerin payları 2016-2020 dönemi için verilmiş ve birçok yayında kestane (*Castanea spp.*) üreticisi olarak belirtilen Bolivya'ya ilişkin tespitler yapılmıştır. Kestane üretim denge tabloları 2015-2016, 2016-2017, 2018-2019, 2019-2020 piyasa dönemleri için karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. TPMK Coğrafi İşaret Portalı üzerinden tescil belgeleri incelenmiş ve kestane konusunda coğrafi işaret tescilli ve tescil aşamasında olan ürünler listelenmiştir.

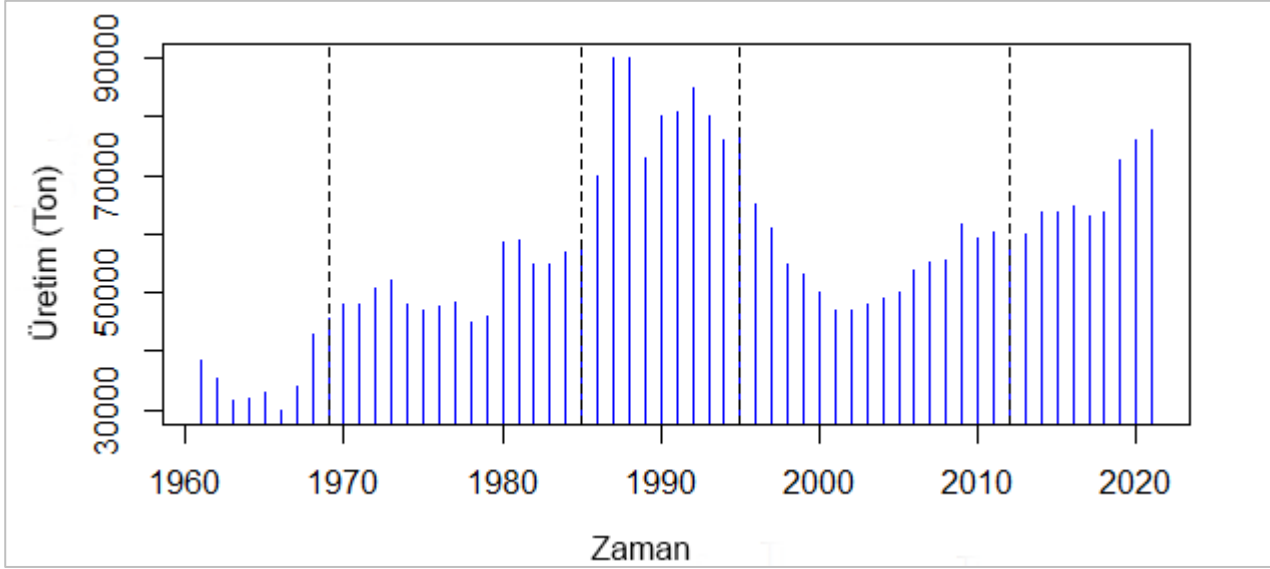
## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Türkiye'de ve Dünyada Kestane Üretimi

Türkiye'de kestane üretim miktarının yıllara göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre; Türkiye kestane üretiminin 1961-2021 dönemindeki ortalaması 57.087 ton olarak gerçekleşmiştir. 1961-2021 yılları arasında dönemdeki kestane üretim miktarındaki dönemsel farklılıkları belirleyebilmek için yapılan analizde zaman serisinde dört kırılma noktası 1969, 1985, 1995 ve 2012 yılları olarak belirlenmiştir. Söz konusu kırılma noktası ile ilgili olarak üretim miktarının değişkenlik gösterdiği beş farklı dönem ise 1961-1969, 1970-1985, 1986-1995, 1996-2012, 2013-2021 şeklindedir. Bu dönemlerdeki ortalama üretim miktarları: 1961-1969: 35.860 ton (en düşük), 1970-1985: 51.500 ton, 1986-1995: 80.200 ton (en yüksek), 1996-2012: 54.608 ton ve 2013-2021: 67.251 ton olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de kestane odunu ve meyvesini olumsuz yönde etkileyen hastalık ve zararlılar kronolojik olarak Mürekkep Hastalığı etmeni *Phytophthora cambivora* (Petri) Buism. (Erdem, 1951), Kestane Dal Kanseri etmeni *Cryphonectria parastica* (Murr.) Barr. (Akdoğan ve Erkam, 1968) ve Gal Arısı *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) (Doğanlar, 2014) şeklinde sıralamak mümkündür. Kestane üretimindeki düşüşte hastalıkların ve özellikle yirminci yüzyılın son on yılında kestane kanserinin önemli bir etkisi olduğu çok sayıda çalışmada ifade edilmiştir (Soylu, 2004; Ertürk vd., 2006; Porsuk vd., 2012;

Karadeniz, 2013; Okan vd., 2017b; De Biaggi vd., 2020). 1980'lerin sonunda 2,4 ton/ha olan kestane verimi, günümüzde 1,5 ton/ha olmasına karşın son yıllarda Türkiye’de meyve yetiştiriciliğine olan ilgi artmıştır. 1990 yılından itibaren meyve ekim alanı oranının %10,9'dan %13,7'ye çıkmış olması kestane üretiminde Türkiye’nin yerini korumasına katkı sağlamaktadır (De Biaggi vd., 2020).



Şekil 1. Türkiye’de Kestane Üretimi (1961-2021)

Türkiye’de kestane üretim miktarının 2006-2020 arası dönem itibariyle illere göre dağılımına bakıldığında Aydın, İzmir, Sinop, Kastamonu ve Bartın illeri öne çıkmaktadır (Tablo 1). Ege Bölgesinde Aydın ve İzmir illerindeki üretim miktarları ülke üretiminin 2006-2010 döneminde %46,79’unu, 2011-2015 döneminde %49,52’sini ve 2016-2020 döneminde ise %59,26’sını karşılamıştır. Her iki ilde de kestane kültürüne alınıldığı bilinmektedir. Bu iki üretim merkezinin ardından Batı Karadeniz Bölgesinin üretimde söz sahibi olduğu görülmektedir. Bu bölge doğal alanlardan kestane üretimi ile Ege Bölgesinden farklılaşmaktadır. Batı Karadeniz Bölgesinde ise Kastamonu, Sinop ve Bartın illeri ön plana çıkmaktadır. Son beş yılda ise Sinop ilinin Kastamonu’yu, Bartın ilinin ise hem Sinop hem de Kastamonu’yu geride bıraktığı görülmüştür. Diğer yandan, ülkedeki 2019 yılındaki üretim artışı Aydın ilinden, 2020 yılındaki üretim artışı ise İzmir ve Bursa illerinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 1

İllere Göre Kestane Üretimi\* (Ton) (2006-2020) (TÜİK, 2022a)

Dönemler	2006-2010		2011-2015		2016-2020	
	Ortalama	%	Ortalama	%	Ortalama	%
Aydın	18.032	31,62	20.753	33,95	26.743	39,34
İzmir	8.655	15,17	9.516	15,57	13.545	19,92
Kastamonu	6.363	11,16	7.913	12,94	3.111	4,58
Sinop	4.733	8,30	4.242	6,94	3.764	5,54
Bartın	2.625	4,60	2.859	4,68	4.465	6,57
Manisa	2.115	3,71	2.548	4,17	2.434	3,58
Kütahya	2.510	4,40	1.902	3,11	2.103	3,09
Bursa	1.374	2,41	1.865	3,05	2.229	3,28
Denizli	1.431	2,51	1.755	2,87	1.868	2,75
Balıkesir	1.198	2,10	1.317	2,15	1.164	1,71
Türkiye	57.035	100	61.136	100	67.987	100

\*Tablodaki kestane üretiminde söz sahibi ilk 10 il yer verilmiştir. Türkiye verisi ise tüm illerin toplamını yansıtmaktadır.

Dünya’da kestane üretim miktarının 2016-2020 dönemine ait dağılımı Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre; Çin, Türkiye, Güney Kore, İtalya ve Portekiz kestane üretiminde öne çıkan ilk beş ülkedir. 2016-2020 dönemi için başlıca küresel üreticiler Çin (ortalama 1.697.755 milyon ton, esas olarak *C. mollissima*), Türkiye (ortalama

67.987 ton, *C. sativa*) Güney Kore (ortalama 54.560 ton, esas olarak *C. crenata*), İtalya, (ortalama 45.617 ton, *C. sativa*), Portekiz (ortalama 35.361 ton, *C. sativa*), Yunanistan (ortalama 31.644 ton, *C. sativa*), Japonya (ortalama 16.860 ton, esas olarak *C. crenata*), İspanya (ortalama 15.901 ton, *C. sativa*) ve Fransa (ortalama 7.720 ton, *C. sativa*) olarak sıralanmaktadır. Asya üretimi öncelikle *C. crenata* (Japon kestanesi), *C. mollissima* (Çin kestanesi) ve bunların melezlerine odaklanırken, Avrupa geleneksel olarak *C. sativa* yetiştiriciliğine hâkimdir (De Biaggi vd., 2020).

Tablo 2

Dünyada Kestane Üretimi (Ton) (2016-2020) (FAO, 2022a)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020
Çin	1.600.300	1.722.822	1.717.948	1.729.417	1.743.354
Türkiye	64.750	62.904	63.580	72.655	76.045
Güney Kore	53.600	54.031	55.743	55.073	54.352
İtalya	53.145	52.422	32.790	39.980	49.750
Portekiz	26.780	29.875	34.130	43.840	42.180
Yunanistan	29.628	30.304	35.230	29.980	34.080
Japonya	16.500	18.700	16.500	15.700	16.900
İspanya	16.178	15.623	18.477	18.893	18.869
Fransa	7.982	5.706	8.700	7.350	8.860

FAO veri tabanları oldukça düzenli olarak güncellenmekle birlikte, kestane pazarının hacmini belirlemenin zorluğundan veri setleri uyumsuz olabilmektedir (De Biaggi vd., 2020). Dünya üretiminde söz sahibi ülkeler arasında Bolivya'nın Çin'den sonra öne çıkan ülke olarak gösterildiği belirtilmektedir (Freitas vd., 2022). Türkiye'de de birçok yayında (tez, makale, rapor, eylem planı vb.) kestane (*Castanea* spp.) meyvesi üretimi bakımından Bolivya'ya Çin'den sonra ikinci büyük üretici olarak yer verilmektedir (Anonim, 2014; Aktaş, 2019; Yüksel vd., 2020; Tuttu vd., 2021). Bolivya kestanesi olarak da adlandırılan *Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl. verileri ile kestane üretim verilerinin karıştırıldığı düşünülmektedir (Freitas vd., 2022). *B. excelsa* Güney Amerika'da Brezilya, Bolivya, Peru, Guyana, Kolombiya'da Amazon ormanlarında doğal olarak yetişen ağaç türüdür (Arias ve Rondón, 2010). Ülkemizde Brezilya fındığı olarak bilinen bu ürünün yaygın ismi Almanca'da Brezilya kestanesi, Portekizce'de ise kestanedir. Buna karşın, kestane (*Castanea* spp.) Kuzey Yarımküre'nin bir türüdür. Güney Yarımküre'de, *C. sativa* özellikle Avustralya, Yeni Zelanda, Şili ve Arjantin'e, Avrupa ülkelerinden meyvelerini getiren ilk yerleşimciler tarafından götürülerek ekilmiştir. İlk ekimler bu denli eski bir döneme kadar uzanmasına rağmen, Şili ve Avustralya'da ancak yirminci yüzyılın ortalarından itibaren gerçek bir kestane yetiştiriciliği ve endüstrisinden bahsedilmeye başlanabilmektedir. Şili, Güney Yarımküre'nin en büyük kestane meyvesi ihracatçısıdır (De Biaggi vd., 2020).

### 3.2. Türkiye'nin Kestane Dış Ticareti

Türkiye'nin 2016-2020 yılları arasındaki kestane ihracat miktarları ana hatlarıyla Tablo 3'te verilmiştir. Kestane ihracatında son beş yıl incelendiğinde İtalya'nın ilk sırada olduğu görülmektedir. De Biaggi vd. (2020) İtalya'yı *C. sativa* üreten, tüketen ve ihraç eden en büyük ülkelerden biri olarak nitelendirmekte, ayrıca işlenmiş kestane ürünleri üretiminde de lider bir ülke olarak konumlandırmaktadır. Türkiye'den kestane satın alan ve İtalya haricinde dış ticaret potansiyeli görülen ülkeler sırasıyla Lübnan, Almanya, Ürdün, Birleşik Krallık, Hollanda, Fransa, Romanya, Kuveyt'tir.

Tablo 3

## Ülkelere Göre Kestane İhracatı (Ton) (2016-2020) (FAO, 2022b)

Ülkeler	2016		2017		2018		2019		2020	
	Ton	USD	Ton	USD	Ton	USD	Ton	USD	Ton	USD
İtalya	4.972	16.314.000	6.908	26.561.000	9.386	32.455.000	11.328	28.813.000	6.483	17.571.000
Lübnan	2.056	5.423.000	1.742	6.116.000	2.066	6.617.000	1.282	3.247.000	810	1.717.000
Almanya	286	1.058.000	295	1.420.000	256	949.000	294	985.000	429	1.475.000
Ürdün	341	594.000	172	430.000	325	660.000	68	139.000	166	328.000
Birleşik Krallık	102	289.000	167	601.000	148	473.000	68	219.000	123	413.000
Hollanda	44	152.000	35	156.000	49	177.000	85	269.000	159	469.000
Fransa	4	14.000	128	442.000	48	153.000	212	323.000	49	146.000
Romanya	29	96.000	18	58.000	24	77.000	143	403.000	91	225.000
Kuveyt	3	10.000	2	8.000	27	112.000	128	281.000	153	300.000
Suudi Arabistan	69	117.000	26	46.000	178	274.000	186	211.000	0	0
Avusturya	11	34.000	30	143.000	22	88.000	47	166.000	61	203.000
G. Kıbrıs	11	34.000	30	143.000	22	88.000	47	166.000	61	203.000
BAE			39	75.000	73	175.000	82	153.000	78	131.000
Macaristan	31	19.000	41	62.000	55	74.000	85	134.000	116	204.000
İspanya	44	52.000	66	156.000	127	265.000	-	-	-	-
Irak	42	135.000	64	300.000	-	-	-	-	-	-
Suriye	2	2.000	-	-	-	-	177	226.000	53	89.000
İsrail	23	25.000	21	46.000	58	119.000	67	95.000	19	29.000

## 3.3. Türkiye’de Kestane Üretim Denge Tabloları

Ürün denge tabloları, tarımsal ürünlerin arz kaynaklarını ve kullanım şekillerini belirli bir referans dönemi boyunca karşılaştırarak ayrıntılarıyla ortaya koyan tablolardır. Yeterlilik derecesi ise; bir bölgenin kullanılabilir üretiminin (iç üretim) o bölgenin talebini ya da yurt içi kullanımını (insan, hayvan ve endüstrinin bütün ihtiyaçlarını) ne ölçüde karşılayacak durumda olduğunu gösterir. Değerin, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi talebi tam olarak karşılayamadığı durumu temsil eder. 100'den büyük olan bir değer, normal iç ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını göstermektedir (TÜİK, 2021). Kestane üretiminde, son beş yılda, yeterlilik derecelerinin %111,9 ile %122,7 arasında değiştiği görülmektedir. Bu dönemde en yüksek yeterlilik derecesinin 2018-2019 piyasa döneminde, en düşük yeterlilik derecesinin ise 2015-2016 piyasa döneminde gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4

## Kestane Denge Tabloları (TÜİK, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e, 2022f)

Kalemler/Piyasa Dönemi	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Üretim (Ton)	63.750	64.750	62.904	63.580	72.655
Üretim Kayıpları (Ton)	3.953	4.015	3.900	3.942	4.505
Arz=Kullanım (Ton)	59.921	60.392	59.960	61.451	70.381
Arz-Ton					
Kullanılabilir Üretim (Ton)	59.798	60.736	59.004	59.638	68.150
İthalat (Ton)	123	196	956	1.813	2.231
AB 28 (Ton)	10	66	1	66	0
Kullanım (Ton)					
Yurt içi kullanım (Ton)	53.448	53.500	49.409	48.586	56.356
Tüketim (Ton)	51.844	51.895	47.927	47.128	54.666
Piyasa Kayıpları (Ton)	1.603	1.605	1.482	1.458	1.691
İhracat (Ton)	6.473	7.432	10.551	12.865	14.025
AB 28 (Ton)	3.277	5.080	8.413	9.762	12.278
Stok Değişimi (Ton)	-	-	-	-	-
Kişi Başına Tüketim (kg)	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7
Yeterlilik Derecesi (%)	111,9	113,5	119,4	122,7	120,9

Türkiye kestane üretiminde ülke içi ihtiyaçları aşan, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığı açıkça görülmektedir. Türkiye kestane dış ticaretinde net ihracatçı ülke konumundadır (Başer vd., 2018; Bozoğlu vd., 2019).

## 3.4. Coğrafi İşaret Koruması Kapsamında Kestaneye Dayalı Ürünler

ÇİK, bir ürünün belirli bir bölgeye veya yöreye ait olduğunu gösteren, özgünlüğünü onaylayarak diğer ürünlerden farklılığını ortaya koyan alternatif bir sosyo-ekonomik kalkınma aracı ve fikri mülkiyet hakları

kapsamında yasal bir düzenlemedir. CİK; yerel toplumları güçlendirme, istihdam oluşturma, kırsal göçün azaltılması, biyolojik çeşitliliğin ve çevrenin korunması, geleneksel bilginin korunması ve sürdürülmesi vb. konularda fırsatlar sunmaktadır. CİK almış ürünlerin genelde kırsal alanlarda üretildiği göz önüne alındığında bu ürünlerin korunması ve üretimiyle çok yönlü ekonomik, sosyal ve kültürel kazanımların elde edilmesi beklenmektedir (Giray vd., 2012; Gündeğer, 2014; Köşker, 2022).

Orman ürünleri bağlamında fikri mülkiyet haklarından yararlanmada ODOÜ öne çıkmaktadır (Okan ve Köse, 2021). Belirli sayıdaki tescilli ODOÜ arasında Aydın Kestanesi, Buldan Kestanesi ve Simav Kestanesi bulunmaktadır (Tablo 5). CİK alan bu ürünlerin tescil türü “menşe adı” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir coğrafi işaretin menşe adı olarak değerlendirilmesi için ürünün tüm özelliklerinin söz konusu yöreden kaynaklanması ve ürünün bütün üretim aşamalarının o yörede gerçekleşmesi şartının sağlanması aranmaktadır (Okan ve Köse, 2021). Diğer yandan, Akçakoca Kaplandede Kestanesi, Düzce Kestanesi, Erfelek Kestanesi, İnebolu Kuzu Kestane, Bursa Kestanesi ve Kastamonu Kuzu Kestanesi için ise tescil süreci devam etmektedir.

Türkiye’de Avrupa Birliği (AB) nezdinde tescil süreçleri tamamlanmış sekiz adet coğrafi işaret koruması almış ürünlerden biri de Aydın Kestanesidir. Aydın Kestanesi, ODOÜ konusunda AB ölçeğinde tescil alan tek ürün durumundadır (Okan ve Köse, 2021).

Orman ürünleri bağlamında coğrafi işaret koruması kapsamına giren bir diğer ürün grubu ise temel hammaddesi ormana dayanan ürünlerdir (Okan ve Köse, 2021). Bursa Kestane Şekeri ile Bozdağ Kestane Şekeri ODOÜ bağlamında CİK olarak tescil edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5  
Kestaneye Dayalı Coğrafi, İşaret Koruması (TPMK, 2022)

Tescil Durumu	Coğrafi İşaretin adı	Tescil Türü
Coğrafi İşaret Tescilli Alan	Aydın Kestanesi	Menşe adı
	Buldan Kestanesi	Menşe adı
	Simav Kestanesi	Menşe adı
Coğrafi İşaret Tescilli Başvuru Aşamasında	Akçakoca Kaplandede Kestanesi	Menşe adı
	Düzce Kestanesi	Menşe adı
	Erfelek Kestanesi	Menşe adı
	İnebolu Kuzu Kestane	Menşe adı
	Bursa Kestanesi	Menşe adı
	Kastamonu Kuzu Kestanesi	Menşe adı
Hammaddesi Kestaneye Dayanan ve Coğrafi İşaret Tescilli Alan	Bozdağ Kestane Şekeri	Mahreç işareti
	Bursa Kestane Şekeri	Mahreç işareti
Coğrafi İşaret Tescilli Ballar	Sinop Kestane Balı	Menşe adı
	Düzce Kestane Balı	Menşe adı
	Şile Kestane Balı	Menşe adı
Coğrafi İşaret Tescilli Başvuru Aşamasında Ballar	Bartın Kestane Balı	Menşe adı
	Arhavi Kestane Balı	Menşe adı
	Kastamonu Kestane Balı	Menşe adı
	Kocaeli Çamdağı Kestane Balı	Menşe adı
	Yalova Kestane Balı	Mahreç adı
	Hemşin Kestane Balı	Menşe adı
	Karamürsel Kestane Balı	Menşe adı
	Salıpazarı Kestane Balı	Menşe adı

Öte yandan, CİK almış ürünler arasında “bal” önemli bir yer tutmaktadır. Sinop Kestane Balı, Düzce Kestane Balı ve Şile Kestane Balı Cİ tescilli alan ballar olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu balların “balın doğal ve aşılanmamış ağaçlardan oluşan saf kestane ormanlarının yanı sıra kestane asli karışım, kestane karışım ve çeşitli yapılarda bozuk kestane ormanları bulunan coğrafi sınırdan elde edildiği” CİSB’nden anlaşılmaktadır. Bal konusunda coğrafi işaret tescilindeki sayısal artış başvuru aşamasında da kendini göstermektedir. Cİ tescil süreci devam eden ve kestane ile ilgili olan sekiz ayrı kestane balı tescil süreci devam etmektedir. Bunlar;

Bartın, Arhavi, Kastamonu, Kocaeli Çamdağı, Yalova, Hemşin, Karamürsel ve Salıpazarı Kestane Balı olarak sıralanmaktadır (Tablo 5).

Geleneksel üretim metotları ve yörelerin doğal ortam şartlarından kaynaklanan malzeme kullanımı CİK almış ürünleri öne çıkarmaktadır (Bulut ve Fural, 2018). Örneğin, Bursa Bıçağı Coğrafi İşaret Sicil Belgesinde (CİSB) ilgili ürünün üretiminde kestane kabuğu ve kestane ağacının kömürünün kullanımı vurgulanmaktadır (CİSB, 2018). Karamürsel Sepetinin CİSB’nde yer alan ayırt edici özelliklerinde ise “sepetin kestane ağacının köklerinden çıkan ve yerel alanda “Şah” denilen dal ve filizlerden elde örülerek yapıldığı” belirtilmektedir (CİSB, 2006). Her iki örnekte de temel kaynak bölge ormanlarına dayanmaktadır.

### 3.5. Bölgesel Farklılıklar Kapsamında Kestaneden Faydalanma

Küçük Asya ve özellikle Transkafkasya bölgesi kestanenin (*C. sativa*) yetiştirilmesi ve yayılmasında anavatan olarak kabul edilmektedir (Bounous ve Beccaro, 2020). Ülkemizde yüzyıllardır ormanlık kesimlerde yaşayan insanlar kestanenin meyvesinden çeşitli şekillerde faydalanmaktadır. Suda pişirildikten sonra kurutulan ve ipe dizilerek bir sonraki hasada kadar tüketilebilen, eskiden baharda panayırılarda da satılan dizinler, son yıllarda üretimi çok azalmakla birlikte önemli bir örnektir (Şekil 2a). Ayrıca, kurutarak ya da toprak altında veya kum içerisinde (Şekil 2b,c) tutarak neredeyse tüm yıl boyunca besin maddesi olarak faydalanılmaktadır. Ülkemizde hasat sonrası özellikle ilk 2-3 aylık sürede yerel pazarlarda doğrudan tüketiciye ya da toptancılara satılmaktadır. Tüketicilerin talepleri kendi ev içi tüketimleri kadar büyük şehirlerde yaşayan akrabalarına gönderme geleneğinden oluşmaktadır. Hasat sonrası neredeyse altı aya kadar kestane evlerde çok yoğun olarak suda kaynatılarak, ya da fırınlarda pişirilerek (kebab), daha ender olarak pirinç pilavı ve et yemeklerinin içerisinde, börekler ve tatlılar ile çorbalarda değerlendirilmektedir (Okan vd., 2017b). Türkiye’de olduğu gibi farklı ülkelerde de sokaklarda kavrulmuş kestane satan kebabçılar söz konusu kültürün önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Şekil 2 d,e,f).

Ayrıca ülkemizde çeşitleri bulunan kestane şekeri üretimi ile önemli bir katma değer ve markalaşma sağlayan Bursa ili, sadece bu ürünle özdeşleşmekle kalmamış, en yüksek kestane üretimi Aydın ve İzmir’de gerçekleşmesine karşın, kestanenin başkenti olarak algılanmıştır. Farklı illerde de kestane şekeri üretimi için yeni girişimcilik örnekleri görülmektedir.

Somut kültürel miras örneklerimizi oluşturan ahşap yapılarda, kestanenin doğal dayanıklılığa sahip oluşu ve kurutulması sonrasında radyal ve teğet yönlerde az çalışması nedeniyle özellikle taşıyıcı elemanlar ile doğramalarda ahşabı tercih edilmiştir (Erdin ve Köse, 2002; Erdin ve Bozkurt, 2013). Kestanede odun kalitesini düşüren en önemli etken ise halka çatlağı ve öz odunda görülen renklenmelerdir. Halka çatlağı oluşum nedenleri: rüzgâr, don, çap artımı oranlarındaki ani değişiklikler, büyüme gerilmelerinde azalma, kambiyumun hasar görmesine bağlı olarak odunun direncindeki zayıflama, çevresel stres, toprak ve ağaçtaki madde eksikliği olarak belirtilmektedir (Fonti ve Macchioni, 2003). Renk değişiklikleri ise mantar kaynaklı olarak gerçekleşmektedir (Yurkewich vd., 2017). Doğu Karadeniz Bölgesinde kestane öz odununun açık ve koyu kahverengi şeritlerden oluşan ve yer yer halka çatlakları içeren kısmına “soğanlı” ve “çikolatalı” denmektedir (Okan vd., 2017a).



Şekil 2. Dizin (Sinop, a), Eğrelti altında üzerleri toprakla örtülecek kozak yatakları (b), kumda bekletilip çıkarılan (Ödemiş-İzmir, Ağustos ayı, c) kestaneler, sokaklarda kavrulmuş kestane satan kebağçılar (İstanbul, d, Incheon, Güney Kore, e-f)

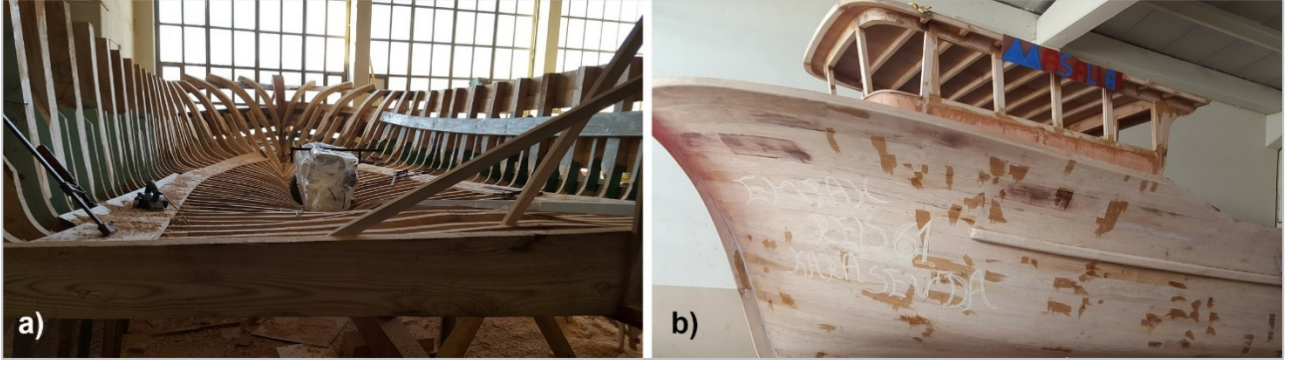


Kestane odunları dikili satış ile Karadeniz Bölgesinde tedarik edilmektedir (Şekil 3a). Özellikle Karadeniz Bölgesinde kestane ağacının bulunduğu alanlarda çantı sistemli aynı ahşap yapıda iç duvarlarda kayın gibi dayanıksız türler kullanılırken dış cephede meşe ile birlikte yoğun olarak kestane kullanılmıştır (Şekil 3 b,c). Günümüzde de bu kültürel mirasın sürdürülmesi amacıyla restorasyon çalışmalarında (Şekil 3d) aslına uygun malzemenin kullanılması ilkesi nedeniyle farklı boyut ve kalitede kestane ahşabına talep bulunmaktadır. Son derece özgün örnekleri oluşturan bu ahşap yapılar kültürel miras değerleri yanında karbon tutma potansiyeli ile birlikte ekoturizm alanlarında önemli durak noktalarını oluşturmaktadır (Okan vd., 2016).



Şekil 3. Dikili satış ile kesim sonrası çıkarılan kestane uzun gövde odunları (Artvin, a), Çantı sistemiyle kesteneden yapılmış ev ve ambar (Kestanelik Köyü, Ayancık-Sinop, b), Dış duvarları kesteneden yapılmış eve eklenmiş kestane ahşap duvarlı ek oda (Rize, c), Kestane ahşap elemanlar kullanılarak yapılan rekonstrüksiyon (Birgi-İzmir, d)

Ahşap evler kadar ahşap tekneler de (Şekil 4a,b) içinde bulunduğumuz coğrafyada çok uzun bir geçmişe dayanan bilgi ve tekniğin günümüzdeki yansımasıdır. Marmaray Metro Projesi Kazıları sırasında (2004-2013) Yenikapı'da 7-9. yüzyıllara tarihlendirilen suya doymuş ahşap batık ticaret gemilerinin birçoğunun kaplama ve farş tahtalarında yoğun olarak kestane kullanıldığı belirlenmiştir (Akkemik, 2015). Aynı alanda yapılan kazılar sırasında ortaya çıkan iskele ve dolgu kazıklarında da bu türün kullanılması deniz içi alanlarda kestane tercih edilmesinin bu coğrafya da çok uzun yıllardır bilindiğini işaret etmektedir (Köse vd., 2013). Sinop, Kurcaşile ve Sürmene ahşap tekne yapım mirasının günümüzde öne çıkan temsilcileridir (Özdemir, 2006; Davulcu, 2013; Davulcu, 2015; Alkan ve Altın, 2015; Wall vd., 2019b).



Şekil 4. Tekne yapımında kullanılan kestane ahşap elemanlar (Sinop)

Kestane odunu kurutulduğunda çatlamaması, hafif olması, dekoratif görünüşü, kolaylıkla çeşitli yağlarla üst yüzey bakımlarının yapılabilmesi ve doğal dayanıklılığı nedeniyle bahçe mobilyaları başta olmak üzere dış mekânlarda tercih edilmektedir. Son yıllarda doğallık ve çevre dostu ürünlere artan ilgi nedeniyle belirli kalınlıkta kesilmiş enine kesitlerden (kütük şeklini yansıtan) oluşan mobilyalar (Şekil 5a) popüler hale gelmiştir. Kestane odunu hücresel yapısı nedeniyle müzik aletlerinde de kullanılmaktadır (Şekil 5b). Kestane kanseri hastalığına bağlı olarak ağaçların çok sayıda sürgün vermesi, bu sürgünlerden bambu mobilyalara benzer ürünlerin imal edilebilmesine olanak sağlamıştır.



Şekil 5. Kestane kütüğünün dekoratif mobilya yapımı için işlenmesi (Türkeli-Sinop, a), kestane odundan üretilmiş bağlama tekneleri (Kastamonu, b).

Çok amaçlı faydalanma sağlanan kestane ağaçları için hedeflenen ürün ve hizmetlere göre farklı yönetim şekilleri işletilmektedir. Ülkemizde kestane, Karadeniz Bölgesinde çok yoğun olarak orman alanlarında çok düşük miktarda çoğunlukla orman kenarında yer alan tapulu arazilerde, Marmara Bölgesinde orman alanları ile birlikte tapulu bahçelerde, Ege Bölgesinde ise çok yoğun olarak bahçe halinde yayılış göstermektedir. Kırk dokuz yıllığına kiralanmış alanlara dikilen ceviz, incir gibi türler yanında kestane önemli tür olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 6. Diğere bölgelere göre çok daha küçük meyveler (a), bal üretimiyle öne çıkan bölgede orman içerisinde kovanlar için inşa edilmiş yapı (Artvin, b).

Kestane yönetim yaklaşımı içerisinde farklı bölgelerde farklı uygulamalar olabildiği gibi aynı bölgedeki farklı illerde de farklı yaklaşımlar görülmektedir. Artvin, Rize ve Trabzon'da kestane meyvesinden çok odun (Şekil 3a) ve bal üretimi ön plandadır (Şekil 6b). Diğere bölgelere göre çok daha küçük olan meyveler (Şekil 6a) ev içi kullanım amacıyla ormanda yerden toplanmaktadır.

Sinop'ta kestane çoğunlukla orman alanları içerisinde yer almaktadır. Tapulu tarım alanlarının kenarlarında bulunan kestane ağaçlarında üretim açısından önemlidir. Özellikle tarım alanlarının işlenmemesine bağlı olarak birçok alanda kestane ağaç sayısı artmıştır. Köylerde toplama işlemini yapabilenler kadar hasat mevsiminde şehirlerden köylerine gelen kişilerce de toplanan kestanelerin bir kısmı eviçi kullanım için ayrılmakta bir kısmı da aile bütçesine katkı için satılmaktadır. Tapulu tarlalarının hizasındaki orman alanları genel olarak arazi sahiplerince kestane toplamak için sahiplenilmiş durumdadır. Hasat için sıırıklarla yeşil kupulular içerisindeki kestane düşürülmektedir (dokuma yapılmaktadır). Hasat sonrası kupuluları ile birlikte kestanenin eğrelti (Şekil 2b) ve toprak altında depolanması hala yaygındır. Bu depolama faaliyeti üreticilere pazar durumuna göre farklı zamanlarda ve daha uzun sürelerde kestanenin satılması imkânını sağlamaktadır (Şekil 7a, b). Tüm alanlarda sabah erkenden gidip yere düşen kestanenin herkesçe toplanması (Başakçılık) normal karşılanmaktadır. Sinop Kuzu Kestanesi terimi büyük kentlerdeki pazarlarda bilinmekte ve daha yüksek fiyata satılmaktadır.



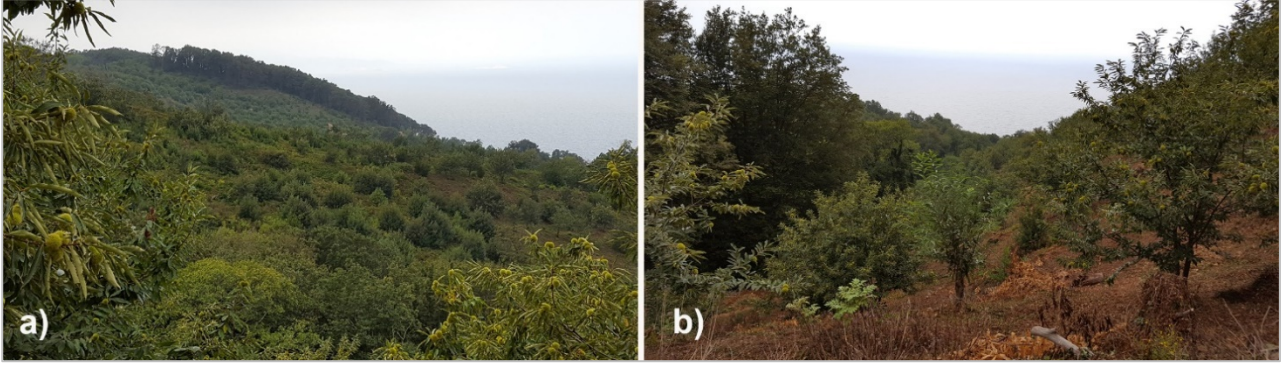
Şekil 7. Yerel pazarlarda hasattan sonra 3-5 aya kadar satışı yapılan kestane meyveleri (Erfelek-Sinop)

Zonguldak'ta da orman alanlarında bulunan kestane alanları adeta kapama bahçe (Şekil 8a) gibi tel vb. malzeme ile ayrılmıştır. Köylerde farklı ailelerce bakım yapılan bu alanlara başkalarının girmesine izin verilmemektedir. Günlük yere düşen kestane toplanarak köylere gelen toptancılara o günkü fiyattan satılmaktadır. Sinop ili ile karşılaştırıldığında fiyat çok düşüktür. Ayrıca bal üretimi Sinop'ta olduğu gibi önemlidir. Şile'de kestane alanları şehirden gelenlerin hafta sonu yürüyüşlerinde kestane topladıkları (Belgrad Ormanı gibi) alanlar niteliğindedir. Zaman zaman yerel halkla bu kişiler arasında tartışmalar yaşanabilmektedir. Alanda bal üretimi çok daha önemli görülmektedir (Şekil 8b). Çanakkale, çalışma yapılan alanlar içerisinde kestane toplamada orman alanlarından yararlanma ve kestane bahçelerini bünyesinde bulundurmasıyla farklılık göstermiştir. Aydın, İzmir ve Bursa kestane üretiminin kapama bahçelere (Şekil 8c) dayanmasıyla çalışmaya konu olan diğer illerden ayrılmıştır. Ayrıca bölgede 49 yıllığına kiralanılan alanlarda önemli miktarda kestane dikimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 8d).



Şekil 8. Farklı Bölgelerde kestane orman ve bahçelerine ait görünüşler, orman içinde bölümlere ayrılmış alanlar (Zonguldak, a), özellikle hafta sonu yoğun ziyaretçi baskısındaki alanlar (Şile-İstanbul, b), kestane bahçeleri (Eğrikavak-Aydın, c), 49 yıllığına kiralanmış alanlarda kestane alanları (Ödemiş-İzmir, d)

Kurşunlu'da (Karacabey-Bursa) işleyen yönetim modeli ise farklılık göstermektedir. Kestane bulunan orman alanları temizlenerek isteyen köylülere ayrılmıştır. Bu alanlardaki kestane fidanlarına aşılama yapılmıştır (Şekil 9 a, b). Son birkaç yılda gal arısı alanda öne çıkan zararlı olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 9. Kurşunlu'da orman alanlarının temizlenip kestane ağaçlarının aşılandığı alanlar (a). Bu faaliyet sonucu ortaya çıkan Bursa ile Balıkesir orman sınırının görünüşü (b)

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye için önemli bir orman ağacı olarak çok amaçlı kullanıma konu olan kestane, geleneksel olarak odun hammaddesi ihtiyacı, meyvesi, bal üretimi olmak üzere çeşitli amaçlarla yaprağı ve çiçeği ile kullanılmaktadır. Kestane, doğal ya da kültüre alındığı bölgelerde yaşayan insanların hayatında önemli bir yere sahiptir. Kestane alanları zengin biyolojik çeşitlilik ve yüzyıllarca süren insan faaliyetinin yarattığı kadim bir kültürel mirası içerir. Bu olumlu özelliklerinden dolayı kestane peyzajı ve ekosisteminin sosyal refah açısından sunduğu büyük faydalar için korunması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Kestanenin yetiştirilmesi ve yayılmasında anavatan olarak kabul edilen ülkemizde yüzyıllardır oluşmuş GEB'in yok olmadan yeni kuşaklara aktarılması garanti altına alınmalıdır. Bu çerçevede bu kadim kültürün korunması ve sürdürülmesi amacıyla kestaneyle dayalı GEB'in sonraki kuşaklara aktarılması için politikalar oluşturulmalıdır. Bu kapsamda CİK'in sağlayabileceği potansiyel faydalardan yararlanılmalıdır.

Kestane 81.232 hektar ile ülkemiz orman alanının %0,35'ini oluşturmaktadır (OGM, 2022). Bu yayılışın yaklaşık yarısını oluşturan (Anonim, 2014) Doğu Karadeniz Bölgesinde gerçekleştirilen dikili kesimler kestane odunundan elde edilecek değer düşük seviyede kalmasına neden olmaktadır. Yetiştigi ve ulaşılabildiği tüm bölgelerde doğal dayanıklılığı başta olmak üzere üstün özellikleri nedeniyle özellikle ahşap bina ve teknelerin inşası ve restorasyonu ya da yeniden yapılmasında kestane odunu önemli bir yer tutmaktadır. Ahşabın seçimi, depolanması, kurutulması ve işlenmesi konularında sahip olunan somut olmayan kültürel miras zaman kaybetmeden kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca somut kültürel mirasımızın önemli öğelerinden olan tarihi yapılarındaki ahşap elemanların bozulan kısmının değiştirilmesinde aynı (orijinal) ağaç türünün kullanılmasını öngören restorasyon ilkesi genellikle uygulanmamakta ve bu nedenle yapıların orijinal halinin korunması sağlanamamaktadır. Özellikle ahşap bina ve teknelerin inşasında kestaneyle üretilen ahşap elemanların istenen boyut, kalite ve sürede temin edilememesi bu sorunu oluşturan en önemli nedendir. Ormanlarımızdan üretilen emvalin restorasyon ve rekonstrüksiyon ihtiyaçlarına yanıt vermesinin sağlanabilmesi için gerekli standardizasyon çalışmalarının yapıp, ilgili paydaşların malzemeye ulaşım kanalları artırılmalı ve yurtiçi tedarik rahatlıkla sağlanmalıdır.

Genetik çeşitliliğin orman ağaçlarının yaşamlarını sürdürebilmeleri, gelişmeleri, hastalık ve zararlılara karşı direnç gösterebilmeleri için önemli olduğu unutulmamalıdır. Karadeniz Bölgesinde verilen göçle birlikte işlenemeyen alanlara son yıllarda ceviz vb. türlerin dikiminde artış olduğu dikkat çekmektedir. Bu tapulu alanlarda hastalığa dayanıklı kestane ırklarının dikimi veya aşılama çalışmaları meyve üretimine katkı sağlayacaktır. Ancak, doğal kestane ormanlarında yapılan aşılama çalışmalarının kestane ağaçlarının genetik çeşitliliğini tehdit ettiği göz ardı edilmemelidir.

ODOÜ'nün genelinde olduğu gibi kestane meyvesi ticaretine ilişkin farklı veri tabanları kullanılmaktadır. Bu veri tabanlarında dünya kestane üretimine ait veriler elde edilebilmektedir. Ancak, bazı veri tabanlarında diğer ürünlerle birlikte kestane verilerinin sunulması veya aynı isimle farklı ürünlerden bahsedilmesi (Bolivya kestanesi gibi) gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bolivya kestanesi olarak da adlandırılan farklı bir ürün olan *Bertholletia excelsa* meyvesi verileri ile kestane üretim verilerinin karıştırılması sonucu ülkemizde birçok rapor, makale, eylem planı gibi kaynaklarda Bolivya, Çin'in ardından kestane üretiminde ikinci sırada

gösterilmektedir. Bu kaynaklara dayanılarak yapılan farklı rapor ve değerlendirmelerde bu yanlışlık süregelmektedir.

Kestane üretiminde artış görülmekle birlikte ihracat düzeylerinin sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Türkiye'nin ihracatı artırma yönünde bir kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. İhracatı artırmak üzere politikaların geliştirilmesi, kestaneyle dayalı katma değerli ürünlerin oluşturulması ve girişimcilik ikliminin iyileştirilmesi önerilmektedir.

Özellikle bölgesel farklılıklar kapsamındaki üstünlük arz eden üretim biçimleri desteklenmeli ve yaşatılmalıdır. Bu doğrultuda geleneksel üretim biçimlerinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Kestane odun hammaddesine dayanan tekne, gemi vb. ürünlerin geleneksel üretim biçimlerinin sürdürülmesi için yerel ölçekte politikalara ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer şekilde, kestane balı üretimi gittikçe değer kazanan ve talep edilen bir geleneksel ürün olarak korunmalı ve desteklenmelidir.

### Açıklama

20 Ocak 2021 Bartın Orman Fakültesi tarafından düzenlenen Bölgesel Kalkınma Ekseninde Kestane Çalıştayı'nda "Türkiye'de Bölgesel Farklılıklar Kapsamında Kestaneyle Dayalı Faydalanmanın Sosyoekonomik Boyutu" başlıklı bir sunum yapılmıştır.

### Yazar Katkıları

Yazar Taner Okan: Makaleyi yazmış ve gerekli veriyi toplamıştır.

Yazar Coşkun Köse: Makaleyi yazmış ve görsel unsurlar ile desteklemiştir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akdoğan, S., Erkam, E., (1968). Dikkat kestane kanseri görüldü. *Tomurcuk* (1), 4-5.
- Akkemik, Ü., (2015). Yenikapı Batıkları, Cilt II, Yenikapı Batıklarının Ahşapları. İstanbul Üniversitesi Yenikapı-Batıkları Projesi, Ege Yayınları.
- Aktaş, G.,(2019). Aydın İli Nazilli ilçesi Oyukbaba dağındaki kestane (*Castanea sativam* L.) topluluklarının ekolojisi ve ekonomik önemi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Alkan, S., Altın, S. (2015). Kurucasıle'de ahşap tekne üretimi faaliyetlerinin gelişimi. I. Bartın Sektörel Kalkınma Sempozyumu, 8-10 Nisan 2015, s.17-26, Bartın.
- Anonim, (2014). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 2013-2017, Kestane Eylem Planı.
- Arias, E., Rondón, J., (2010). Manejo Forestal de Bertholletia excelsa HBK (castaña o nuez de Brasil). *Revista Forestal Latinoamericana* 25(1):93-113.
- Avşar, B. (2019). Kestane Turşusu Üretim Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Başer, U., Bozoğlu, M., Eroğlu, N. A., Topuz, B. K. (2018). Forecasting chestnut production and export of Turkey using ARIMA model. *Turkish Journal of Forecasting* 2(2), 27-33.
- Beccaro, G., Bounous, G., De Biaggi, Donno, D., Torello Marinoni, D. Gabriella Mellano, M. (2020). Botany, Anatomy, and Nut Composition. In *The Chestnut Handbook, Crop and Management*, (pp. 5-34). CRC Press. (Edited by Gabriele Beccaro Alberto Alma Giancarlo Bounous José Gomes-Laranjo).
- Bozkurt, Y., Yalıtık, F., Özdönmez, M., (1982). Türkiye'de orman yan ürünleri. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın No:2845, OF Yayın No: 302, İstanbul.
- Bozoğlu, M., Başer, U., Eroğlu, N. A., Topuz, B. K. (2019). Developments in the chestnut market of Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22(1), 19-25.
- Bulut, İ., Fural, Ş. (2018). Serik Bıçağı'nın coğrafi işaret tescili kapsamında değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 22 (özel Sayı), 557-580.
- Bounous, G., Beccaro, G., (2020). History: Growing and Using the Chestnut in the World from Past to Present.

- Beccaro, G., Alberto, A., Bounous, G, Gomes-Laranjo, J. (Eds) The Chestnut Handbook Crop and Forest Management, (pp. 1-4). Taylor & Francis Group, LLC.
- CİSB (2018). Bursa Bıçağı Coğrafi İşaret Sicil Belgesi, Erişim adresi: <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/326.pdf>
- CİSB, (2006). Karamürsel Sepeti Coğrafi İşaret Sicil Belgesi. <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/143.pdf>
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D., Caudullo, G., (2016). Castanea sativa in Europe: distribution, habitat, usage and threats. San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds) European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, (pp e0125e0+)
- Correia, P., Cruz, L., Costa, B., (2012). Morphology and structure of chestnut starch isolated by alkali and enzymatic methods. *Food Hydrocolloids* 28, 313-319.
- Cuestas, MI., Mattioni, C., Martín, LM., Vargas-Osuna E., Cherubini, M., Martin, MA. (2018). Functional genetic diversity of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations from southern Spain. *Forest Systems* 26(3): 1-5.
- Daşdemir, İ., Söğüt, T. (2017). Bartın'da Odun Dışı Orman Ürünleri ve Değerlendirilme Olanakları, IV. Ulusal Ormancılık Kongresi, II. Cilt,13-30, 15-16 Kasım 2017, Antalya.
- Davulcu, M. (2013). Bartın Yöresinde Ahşap Tekne Yapımcılığı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 5(1), 23-52.
- Davulcu, M. (2015). Karadeniz Bölgesinde ahşap tekne yapımcılığı ve günümüzdeki durumu. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi* 7(12), 94-124.
- De Biaggi, M., Beccaro, G., Casey, J., Riqué, P. H., Conedera, M., Gomes-Laranjo, J., Fulbright, D.W, Nishio, S., Serdar, Ü., Zou, F., Bellini, E. (2020). Distribution, Marketing, and Trade. In The Chestnut Handbook, Crop and Management, (pp. 35-52). CRC Press. (Edited by Gabriele Beccaro Alberto Alma Giancarlo Bounous José Gomes-Laranjo).
- De-Leonardis, W., De-Santis, C., Fichera, G., Fiumara, P.M.R., Longhitano, N., Zizza, A. (2000). Importance of *Castanea sativa* Mill. in honeys of central and north-eastern Sicily on the basis of the pollen grain analysis. *Ecologia Mediterranea* 26, 169–175.
- Doğanlar, M., (2014). Yalova'da (Türkiye) Kestane gal arısı, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin doğal düşman faunası hakkında ilk kayıtlar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 5(1): 67-74.
- Erdem, R., (1951). Türkiye'de kestane ölümünün sebepleri ve savaş imkânları, Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı 102.
- Erdin, N., Köse, C., (2003). *Cryphonectria parastica* (Murr.) Barr. ve hipovirulent ırk. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi* Seri B, Cilt 52-53, Sayı 2- 1-2, s.23-40.
- Erdin, N., Bozkurt, A. Y., (2013). Odun Anatomisi İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No5145/506. İstanbul.
- Erdoğan, G.İ. (2019). Kestaneli süt üretimi ve kestaneli sütün özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Erdoğan, A. (2021). Toros Sediri, Sığla ağacı ve kestane kabukları için optimum ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi ve elde edilen ekstraktların biyoaktif özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans programı, Aydın, Türkiye.
- Ertürk, Ü., Mert, C., Soylu, A. (2006). Chemical composition of fruits of some important Chestnut Cultivars, *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(2), 183-188.
- FAO (2022a). Dünyada Kestane Üretimi (2016-2020). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- FAO (2022b). Ülkelere Göre Kestane İhracatı (Ton) (2016-2020). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>
- Fonti, P., Macchioni, N. (2003). Ring shake in chestnut: Anatomical description, extent and frequency of failures. *Annals of Forest Science* 60(5), 403-408.
- Freitas, T.R., Santos, J.A., Silva, A.P., Fraga, H. (2021). Influence of climate change on chestnut trees: A Review. *Plants* (10)7, 1463.
- Freitas, TR., Santos, J. A., Silva, A.P., Fraga, H. (2022). "Correction: Freitas et al. Influence of climate change on chestnut trees: A review. *Plants* 2021, 10, 1463" *Plants* 11, no. 11: 1518. <https://doi.org/10.3390/plants11111518>

- Giray, H., Özkan, Z., Oran, H. (2012). Yerel ürünlerin ekonomik kalkınmadaki önemi, *Verimlilik Dergisi* 4: 109-115.
- Gündeğer, M. (2014). Coğrafi işaretli ürünlerin bölgesel turizmin gelişimindeki önemi: Çanakkale ili örneği (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.
- Karadeniz, V. (2013). Türkiye’de kestane tarımı ve başlıca sorunları. *The Journal of International Social Research* 6(27), 279-291.
- Keskinkılıç, F., İstanbullu, S. (2021). Kayseri ili bağlama yapımcıları. II. Uluslararası Develi-Âşık Seyrânî ve Türk Kültürü Kongresi I. Cilt Develi Bildirileri, 10-12 Ekim 2019, 155-160, Kayseri.
- Korkmaz, M., Duman, E. A. (2019). Türkiye’de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry* 20(4), 401-410.
- Köse, C., Doğu, A. D., Kartal, S. N., Erdin, N., (2013). Microbial decomposition of wooden marine piles from the ancient Byzantine port of Eleutherius/Theodosius in Istanbul, Turkey. Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on wet organic archaeological material conference, Istanbul.
- Köşker, H. (2022). Batı Karadeniz Bölümünün Coğrafi İşaretli Ürünlerinin Tespiti ve Bunların Turistik Önemi. *Journal of Humanities and Tourism Research* 12 (1) , 22-35.
- Lizotte, E. (2014). Edible sweet chesnuts. Extension Bulletin E3213, Michigan State University, [http://msue.anr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/Chestnuts\\_\(E3213\).pdf](http://msue.anr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/Chestnuts_(E3213).pdf)
- Massantini, R., Moschetti, R., Frangipane, M. T. (2021). Evaluating progress of chestnut quality: A review of recent developments. *Trends in Food Science & Technology* 113, 245-254.
- Merz, F. (1948). Kestane Ağacı: Ekonomik Önemi, Yetiştirilmesi, Bakımı ve Faydalanılması (Çeviren: Adil Gökşin) Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No:64, Cemal Azmi Matbaası, İstanbul.
- OGM, (2022). Orman alanlarının ağaç türlerine göre dağılımı\_2020. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (30.06.2022)
- Okan, T., Köse, N., Arifoğlu, E., Köse, C., (2016). Assessing Ecotourism Potential of Traditional Wooden Architecture in Rural Areas: The Case of Papart Valley. *Sustainability* 8, 974.
- Okan, T., Köse, C., Wall, J.R. (2017a). Türkiye’de kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve kullanımı üzerine geleneksel terimler. *Avrasya Terim Dergisi* 5 (1), 19-27.
- Okan, T., Köse, C., Wall, J.R. (2017b). Socioeconomic perspectives on household chestnut fruit utilization and chestnut blight prevention efforts in Turkey. *Sustainability* 9 (831), 1-13.
- Okan, T., Köse, C., Wall, J. R. (2018). Türkiye’de Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Üretimi, Faydalanması ve Ticareti, 1. Uluslararası Akdeniz Ülkeleri Silvopastoral sistemler ve konargöçer toplumlar sempozyumu, 80-87, 22-24 Ekim 2018, Isparta.
- Okan, T., Köse, C., Köse, N., Aksoy, E. B., Wall, J. R. (2021). How managing for chestnut honey in Turkey salvages trees and lifeways under increasing exotic pest and disease pressure. *Human Ecology* 49(2), 205-216.
- Okan, T., Köse, C. (2021). Orman ürünleri açısından fikri mülkiyet haklarından faydalanma olanakları. Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye’de Ormanlar ve Ormancılık, Sonçağ Akademi, s.273-304.
- Özdemir, Ü. (2006). Kurucaşile ilçesinde geleneksel ahşap tekne yapımı. *Doğu Coğrafya Dergisi* 11(16), 193-210.
- Porsuk, T., Özyürek, E., Karahan, A., Basar, M., Çetiner, Ş. (2012). Kütahya-Simav yöresindeki (*Castanea sativa* Mill) meyvesi üretiminin orman köylülerine yaptığı sosyo-ekonomik etkilerin araştırılması. Teknik Bülten No. 295; İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Serdar, Ü., Akyüz, B., Ceyhan, V., Hazneci, K., Mert, C., Er, E., Ertan, E., Çoskuncu Savaş, K. S., Uylaşer, V. (2017). Horticultural characteristics of chestnut growing in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60, 239-245.
- Solak, İ. (2008). Osmanlı İmparatorluğu döneminde Anadolu’da meyve ve sebze üretimi. *Selçuk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Dergisi* (24), 217-251.
- Şahin, G., Karadağ, A. (2021). İstanbul’un kaybolmaya yüz tutmuş kültürel değerlerinden Beykoz Bastonu. *Milli Folklor* 17(131), 204-218.
- Soylu, A., (2004). Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri. Genişletilmiş II. baskı, Hasad Yayıncılık, ISBN 975-8377-37-X, İstanbul.
- TPMK (2022). <https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani>
- Tuttu, G., Ursavaş, S., Söyler, R. (2021). Anadolu Kestanesi’ nin (*Castanea sativa* Mill.) etnobotanik kullanımı



- ve Türkiye'deki hasat miktarlarının trend analizi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 7(1), 23-33.
- Tuzlacı, E., (2011). Türkiye'nin yabancı besin bitkileri ve ot yemekleri. Alfa Basım Yayım Dağıtım San. Tic. Lmt Şti. İstanbul.
- TÜİK 2021. Ürün Denge Tabloları Hakkında Genel Açıklama. <https://data.tuik.gov.tr/>
- TÜİK (2022a). İllere Göre Kestane üretimi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (09.02.2022)
- TÜİK (2022b). Bitkisel üretim denge Tabloları (2019-2020). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2019-2020-37246> (31.01.2022)
- TÜİK (2022c). Bitkisel üretim denge Tabloları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2018-2019-33740> (31.01.2022)
- TÜİK (2022d). Bitkisel üretim denge Tabloları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari;-%22Meyveler,-Sert-Kabuklular-ve-Icecek-Bitkileri%22-2017-2018-30695> (31.01.2022)
- TÜİK (2022e). Bitkisel üretim denge Tabloları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari;-%22Meyveler,-Sert-Kabuklular-ve-Icecek-Bitkileri%22-2017-2018-27638> (31.01.2022)
- TÜİK (2022f). Bitkisel üretim denge Tabloları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari;-%22Meyveler,-Sert-Kabuklular-ve-Icecek-Bitkileri%22-2015-2016-24585> (31.01.2022)
- Wall, J. R., Aksoy, E. B., Köse, N., Okan, T., Köse, C. (2018). What women know that men do not about chestnut trees in Turkey: A method of hearing muted knowledge. *Journal of Ethnobiology* 38(1), 138-154.
- Wall, J. R., Okan, T., Köse, C., Köse, N., Aksoy, E. B. (2019a). Folk biological value and chestnut conservation in Turkey. *Economic Botany* 73(4), 461-476.
- Wall, J., Köse, C., Köse, N., Okan, T., Aksoy, E. B., Jarvis, D., Allred, S. (2019b). The role of traditional livelihood practices and local ethnobotanical knowledge in mitigating chestnut disease and pest severity in Turkey. *Forests* 10(7), 571.
- Wall, J. R., Köse, N., Aksoy, E. B., Köse, C., Okan, T., Allred, S. (2021). We live and die in chestnut: remaining and adapting in the face of pest and disease outbreak in Turkey. *Landscape Research* 46(7), 992-1003.
- Wall, J. (2022). Chestnut time and chestnut place: Conserving chestnut-ness (kestanelik) in Turkey. Wall, J. (Ed.). *The Cultural Value of Trees: Folk Value and Biocultural Conservation* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429320897>
- Yurkewich, J. I., Castaño, C., Colinas, C. (2017). Chestnut Red Stain: Identification of the fungi associated with the costly discolouration of *Castanea sativa*. *Forest Pathology* 47(4), 1-9.
- Yüksel, N., Balçık, E. Ü., Şirinyıldız, D. D., Binat, Z., Boyacıoğlu, O. (2020). Aydın'ın değerlerinden biri olan kestane meyvesinin önemi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 9(1), 162-166.
- Zeileis, A., Leisch, F., Hornik, K., Kleiber, C. (2002). "strucchange: An R package for testing for structural change in linear regression models". *Journal of Statistical Software* 7(2), 1-38.

# Genç Kızılçam Biyokütle Denklemleri; Kozağacı Orman İşletme Şefliği Örneği

Birsen DURKAYA<sup>1,\*</sup>, Ali DURKAYA<sup>2</sup>, Gülhan SAYIN<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup>Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü, Mersin, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 19.08.2022

Kabul: 07.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Ormanların karbon depolama kapasitelerine ilişkin hesaplamalar tüm dünyada giderek daha önemli hale gelmiştir. Karbon bildirimlerinde uluslararası kurumlar, orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarlarının envantere dayalı olarak, tam ve kesin olarak belirlenmesini arzu etmektedir. Tüm ülkenin ormanlık alanlarındaki karbon stokunun belirlenmesi için, her ağaç türünün farklı habitatlarda biriktirdiği biyokütle miktarının ve bağladıkları karbon miktarının yöresel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada genç kızılçamlar yöresel olarak dikkate alınarak, Mersin Kozağacı Orman İşletme Şefliği içerisindeki saf kızılçam meşcerelerine ait toprak üstü ve toprak altı biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Çalışmada ayrıca kızılçam için odun yoğunluk oranı ve ibre kuru ağırlık oranı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** –Pinus brutia, allometrik biyokütle denklemleri, orman karbonu, ince çaplı ağaçlar, LDMC

# Young Turkish Pine Biomass Equations; Kozağacı Forest Planning Unit Example

<sup>1,2</sup>Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup>Mersin Forest Regional Directorate, Bozyazı Forest Management Directorate, Mersin, Türkiye

## Article History

Received: 19.08.2022


Accepted: 07.11.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – Calculations of the carbon storage capacities of forests have become increasingly important all over the world. International institutions that make carbon notifications want the amount of carbon stored in forest ecosystems to be determined fully and precisely based on the inventory. In order to determine the carbon stock in forest areas of the whole country, it is necessary to determine locally the amount of biomass accumulated by each tree species in different habitats and the amount of carbon they have bound. In this study, above- and below-ground biomass equations were developed for young red pines belonging to pure red pine stands in Mersin-Kozağacı Forest Planning Unit. In the study, wood density ratio and needle dry weight ratio (LDMC) were also determined for red pine.

**Keywords** – Pinus brutia, allometric biomass equations, forest carbon, small diameter trees, LDMC

<sup>1</sup>  bdurkaya@bartin.edu.tr

<sup>2</sup>  adurkaya@bartin.edu.tr

<sup>3</sup>  gulhansanverdi@gmail.com

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Birsen Durkaya

## 1. Giriş

Orman ekosistemlerinde tutulan karbon miktarlarının ve değişimlerinin belirlenmesi küresel karbon döngüsünün anlaşılması için önemlidir. Özellikle artan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonlarının dünyamız üzerindeki olumsuz etkisinin hafifletilmesi açısından, giderek artan bir şekilde orman ekosistemlerinde tutulan karbonun güvenilir yöntemlerle belirlenmesi önemli hale gelmektedir. Karasal karbon stok alanlarının en önemlisi olan orman ekosisteminde en büyük paya odunsu bitkiler sahiptir. Ağaç biyokütlesinde depolanan karbonun hesaplanması sadece karbon döngüsünün anlaşılmasını da değil, aynı zamanda orman alanlarındaki yanıcı maddenin tespit edilmesinden, enerji amaçlı kullanılacak kaynağın belirlenmesine ve mevcut olan verim gücünün belirlenmesine kadar birçok konuda uygulayıcılara bilgi sağlamaktadır (De-Miguel vd., 2014). Odunsu biyokütle toprak üstü ve toprak altı olarak iki ana kısımda değerlendirilmektedir. Toprak üstü odunsu biyokütlenin belirlenmesi konusunda kullanılan yöntemlerle oldukça güvenilir veriler sağlanırken, toprakaltı odunsu biyokütlenin belirlenmesine yönelik kullanılan metotlar tüm dünya için hala bazı zorlukları içermektedir (Mokany vd., 2006). Odunsu biyokütlenin en doğru sonucunu veren yöntem efektif olmamakla birlikte arazide yapılan doğrudan ölçümlerdir. Yıkıcı metot olarak ifade edilen bu yöntem yerine, farklı yaklaşımları uygulayan biyokütle belirleme yöntemleri kullanılmaktadır. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerden ilki; biyokütle genişleme faktörü (biomass expansion factors -BEF) ya da biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörünün (biomass conversion and expansion factors -BCEFs) kullanımınıdır (Dutca vd., 2010; Neumann vd., 2016; Durkaya vd., 2020; Mahmood vd., 2020). İkinci yöntem olarak ise, Allometrik Eşitlikler (Allometric Equation) -yani matematiksel denklemlere dayanarak kolay ölçülebilen ağaç özelliklerine dayanarak, ölçümü zor olan özelliklere ulaşımı sağlamak- öne çıkmaktadır. Ağaçların çap-boy gibi özelliklerinden hareketle biyokütle ve karbon tahminine imkân tanıyan allometrik eşitlikler, biyokütle ve karbon stoklarının sağlıklı bir şekilde belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. (Ketterings vd., 2001; Aholoukpe, 2013; Durkaya vd., 2015; Durkaya vd., 2018). Yüksek hassasiyet ile ağaç biyokütlesinin belirlenmesinde allometrik eşitlikler daha kullanışlı olmasına rağmen, orman envanterine dayanan BEF and BCEFs kullanımı da yaygındır. Bunun yanında allometrik eşitlikler yönteminde veri toplama işlemlerinin büyük miktarda zaman, işgücü ve dolayısıyla masraf gerektirmesi dezavantajı olmaktadır (Poorter vd., 2015; Neumann vd., 2016). Ancak her ağaç türüne ve yetişme ortamı koşullarına göre özel olarak belirlendiğinden gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir.

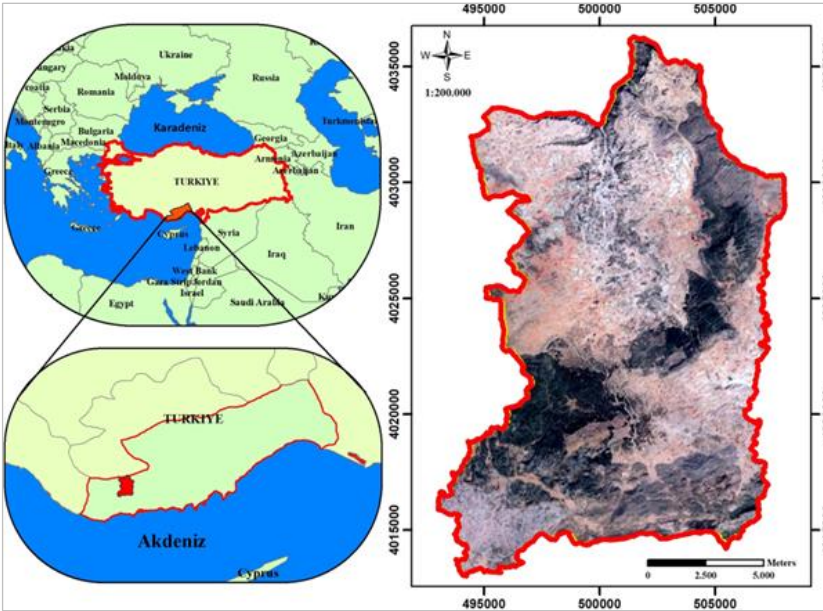
Türkiye'nin ağaç türleri arasında önemli paya sahip olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) 5.215.292 ha alana sahiptir. Bu alanın 3.407.368 ha normal kapalı, 1.807.924 ha'ı boşluklu kapalı orman vasfındadır. Ormanlık alanların asli ağaç türlerine dağılımı açısından iğne yapraklı orman ağacı türleri arasında en fazla yayılışa sahip olan kızılçam, tüm orman ağaçlarımız arasında ise %22,74 yayılış oranıyla meşe türünden sonra en fazla alana sahip türdür (Anon., 2020). Kızılçam türü için Türkiye'de çeşitli biyokütle çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Durkaya vd. (2009) tarafından Adana yöresine kızılçamlara ait allometrik biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Ayrıca ince çaplı kızılçamların, Sakıcı vd. (2018) tarafından ( $d_{1,30}$ ; 9-19 cm için), Bilgili ve Küçük (2009) tarafından ( $d_{1,30}$ ; 13-19 cm için), Eker ve Özçelik (2017) tarafından ( $d_{1,30}$ ; 1,5-11 cm için) ve Eker ve ark. (2017) tarafından ( $d_{1,30}$ ; 8 cm'den küçük) toprak üstü toplam biyokütlesi ve bileşenlerinin biyokütlesi için tahmin modelleri geliştirilmiştir. Güngöroğlu vd. (2018) tarafından Antalya yöresinde kızılçamın taç biyokütlesinin yanıcı madde miktarını belirleyebilmek için allometrik denklemler geliştirmişlerdir. Ağaç türlerinin farklı yetişme ortamlarındaki gelişmelerine göre ürettikleri biyokütle miktarları değişmektedir. Bu sebeple her türün lokal olarak biyokütle miktarlarının belirlenmesi, depolanan karbon miktarının daha doğru tespit edilmesinde önem arz etmektedir. Bu çalışmada Mersin Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü Kozağacı Orman İşletme Şefliği sınırlarındaki genç kızılçam meşcerelerinde toprak üstü ve toprak altı biyokütle belirlenmesi amacıyla allometrik biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Literatürde kızılçam için yapılan çalışmalar daha ziyade toprak üstüne ve yanıcı madde miktarının belirlenmesine yoğunlaşmıştır, bu çalışmada hem toprak üstü hem de toprak altı biyokütlenin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Ağaçların biyokütle değerleri karbon dönüştürme oranı ile çarpılarak, bileşenlerde depolanan karbon miktarına ulaşılabilmektedir. Türkiye'nin içerisinde bulunduğu ılıman kuşak ormanlarında iğne yapraklı orman ağaçları için bu oran 0,51 olarak önerilmektedir (IPCC, 2006). Buna göre çalışmada geliştirilen uygun biyokütle denklemleri kullanılarak alanda depolanan karbon miktarı belirlenebilecektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

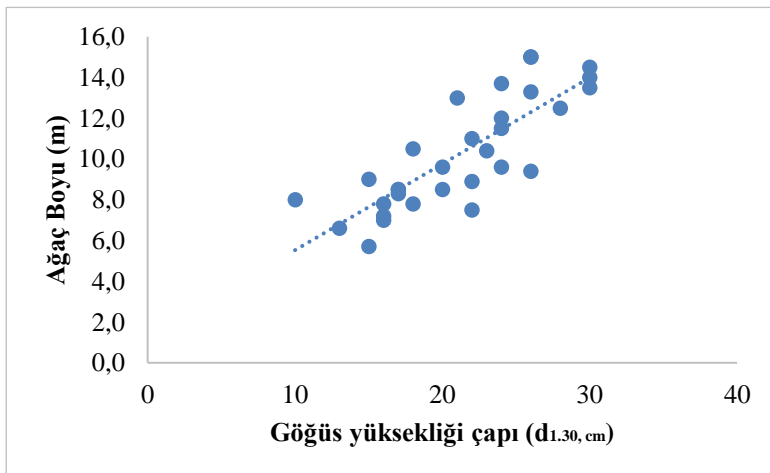
### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Mersin Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü Kozağacı Orman İşletme Şefliği 36° 27' 56" - 36° 15' 11" kuzey enlemleri ile 33° 05' 19" - 32° 52' 53" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Plan ünitesi Amenajman planında, Kızılcım İşletme sınıfı, Karışık (Sedir-Gökmar-Ardıç) ve Muhafaza Karakterli (Rekreasyon-Taşlık-Kayalık) İşletme Sınıflarından oluşmaktadır. Akdeniz dağ ikliminin hâkim olduğu çalışma alanında yıllık ortalama sıcaklık 8-12 °C, yıllık ortalama yağış 1.000-1.200 mm ve Nisan- Eylül dönemindeki bağıl nem ise %50-55 arasındadır (Anonim, 2016).



Şekil 1. Çalışma alanı

Çalışma alanındaki saf kızılçam ağaçlandırmalarından farklı çap kademelerinden 31 adet sağlıklı birey örnek ağaç olarak seçilmiştir. Örnek ağaçların çap-boy dağılımları Şekil 2'de, ölçülen değerlere ilişkin bazı istatistiksel veriler Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Örnek ağaçların çap dağılımları

Tablo1

Örnek ağaçların bazı istatistiksel verileri

Ağaç Türü	Değişkenler	Çap (cm)	Boy (m)	Gövde Yaş Ağırlığı (kg)	Hacim (m <sup>3</sup> )
Kızılcıam	Minimum	10	5,7	43,30	0,054
	Maksimum	30	15,0	567,37	0,414
	Standart Sapma	5,27	2,73	132,91	0,105
	Aritmetik Ort.	21,16	10,25	190,00	0,193

Seçilen örnek ağaçlar göğüs çapı ölçümünden sonra toprağa en yakın seviyeden kesilmiş ve ölçülmüştür. Örnek ağaçların dalları gövdeden ayrılarak dallar ve ibreler ayrı olacak şekilde gruplara ayrılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından her gruptan değerlendirmeler için örnekler alınmıştır. Örnek ağaçların gövde kısmı 2,05 m'lik seksiyonlara ayrılmış ve gövde hacmini belirlemek için gövdenin uç kısmının alt çapı ve uzunluğu ile seksiyonların uçlarındaki çaplar ölçülmüştür. Örnek ağaçların gövde hacimleri Smalian formülü ile belirlenmiştir. Her seksiyonun ağırlığı belirlenmiş ve bu seksiyonların ortasından 5 cm kalınlığında gövde örnekleri alınmıştır. Daha sonra her bir ağacın temsil ettiği alanlar belirlenmiş ve kazıcı ile kök derinliğine kadar kazılmıştır. Kökler topraktan temizlendikten sonra kaba kök (>2 mm) ağırlığı belirlenmiş ve örnekler alınmıştır. İnce kök miktarı ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Örneklerin tamamı etiketlenmiş ve arazide yaş ağırlık ölçümleri yapılmış ve plastik torbalarda muhafaza edilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen örnekler hava kurusu hale getirildikten sonra 65±3 °C'de ağırlıkları nihai kuru ağırlıkları belirlenene kadar fırında kurutulmuştur. Çalışmada odun yoğunluğu (Brown, 1997; Porte vd., 2002), kök/sak oranı ve ibre kuru madde oranı belirlenmiştir.

## 2.2. Değerlendirme

Örnek ağaçlardan elde edilen veriler kullanılarak biyokütle modelleri geliştirilmiştir. Bu amaçla göğüs yüksekliğindeki çap ( $d_{1,30}$ ) ve ağaç boyu ( $h$ ) bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Uygun olan denklemin belirlenmesinde belirtme katsayısı ( $R^2$ ) (16), standart tahmin hatası ( $Se$ ) (17), F değeri (18), toplam hata (TH(%)) (19), Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (OMH (%)) (20), ortalama sapma (OS) (21) ve mutlak ortalama sapma (OMS) (22) kullanılmıştır. Bu amaçla Belirtme katsayısı ve F değeri en yüksek, standart sapma ve diğer ölçüt değerlerinin en düşük olduğu denkleme 1 değeri verilmiş ve artan sıra numarası ile numaralandırılmıştır. Ortalama mutlak fark, standart hata, toplam hata ve ortalama mutlak hata değerleri küçük, belirleme katsayısı büyük olan modeller en uygun modeller olarak seçilmiştir. Çalışmada test edilen denklemler tek girişli ve çift girişli denklemler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Çalışmada test edilen modeller

Tek girişli modeller	No
$Y = a_0 + a_1 d_{1,30} + a_2 d_{1,30}^2$	(1)
$Y = a_0 + a_1 d_{1,30}$	(2)
$Y = a_0 + a_1 d_{1,30}^2$	(3)
$Y = a_0 + a_1 \ln(d_{1,30})$	(4)
$\ln(Y) = a_0 + a_1 \ln(d_{1,30})$	(5)
$\ln(Y) = a_0 + a_1 \ln(d_{1,30}) + a_2 \ln(d_{1,30})^2$	(6)
$\ln(Y) = a_0 + a_1 d_{1,30}$	(7)
$Y = a_0 + (a_1/d_{1,30})$	(8)
$Y = a_0 + a_1 d_{1,30} + a_2 d_{1,30}^2 + a_3 d_{1,30}^3$	(9)
$\ln(Y) = a_0 + (a_1/d_{1,30})$	(10)

Tablo 2

Çalışmada test edilen modeller (devam ediyor)

Çift girişli modeller	No
$Y=a_0+a_1d_{1,30}+a_2h+a_3d_{1,30}^2+a_4h^2$	(11)
$Y=a_0+a_1d_{1,30}+a_2d_{1,30}h+a_3d^2+a_4h+a_5d_{1,30}^2h$	(12)
$Y=a_0+a_1d_{1,30}+a_2d_{1,30}h+a_3d^2+a_4d_{1,30}^2h$	(13)
$\ln(Y)=a_0+a_1\ln(d_{1,30})+a_2\ln(h)$	(14)
$\ln(Y)=a_0+a_1\ln(d_{1,30})+a_2\ln^2(d_{1,30})+a_3\ln(h)+a_4\ln^2(h)$	(15)

Y= Bileşenlerin ağırlığı (kg)

 $d_{1,30}$ = Göğüs yüksekliği çapı (cm), $h_k$ =Ağaç yüksekliğini (m) belirtmektedir. $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$  ve  $a_5$  denklemin katsayıları

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y'_i - y_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (16)$$

$$Se = \sqrt{\frac{(y'_i \cdot y_i)^2}{n - p}} \quad (17)$$

$$F = \frac{S_{reg}^2}{S_{hata}^2} \quad (18)$$

$$TH(\%) = \left[ \frac{(\sum y'_i - \sum y_i)}{\sum y_i} \right] \times 100 \quad (19)$$

$$OMH(\%) = \left[ \frac{\sum |y'_i - y_i|}{\sum y_i} \right] \times 100 \quad (20)$$

$$OS = \frac{1}{n} \sum (y'_i - y_i) \quad (21)$$

$$OMS = \frac{1}{n} \sum |y'_i - y_i| \quad (22)$$

$$\text{Odun Yoğunluğu} = \frac{\text{Gövde biyokütle}}{\text{gövde hacmi}} \quad (23)$$

$$\text{Kök/Sak Oranı} = \frac{\text{Kök biyokütlesi}}{\text{Toprak üstü biyokütle}} \quad (24)$$

$$\text{İbre Kuru Madde Oranı} = \frac{\text{İbre kuru ağırlığı}}{\text{İbre yaş ağırlığı}} \quad (25)$$

Burada  $y'_i$ =Ağaç bileşeninin regresyon denkleminde elde edilen değeri,  $y_i$  = Ağaç bileşeninin değeri,  $S_{reg}^2$ : regresyon varyansını,  $S_{hata}^2$ : hata varyansını, n: veri sayısını, p: parametre sayısını,  $y_i$ : bağlı değişkenin ölçülen değerini,  $y'_i$ : bağlı değişkenin regresyon modeli ile tahmin edilen değerlerini göstermektedir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kızılçam ağaç türü için, göğüs yüksekliğindeki çap ( $d_{1,30}$ ) ve göğüs yüksekliğindeki çap ( $d_{1,30}$ )-ağaç boyu (h) bağımsız değişkenleri kullanılarak, toprak üstü ve toprak altı ağaç bileşenlerinin biyokütle değerleri tahmin edilebilmektedir. Bu maksatla göğüs yüksekliğindeki çapından ( $d_{1,30}$ ) biyokütle gelişimini

tahmin etmek için uygun bulunan tek girişli modeller ile göğüs yüksekliğindeki çapı ( $d_{1,30}$ ) ve ağaç boyunu (h) bağımsız değişken olarak kullanarak biyokütleyi belirlemede başarılı olan çift girişli modeller Tablo 3'te verilmiştir. Çift girişli modeller arasında ibre için uygun bulunan model logaritmik model olarak belirlenmiştir. Logaritmik modeller sistematik olarak daha küçük hesaplamalar yaptığı için f düzeltme faktörü ile çarpılması önerilmektedir (Durkaya, 1998).

Tablo 3  
Biyokütle modelleri

Göğüs çapını ( $d_{1,30}$ ) bağımsız değişken olarak kullanan modeller								
	R <sup>2</sup>	F	S <sub>e</sub>	TH (%)	OMH (%)	OS	OMS	f
GÖVDE = 83,8725-11,1023 $d_{1,30}$ +0,5047 $d_{1,30}^2$	0,88	103,99	21,14	-0,017	18,15	-0,015	16,07	26
DAL = 0,432+0,0129 $d_{1,30}^2$	0,80	116,10	1,46	0,25	19,59	0,014	1,11	27
İBRE = 5,8062-0,6284 $d_{1,30}$ +0,0255 $d_{1,30}^2$	0,85	82,1	1,05	-0,227	14,73	-0,010	0,68	28
TAC = -0,694+0,0237 $d_{1,30}^2$	0,91	300,2	1,68	-0,19	12,79	-0,020	1,31	28
KÖK = 4,2147+0,0481 $d_{1,30}^2$	0,55	35,6	9,9	-0,024	23,85	-0,0067	6,5	30
TÜM AĞAÇ = 73,7466-9,7579 $d_{1,30}$ +0,5452 $d_{1,30}^2$	0,91	154,3	22,31	-0,017	13,94	-0,022	17,58	31
Göğüs çapını ( $d_{1,30}$ ) ve ağaç boyunu (h) bağımsız değişken olarak kullanan modeller								
	R <sup>2</sup>	F	S <sub>e</sub>	TH (%)	OMH (%)	OS	OMS	f
GÖVDE = 11,597+0,61554 $d_{1,30}$ -0,1 $d_{1,30}h$ -0,0574 $d_{1,30}^2$ +0,0213 $d_{1,30}^2h$	0,94	96,22	16,02	0,0074	12,32	0,0065	10,91	32
DAL = 6,964+-1,878 $d_{1,30}$ +0,1182 $d_{1,30}h$ +0,0804 $d_{1,30}^2$ -0,005 $d_{1,30}^2h$	0,87	45,2	1,22	-1,43	16,06	-0,08	0,91	33
lnİBRE = 5,2006-3,3152ln $d_{1,30}$ +0,7235ln $d_{1,30}^2$ -1,5726lnh +0,5908ln $^2h$	0,95	112	0,14	1,09	8,66	0,05	0,40	1,02
TAC = 42,8096-4,7887 $d_{1,30}$ +0,4618 $d_{1,30}h$ +0,1358 $d_{1,30}^2$ -4,1287h+-0,011 $d_{1,30}^2h$	0,96	108,0	1,28	1,48	8,71	-0,15	0,89	35
KÖK = -11,6187+1,1084 $d_{1,30}^2$ +1,068h+0,031 $d_{1,30}^2$ -0,09h <sup>2</sup>	0,56	8,47	10,2	0,18	24,36	0,04	6,64	36
TÜMAĞAÇ = 2,888-3,249 $d_{1,30}$ +0,1226 $d_{1,30}h$ +0,1668 $d_{1,30}^2$ +0,0108 $d_{1,30}^2h$	0,94	115,9	18,5	0,03	10,76	0,05	13,57	37

Çalışmada her bileşen için ayrı ayrı belirlenen biyokütle değerleri karbon dönüştürme oranı ile çarpılarak, bileşenlerde depolanan karbon miktarına ulaşılabilmektedir. Bu amaçla Türkiye'nin içerisinde bulunduğu ılıman kuşak ormanlarında iğne yapraklı orman ağaçları için bu oran 0,51 olarak önerilmektedir (IPCC, 2006). Buna göre çalışmada geliştirilen uygun biyokütle denklemleri kullanılarak alanda depolanan karbon miktarı belirlenebilir.

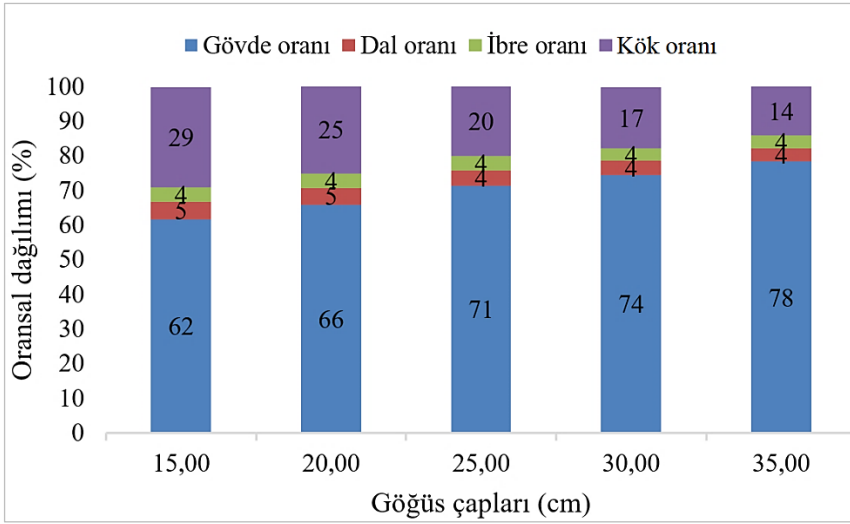
Çalışmada kızılçam gövde odun yoğunluğu ortalaması 0,434±0,022 olarak hesaplanmıştır. Kök/sak oranı ortalaması ise 0,241±0,015, ibre kuru madde oranı ortalaması ise 0,647 ±0,022 olarak hesaplanmıştır. Kızılçam bireylerinin gövde hacmi (v) ile ağaç bileşenlerinin biyokütleleri arasındaki ilişkinin karşılıklı olarak görülebilmesi için öncelikle gövde hacmi-biyokütle ilişkileri ağaç bileşenlerine göre modellenmiştir. Modeller Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4  
Gövde hacimleri ile ağaç bileşenlerine ait biyokütle miktarları arasındaki ilişki

	Denklem	R <sup>2</sup>	F	S <sub>e</sub>	TH (%)	OMH (%)	OS	OMS
<b>Gövde</b>	= -10,552+511,95(v)	0,82	132	25,5	0,000037	21,8	-0,000033	19,38
<b>Dal</b>	= 1,668+20,71(v)	0,45	24	2,4	-0,0041	35,5	0,00023	2,01
<b>İbre</b>	= 0,083+23,46(v)	0,84	156	1,07	-0,0052	17,1	0,000023	0,79
<b>Taç</b>	= 1,75+44,18(v)	0,69	64	3,14	-0,0025	24,9	0,00026	2,57
<b>Kök</b>	= 12,473+76,37(v)	0,30	12	12,3	-0,00000049	29,9	0,0000013	8,15
<b>Tüm Ağaç</b>	= 3,67+632,49(v)	0,79	107	34,9	-0,0041	21,3	0,0051	26,7

Orman alanlarında meşcerede biriken karbonun hesaplanması amacıyla, ne kadar biyokütle üretiminin gerçekleştirildiğinin bilinmesi gereklidir. Biyokütle belirlenmesinde de bu çalışmada da kullanılan allometrik ilişkilerin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Ağaçların kesilip tartılmasıyla direkt olarak biyokütle belirlenmesinin mümkün olduğu metoda göre daha kolay ve daha ucuz bir yöntemdir (St. Clair, 1993). Bu

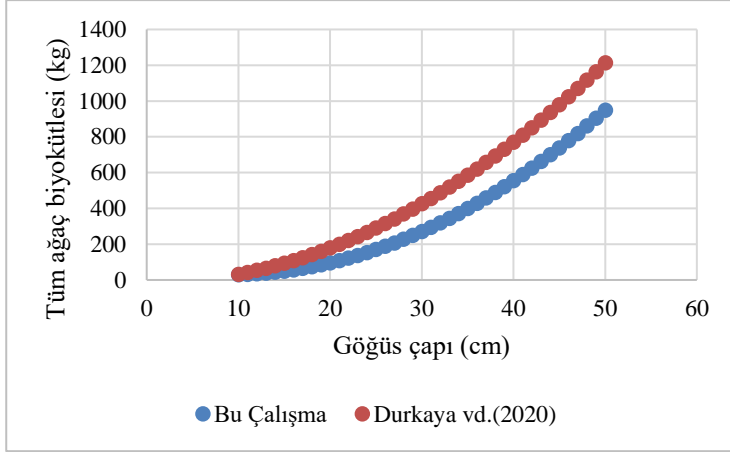
çalışmada Mersin-Bozyaka-Kozağacı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki kızılçam ağaçlandırmalarından alınan örnek ağaçlar kullanılarak ağaç bileşenlerine göre biyokütle miktarının belirlenmesi amacıyla, allometrik biyokütle denklemleri belirlenmiştir. Çalışmada biyokütle denklemlerine ilaveten bileşenlerin gövde hacimleri ile bileşenlerin biyokütle miktarları arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Bu sayede orman amenajman planlarında bulunan dikili gövde hacmi kullanılarak bileşenlerin ihtiva ettikleri biyokütle miktarlarına ulaşabilmek mümkün olacaktır. Sonuçlar, göğüs çapının tek olarak ve göğüs çapı ile ağaç boyunun birlikte bağımsız değişken olarak kullanılmasıyla, bileşenlerin ve tüm ağaç biyokütlesinin belirlenmesinde güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Tek değişkene kıyasla iki değişkenin kullanılmasında özellikle toprak üstü bileşenlerde  $R^2$  değerlerinde önemli derecede artış gözlenmiştir. Çalışmada elde edilen denklemler kullanılarak, farklı çap değerlerinde ağaç bileşenlerinin biyokütle oranlarının değişimi incelendiğinde, 15 cm çapta gövde oranı %62 iken, 35 cm çapta %78'e yükseldiği görülmektedir (Şekil 3). Bu sonuçlara benzer olarak Sakıcı vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada da ince çaptan kalın çapa gidildikçe gövde oranının arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, dal ve ibre biyokütle oranlarında çok fazla değişiklik olmamasına karşılık kök biyokütlesinin çap artışıyla birlikte azalış gösterdiği görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Toplam biyokütlenin ağaç bileşenlerine yüzde (%) olarak dağılımı

Çalışmada kızılçam gövde odun yoğunluğu ortalaması  $0,434 \pm 0,022$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonucun, Durkaya vd. (2020) çalışmasında kızılçam için belirlenmiş olan  $0,696 \pm 0,034$  odun yoğunluk değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Yine çalışmada belirlenen LDMC  $0,647 \pm 0,022$  değeri kızılçamın  $0,588 \pm 0,013$  LDMC değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan örnek ağaçların genç olmaları, daha küçük çap ve boy değerlerine sahip olması dolayısıyla odunun teknolojik özelliklerindeki farklılıkların bu durumun oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca aynı çapta olan bireylerin yetiştirme ortamı koşullarına bağlı olarak daha iyi boy gelişmesi yapması da bu farkın oluşmasına sebep olarak görülebilir. Nitekim bu iki çalışmada toplam toprak üstü biyokütle değerleri kıyaslandığında bu çalışmada elde edilen biyokütle miktarlarının daha düşük olduğu gözlenmektedir (Şekil 4).





Şekil 4. Toprak üstü tüm ağaç biyokütlesinin kıyaslanması

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada göğüs çapı ile göğüs çapı ve ağaç boyu kullanılarak genç kızılçam meşcereleri için biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Toprak üstü ve toprak altı ağaç bileşenleri için geliştirilen biyokütle denklemleri kullanılarak, Mersin Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü Orman Kozağacı İşletme Şefliği sınırlarındaki kızılçam ağaçlandırma alanlarının biyokütleleri toprak üstü ve toprak altı bileşenleri olarak 10-40 cm göğüs çapı için güvenle tahmin edilebilir. Ancak 10 cm çapında örnek ağacın bir adet olması ve ardından gelen en kalın çaplı örnek ağacın 13 cm göğüs çapına sahip olduğu göz önüne alındığında 15-30 cm çap aralığının daha güvenle kullanılabilmesi ön görülmektedir. Ayrıca kızılçam meşcerelerinde biriken karbon stok miktarlarının belirlenmesi amacıyla, kuru ağırlık miktarları 0,51 ile çarpılarak karbon depolama değerlerine ulaşmak mümkündür. Çalışmada orman amenajman planlarında verilen hacim miktarları kullanılarak, yöre için kızılçam ağaç bileşenlerinin ne miktarda biyokütle üretimi yaptıkları da geliştirilen gövde hacimleri ile ağaç bileşenlerine ait biyokütle denklemleri ile belirlenebilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada verilerin araziden elde edilmesinde destek sağlayan Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Bozyazı İşletme Müdürlüğü ve Kozağacı İşletme Şefliği'nin tüm personeline teşekkür ederiz.

#### Yazar Katkıları

Yazar Birsen Durkaya: Çalışmayı tasarlamış, verilerin laboratuvar işlemlerini gerçekleştirmiş, çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Yazar Ali Durkaya: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır.

Yazar Gülhan Sayın: Çalışmanın arazi çalışmasında veri toplamış.

#### Kaynaklar

Aholoukpè, H., Dubos, B., Flori, A., Deleporte, P., Amadji, G., Chotte, J. L., & Blavet, D. (2013). Estimating aboveground biomass of oil palm: allometric equations for estimating frond biomass. *Forest Ecology and Management*, 292, 122-129.

Anon., (2016). Orman Genel Müdürlüğü, Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü, Kozağacı Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı, 2016-2035.

Anonim, (2020). Türkiye Orman Varlığı. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-site-si/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf> (Erişim tarihi:20.06.2022)

- Bilgili, E., & Kucuk, O. (2009). Estimating above-ground fuel biomass in young Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.). *Energy & Fuels*, 23(4), 1797-1800.
- Brown, S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116(3), 363-372.
- De-Miguel, S., Mehtatalo, L., & Durkaya, A. (2014). Developing generalized, calibratable, mixed-effects meta-models for large-scale biomass prediction. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(6), 648-656.
- Durkaya, A., Durkaya, B., & Ünsal, A. (2009). Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(11).
- Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, E., & Orhan, I. (2015). Aboveground biomass and carbon storage relationship of Turkish pines. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(11), 3573-3583.
- Durkaya, B. (1998). *Construction of biomass tables of oak stands in Zonguldak Forest Enterprise*. ZKÜ Grad. Sch. Ap. Nat. Sci., M. Sc. Thesis, 110.
- Durkaya, B., Durkaya, A., & Kaptan, S. (2020). BEF-BCEF calculations for Turkey's important coniferous species. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3), 1053-1060.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Onal, G., & Kaptan, S. (2018). Evaluation of the effects of various factors on aboveground and belowground biomass storage capacity of *Rhododendron ponticum*. *Bosque*, 39(1), 95-106.
- Dutca, I., Abrudan, I. V., Stancioiu, P. T., & Blujdea, V. (2010). Biomass conversion and expansion factors for young Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees planted on non-forest lands in Eastern Carpathians. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3), 286-292.
- Eker, M., Poudel, K. P., & Özçelik, R. (2017). Aboveground biomass equations for small trees of brutian pine in Turkey to facilitate harvesting and management. *Forests*, 8(12), 477.
- Eker, M., & Ozcelik, R. (2017). Estimating recoverable fuel wood biomass from small diameter trees in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12A), 8286-8297.
- Güngöröglü, C., Güney, Ç. O., Sari, A., & Serttaş, A. (2018). Predicting crown fuel biomass of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) for the Mediterranean regions of Turkey. *Şumarski List*, 142(11-12), 601-610.
- IPCC, (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.). IGES, Japan. Erişim adresi: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [Verified 29/10/2008].
- Ketterings, Q. M., Coe, R., van Noordwijk, M., & Palm, C. A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*, 146(1-3), 199-209.
- Mahmood, H., Siddique, M. R. H., Islam, S. M., Abdullah, S. M., Matieu, H., Iqbal, M., & Akhter, M. (2020). Applicability of semi-destructive method to derive allometric model for estimating above-ground biomass and carbon stock in the Hill zone of Bangladesh. *Journal of Forestry Research*, 31(4), 1235-1245.
- Mokany, K., Raison, R. J., & Prokushkin, A. S. (2006). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, 12(1), 84-96.
- Neumann, M., Moreno, A., Mues, V., Härkönen, S., Mura, M., Bouriaud, O., ... & Hasenauer, H. (2016). Comparison of carbon estimation methods for European forests. *Forest Ecology and Management*, 361, 397-420.
- Poorter, H., Jagodzinski, A. M., Ruiz-Peinado, R., Kuyah, S., Luo, Y., Oleksyn, J., ... & Sack, L. (2015). How does biomass distribution change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents. *New Phytologist*, 208(3), 736-749.
- Porte, A., Trichet, P., Bert, D., & Loustau, D. (2002). Allometric relationships for branch and tree woody biomass of Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management*, 158(1-3), 71-83.
- Sakici, O. E., Kucuk, O., & Ashraf, M. I. (2018). Compatible above-ground biomass equations and carbon stock estimation for small diameter Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(5), 1-10.
- St. Clair, J. B. (1993). Family differences in equations for predicting biomass and leaf area in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). *Forest Science*, 39(4), 743-755.

# Orman Ekosistemindeki Zamansal Değişimin Orman Amenajman Planları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İncelenmesi: Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Örneği

Turan SÖNMEZ<sup>1</sup>, Burhan GENÇAL<sup>2\*</sup>, İnanç TAŞ<sup>3</sup>, Ali İhsan KADIOĞULLARI<sup>4</sup>

<sup>1,2\*,3,4</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 26.07.2022

Kabul: 21.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Orman ekosistemleri ve ekosistemdeki değişimin hızı dünyanın ekolojik yapısında meydana gelen değişiklikler ile gün geçtikçe artmaktadır. Dünyadaki artan nüfusun hızı ve endüstrideki gelişmeler sonucunda ortaya çıkan kirleticiler ve onların yıkıcı etkileri orman ekosistemlerinin zarar görmelerine sebep olmaktadır. Bu zararların ortaya konulması için genel olarak zamansal değişimler ve etki eden faktörlerin bilinmesi önemlidir. Faktörlerin ve değişimlerin anlaşılması için ise planlar kullanılması önemlidir. Mevcut orman yapısını ortaya koymak için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi teknolojisinin kullanımı, orman alanlarında çok amaçlı planlarının yapılması için her geçen gün artmaktadır. Bu amaçla oluşturulan çalışma kapsamında Bursa Orman Müdürlüğü'ndeki orman kaynaklarındaki zamansal ve mekânsal değişimleri Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma alanında 1972, 2004-2006 ve 2017 yılları arasında amenajman planı verileri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde 45 yılda Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman alanlarının %4,5 oranında arttığı belirlenmiştir. Verimli orman alanları ise 24.127 hektardan 60.849 hektara yükselmiştir. Verimli orman alanında ise %252 oranında artış görülmüştür. Bu belirgin artış yapılan silvikültürel müdahalelerin ve teknik uygulamaların ne derece etkili olduğunu gözler önüne sermektedir. Sonuç olarak; yoğun şehirleşmenin olduğu Bursa özelinde bu olumsuz yapıya rağmen toplumun refah düzeyinin artması, baltalık işletme şeklinden vazgeçilmesi, orman işletme yönetimlerinin daha küçük alanlarda ve daha fazla personel ile yapılabilmesi gibi nedenlerle orman alanlarında hem kalite hem de alansal olarak büyük bir artış görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler** – Zamansal değişim, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemi, Bursa ormanları, arazi kullanımı

## Analysing Temporal Changes in Forest Ecosystem with Geographic Information Systems and Forest Management Plans: Case Study in Bursa Forest Enterprise

<sup>1,2\*,3,4</sup>Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa, Türkiye

## Article History

Received: 26.07.2022

Accepted: 21.11.2022


Published: 15.12.2022


## Research Article


**Abstract** – Forest ecosystems and the change in the ecosystem are increasing day by day with the task it undertakes to protect the ecological balance in the world. The polluting and destructive effects of the rapid population growth on the one hand and the rapid development in the industry on the other require us to be much more sensitive to forest ecosystems. Understanding the temporal change in forest resources and the factors affecting this change is very important for increasing the effectiveness of the plans to be prepared and for the sustainable planning of forest resources. Remote Sensing technologies and Geographic Information Systems techniques in revealing the existing forest structure and long-term planning of forest areas with multi-purpose planning techniques is increasing day by day. Within the scope of this study prepared for this purpose, temporal changes in forest resources in Bursa Forest Management Directorate were analysed with Geographical Information Systems. Management plan data between 1972, 2004-2006, and 2017 were used in the study area. As a result of the evaluations, it has been determined that the forest areas of Bursa Forest Enterprise have increased by 4.5% in 45 years. The productive forest areas have increased from 24127 hectares to 60849 hectares. As a result, it was observed that an increase of 252% was achieved. This significant increase reveals how effective the silvicultural interventions and technical applications are. As a result, despite the negative structure in Bursa, where there is intense urbanization, there has been a significant increase in both quality and area in forest areas due to the increase in the welfare level of the society, the abandonment of coppice management, forest managements in smaller areas and with more personnel.

**Keywords** – Temporal change, remote sensing, geographic information system, Bursa forests, land use

<sup>1</sup>  turan.sonmez@btu.edu.tr

<sup>2</sup>  burhan.gencal@btu.edu.tr

<sup>3</sup>  inanc.tas@btu.edu.tr

<sup>4</sup>  ali.kadiogullari@btu.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Burhan Gencal

## 1. Giriş

Orman ekosistemleri ve ekosistemin değişimi dünyadaki ekolojik dengeyi korumak için üstlendiği görevle her geçen gün artmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve kalkınmanın kirletici ve yıkıcı etkileri bizi orman ekosistemlerine karşı çok daha duyarlı olmaya zorlamaktadır (Seçkin, 1995). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü tarafından yapılan bir çalışmaya göre; 1990 ile 2000 yılları arasında 16 milyon hektar alan kaybedilirken ve 2000 ile 2010 arasında 13 milyon hektar orman alanı kaybedilmiştir (FAO,2010). Orman ekosistemlerinin sürdürülebilir orman yönetimi ilkelerine uygun olarak değerlendirilmesi için değişimlerinin izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Kaptan ve Durkaya, 2019).

Bir yandan mekânsal değişimler hakkında bilgi, diğer yandan mekândaki değişimlerin zaman analizi gereklidir. Böylece edinilen veriler, yaşayan ekosistemlerden olan orman kaynağının sürdürülebilir planlamasına katkı sağlamaktadır. Özellikle ekosistem yönetimi gibi son dönemlerdeki planlama yaklaşımlarında, ormanların zaman içindeki değişimleri ve mekansal yapısı ile mevcut koşullara ilişkin verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Geçmişteki bilgilerin planlamaya yön vermek için etkin kullanımı, bu günlerde ancak bilgi teknolojilerinden olan uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) entegrasyonu ile mümkün olmaktadır. Cohen (1995) ve Kadioğulları (2008)'de bahsettiği gibi UA teknikleri, orman ekosistemlerindeki değişimleri nicelik ve parçalanma (fragmentasyon) açısından tespit etmek için uydu görüntülerini kullanır ve geleceğe yönelik planlama yapılırken doğru bilgi sağlayabilir.

CBS ve UA tekniklerinin ortak kullanımı ile orman alanlarının büyümesi, geniş ölçekli ve parçalı alanlar üzerinde kolay ve hızlı bir şekilde incelenebilmektedir. Son 30 yılda, sosyo-demografik yapının, orman varlığı üzerindeki değişime etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan insan-çevre ilişkisine odaklı araştırmaların sayısı giderek artmıştır (Call vd., 2017). UA teknikleri aracılığıyla arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) vb. değişiklikleri belirlemek için çeşitli uydu görüntüleri de kullanılmaktadır. Guatam vd. 2003 yılında yaptığı çalışmada arazi kullanımındaki mekânsal ve zamansal değişimleri 1976,1989 ve 2000 yılından aldığı uydu görüntüleri kullanarak belirlemiştir. Başka bir çalışmada, kentsel gelişme ve arazi kullanım değişimini incelemek için 2000 yılına ait Landsat ETM ve Landsat TM uydu görüntüleri ve 1950 ve 1985 yılına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır (Karabulut vd., 2006). Kadioğulları ve Başkent 2006 yılında yaptıkları çalışmada, 1987'den 2001'e kadar Landsat uydu görüntüleri kullanılarak, İnyet ve Yenice'deki orman işletme müdürlükleri için orman kaynaklarındaki zamansal ve mekansal değişimler araştırılmıştır. Ayrıca Genç ve Bostancı 2007 yılında Çanakkale ilindeki Troya Milli Parkı'nın arazi kullanımı ve bitki örtüsü dinamikleri belirlenmeye çalışılmıştır. 2002 yılında Yıldırım vd., yaptığı çalışmada çeşitli uydular kullanılarak Gebze'nin arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfları belirlenmeye çalışılmıştır. Benzer şekilde, Doğu Karadeniz bölgesindeki Torullu orman işletmesi için 1984-2005 yılları arasında amenajman planına göre ormanlık alandaki artış %8,24 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları vd., 2008). Fakat bu değişim ormanlık alan ile karşılaştırıldığında %0,9 olarak bulunmuştur. Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan bir çalışmada, 1971 ve 1987 yılları arasında ormanlık alanın %0,53 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Yıllık düşüş oranı ise %0,14 olarak hesaplandı. Gümüşhane'de ise uydu görüntüleri 1987 ile 2000 yılları arasında toplam ormanlık alan artışının %1,6 olduğunu göstermektedir (Kadioğulları ve Başkent, 2008). 1987-2000 yılları arasında yıllık değişim oranı %0,5 olarak belirlenmiştir. Yıllık değişim oranı %0,2 olarak belirlenmiştir (Günlü vd., 2009). Tunceli iline ait uydu görüntüleri ile yaptıkları çalışmada, yıllık ekim oranı %1,52 olarak hesaplanmıştır. Toplam alandaki bu artış, tek başına ormanlık alana göre (44.775 ha) %5,73 olarak hesaplanmıştır (Kadioğulları, 2013). Başkent ve Kadioğulları (2007) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, 1972 ve 1993 yılları arasında İnegöl'de toplam ormanlık alanda %3,3'lük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Yıllık değişim oranı ise %0,44 olarak belirlenmiştir. Kaptan, 2021 yılında Karabiga Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nde yaptığı çalışmada 1995 ve 2018 yılı sayısal meşcere tipleri haritaları kullanılarak yaşanan değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda en büyük orman varlığı kayıpları sırasıyla 2.964 hektar ile karışık ormanlarda, 2.628 hektar ile ibrelili ormanlarda ve son olarak 1.479 hektar ziraat alanları olmuştur. Yapraklı orman %61, ağaçsız orman %30, ziraat %1 azalırken, ibrelili orman %9 ve yerleşim alanı %20 artmıştır (Kaptan, 2021). Sauti ve Karahalil, Yuvacık OİŞ'nde 2021 yılında yaptıkları çalışmada, 1972, 2014 ve 2015 yıllarında amenajman planları ile 43 yıllık değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak yeni arazi türleri olarak özel ve kadastro ormanlarının ortaya çıkması, meşe baltalık ormanlarının azalması ve açık orman alanlarının %99'unun yerleşim alanına dönüşmesi

ile bariz değişiklikler gözlemlenmiştir. Karışık ormanlar %117,2 artarken, bozuk ormanlar keskin şekilde azalmıştır. Sonuçta, genel olarak orman varlığı %42 (5.194,9 hektar) artmıştır (Sauti ve Karahalil, 2021). Zengin vd., 2018 yılında Hasanlar baraj havzasında yapılan çalışmada ise 1986 ve 2010 yıllarına ait meşcere haritaları incelenmiş ve arazi kullanımındaki değişimler ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, orman alanları ve meralar azalırken, diğer alanlarda artış görülmüştür (Zengin vd., 2018).

Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Staus vd., 2002 yılında yaptığı çalışmada yıl bazında ormanların azalma oranı %0,53 olarak bulunmuştur. Hall vd., 2006 yılında Amerika'nın doğusunda yaptığı çalışmada ise ibreli formdaki ormanlarda bu azalış %1,8 olarak ortaya konulmuştur. Rusya'da ise Cushman ve Wallin, 2000 yılında bir biyosfer rezervi bölgesinde yangının etkisini araştırmış ve 1972-1992 yılları arasında sırasıyla geniş yapraklı ve ibreli ormanlarda %4,7 ve %18,3 oranında azalma yaşandığını bulmuştur. Aynı zamanda bu çalışmada ise Landsat uydu görüntüleri de kullanılarak ibreli, geniş yapraklı, ibre-geniş yapraklı karışık ormanları ve ormansız alan olarak sınıflandırma yapılmıştır. Zheng vd., 1997 yılında Çin'de bulunan başka bir biyosfer rezerv bölgesinde ise benzer bir çalışma yapılmış ve ormanların yok olma oranı %1,12 olarak kayıt altına alınmıştır. Hall vd. ve Mohammadi vd. ise sırasıyla 2006 ve 2010 yıllarında uydu görüntüleri ile meşcere hacminin tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Martin vd., 1998 yılında AVIRIS uydu görüntüsü kullanarak Harvard ormanlarında tür bazlı çalışmalar yapmış ve orman içindeki karışımlar tespit edilmiştir. Çalışmada sınıflandırma başarısı %75, kappa ise %68 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda AK/AÖ değişimi tahmin edilmesi çalışmalarında uydu görüntülerinden faydalanılmaktadır. Günlü vd., 2011 yılında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Cide Orman İşletme Müdürlüğü, Kızılcasu Orman İşletme Şefliğinde yaptığı çalışmasında Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri kullanmıştır. Kontrollü sınıflandırma tekniği kullanılarak yapılan çalışmada arazi kullanımı başarısı %87 ve kappa istatistik değeri ise %83 olarak tespit edilmiştir. İnegöl'de yapılan başka bir çalışmada ise Landsat TM uydu görüntüsü kullanılarak arazi kullanım sınıfları tespit edilmiş ve sınıflandırma başarısı %91,4 ve kappa istatistiği %90,5 olarak bulunmuştur. Aynı bölgede Landsat ETM uydu görüntüsüyle tekrar sınıflandırma yapıldığında ise bu oranlar sırasıyla %91 ve %90 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları vd., 2004). Çakır vd. 2007 yılında yaptığı çalışmada ise Artvin Bulanıkdere planlama biriminde Landsat TM ve Landsat 8 uydu görüntüsü kullanmış ve arazi sınıfları belirlemiştir. Bu iki uydu görüntüsünün sırasıyla sınıflandırma başarıları ve kappa istatistikleri, %82,2 - %79,1 ve %88,75 - %87,3 olarak tespit edilmiştir.

Planlı ormancılığının başlangıcından bugüne orman amenajman planları 10 ya da 20 yıllık periyotlarla yenilenmektedir. İlk planlama dönemi (1963-1972) ile 2020 yılı envanter verileri karşılaştırıldığında orman alanlarında 2.733.704 ha atış olduğu belirlenmiştir. Yine bu dönemde verimli orman alanlarında 4407972 ha artma ve bozuk orman alanlarında 1.674.268 ha azalma olduğu tespit edilmiştir (OGM,2021).

Çalışmada, CBS teknikleri ile Bursa Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde orman kaynaklarında meydana gelen zamansal ve konumsal değişimin izlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda 1972, 2004, 2006 ve 2017 yılları arasında ulaşılan orman amenajman plan verileri kullanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

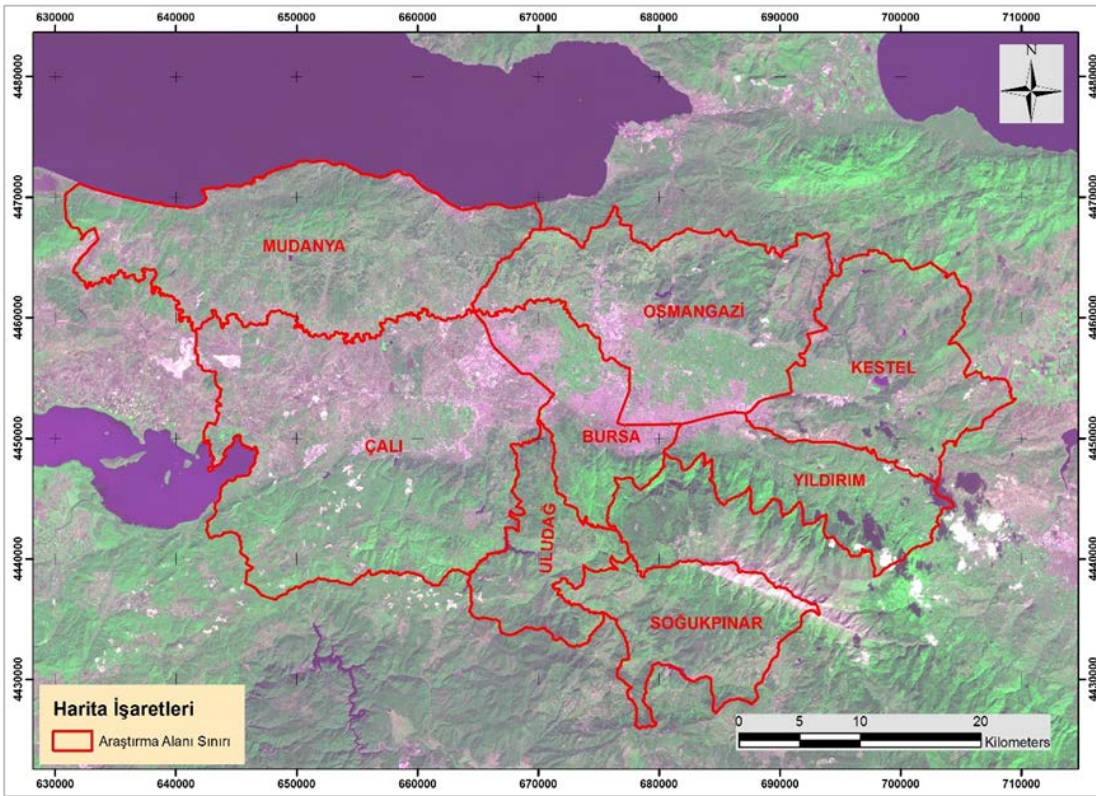
### 2.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanı olarak seçilen Bursa ili Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Mudanya, Osmangazi, Bursa Merkez, Yıldırım, Çalı, Kestel, Uludağ ve Soğuksu işletme şeflikleri seçilmiştir. Proje kapsamında toplam 8 adet işletme şefliği ve toplamda 196.702 ha alan incelenmiştir (Şekil 1). Araştırma alanı 2017 yılında 78.889 hektar orman alanına sahiptir. Ormanlık alanların büyük kısmı (60.849 hektar) verimli koru ormanı vasfındadır.

Araştırma alanının 1970 yılında 422.508 olan nüfusu ve 2018 yılında 2.250.808'e yükselmiştir. Bu da nüfusun 48 yılda %532 artış gösterdiği anlamına gelmektedir. 2010 ve 2018 yılları arasında ise 381.234 kişi artmıştır (%20). Kırsal nüfus 1970 ve 1980 yılları arasında artmış, daha sonra ise sert bir düşüş yaşamıştır (Tablo 1).

Kent (şehir) nüfusu ise 301.434'ten 2.207.121'e doğru sürekli olarak bir artış göstermiştir. Bu değişimler incelendiğinde kent nüfustaki hızlı artışa ters oranda kırsal nüfus azalma göstermiştir.

Son 48 yıllık zaman diliminde yoğun olarak demografik hareket yaşayan araştırma alanının bu değişimi Bursa ilinin 1987 yılında büyükşehir ilan edilmesi ile hız kazanmıştır. Ülkemizde birçok ilde olduğu gibi ormanlar üzerinde büyük bir baskı oluşturan ve kaçak kesimlerde etkili olan yakacak odun tüketimi doğalgaz kullanımı ile azalma göstermiştir. 1992 Aralık ayında Bursa ilinde konut sektöründe ilk doğalgaz tüketimi başlamıştır. Aynı zamanda 2004 yılından sonra Türkiye ormanlarında önemli bir yere sahip baltalık türü işletme sınıfındaki ormanlık alanlar koru ormanı (koruya tahvil) olarak planlanmaya başlanmıştır. 2006-2015 yılı Baltalık ormanların koruya dönüştürülmesi eylem planı kapsamında bu dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yoğun olarak tıraşlama kesimi ile işletilen meşe ormanları artık koru vasfında işletilmiş ve doğal dengenin korunması için önemli bir adım atılmıştır.



Şekil 1. 2017 yılına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü ve çalışma alanı

Tablo 1.  
Bursa Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) alanındaki nüfus değişimi

Yıllar	1970		1980		1990		2000		2010		2018				
İşletme Şeflikleri															
Mudanya	Şehir	25.481	Şehir	31.029	Şehir	38.656	Şehir	53.965	Şehir	54.161	Şehir	93.707			
	Kırsal	17.543	Kırsal	20.423	Kırsal	21.460	Kırsal	33.283	Kırsal	17.510	Kırsal	14.332			
	<b>Toplam</b>	<b>43.024</b>	<b>Toplam</b>	<b>51.452</b>	<b>Toplam</b>	<b>60.116</b>	<b>Toplam</b>	<b>87.248</b>	<b>Toplam</b>	<b>71.671</b>	<b>Toplam</b>	<b>108.039</b>			
Bursa Merkez					Nilüfer	Şehir	65.799	Şehir	178.682	Şehir	285.269	Şehir	441.299		
						Kırsal	28.902	Kırsal	42.371	Kırsal	13.642	Kırsal	5.246		
						<b>Toplam</b>	<b>94.701</b>	<b>Toplam</b>	<b>221.053</b>	<b>Toplam</b>	<b>298.911</b>	<b>Toplam</b>	<b>446.545</b>		
					Osmangazi	Şehir	510.902	Şehir	642.337	Şehir	764.944	Şehir	862.516		
						Kırsal	37.600	Kırsal	63.210	Kırsal	10.209	Kırsal	11.912		
						<b>Toplam</b>	<b>548.502</b>	<b>Toplam</b>	<b>705.547</b>	<b>Toplam</b>	<b>775.153</b>	<b>Toplam</b>	<b>874.428</b>		
	Şehir		275.953	Şehir		607.221	Yıldırım	Şehir	325.159	Şehir	480.266	Şehir	617.108	Şehir	653.004
	Kırsal		103.531	Kırsal		162.108		Kırsal	782	Kırsal	1.017	Kırsal	591	Kırsal	1.658
	<b>Toplam</b>		<b>379.484</b>	<b>Toplam</b>		<b>769.329</b>		<b>Toplam</b>	<b>325.941</b>	<b>Toplam</b>	<b>481.283</b>	<b>Toplam</b>	<b>617.699</b>	<b>Toplam</b>	<b>654.662</b>
					Gürsu	Şehir	18.681	Şehir	28.087	Şehir	55.131	Şehir	91.339		
						Kırsal	5.951	Kırsal	6.569	Kırsal	2.811	Kırsal	3.939		
						<b>Toplam</b>	<b>24.632</b>	<b>Toplam</b>	<b>34.656</b>	<b>Toplam</b>	<b>57.942</b>	<b>Toplam</b>	<b>95.278</b>		
					Kestel	Şehir	31.710	Şehir	44.102	Şehir	38.028	Şehir	65.256		
						Kırsal	16.471	Kırsal	16.606	Kırsal	10.170	Kırsal	6.600		
						<b>Toplam</b>	<b>48.181</b>	<b>Toplam</b>	<b>60.708</b>	<b>Toplam</b>	<b>48.198</b>	<b>Toplam</b>	<b>71.856</b>		
	<b>Toplam Şehir</b>		<b>301.434</b>	<b>638.250</b>		<b>990.907</b>		<b>1.427.439</b>		<b>1.814.641</b>		<b>2.207.121</b>			
	<b>Toplam Kırsal</b>		<b>121.074</b>	<b>182.531</b>		<b>111.166</b>		<b>163.056</b>		<b>54.933</b>		<b>43.687</b>			
	<b>Genel Toplam</b>		<b>422.508</b>	<b>820.781</b>		<b>1.102.073</b>		<b>1.590.495</b>		<b>1.869.574</b>		<b>2.250.808</b>			

## 2.2. Yöntem

Öncelikle Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman kaynaklarındaki zamansal değişimini ortaya koymak için hazırlanması elzem olan vektör veriler ve kaynakları ayrıca hazırlama süreçleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda, Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün 1972 yılı meşcere tipleri haritaları Raster formattan taramak suretiyle elde edilmiştir. Bu işlemten sonra 2004-2006 yılları arasında hazırlanan ve CBS ortamında muhafaza edilen amenajman planları ile 2017 yılında yapımı tamamlanan amenajman planları sayısal olarak elde edilmiştir.

Vektör veriler, ilgili şeffiklere göre hazırlanmış olan geçmiş veya yürürlükteki orman amenajman planlarındaki meşcere tipleri haritasında bulunan bölmecik katmanlarının sayısallaştırılması sonucunda bulunmuştur. Veri eldesinin aşamaları şu şekilde özetlenebilir;

1. Tarama,
2. Koordinat ve projeksiyon dönüşümü,
3. Sayısallaştırma,
4. Öznitelik verilerinin girilmesi,
5. Düzeltme işlemleri ve topolojik yapının oluşturulması,
6. Sorgulama ve analizler için harita türetilmesi (Meşcere tipleri, orman durumu, arazi kullanım sınıfları gibi.)

Söz konusu araştırma alanının 1972 yılına ait meşcere tipleri haritaları raster yahut hücreli formattan ozalitler üzerinden taramak suretiyle bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tarama işlemi, 400 dpi çözünürlükte ve A0 boyutunda tarayıcılar ile gerçekleştirilmiştir.

Taranan haritalar Arc/Info 10.5 TM programı kullanılarak bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır. Taranan TIF formatlı haritalar üzerinde nirengi noktaları tespit edilerek bu noktalara ait koordinat değerleri 1/25.000 ölçekli paftalardan bakılarak girilmiştir. Bu yöntem ile haritalar gerçek alanlarına yerleştirilmiştir. Bu koordinat noktaları referans alınarak çalışma alanına ait meşcere tipi haritasının oluşturulması için boş bir harita katmanı üretilmiştir. Taranan harita dikkate alınarak görüntü üzerinde 1/3.000 – 1/5.000 ölçek hassasiyetiyle çalışılarak alanın bölmecik haritası üretilmiştir. Bölmecik haritasının öznitelik tablosunda çeşitli sorgulamalar yapılarak zamansal değişimin belirlenmesi için meşcere tipleri, bölme numaraları, işletme müdürlüğü ve planlama birimleri gibi verilerin girilmesi amacı ile yeni alanlar (field) oluşturulmuştur. Bu sayede öznitelik tablosuna bağlı veri tabanı üretilmiştir.

Konumsal analizleri ve zamansal değişimi tüm alanda ortaklaşa yapabilmek amacıyla, 1972 yılına ait 14 adet seriden oluşan Bursa Orman İşletme Müdürlüğü, tek katmanda ortaya koyulmuştur. Şekil 2'de serilerin birleştirilmesi ile oluşan 1972 yılı tanıtım haritası görülmektedir.





Benzer şekilde 1972 yılında 10.109 ha olan 3 kapalı verimli ormanlar 2017 yılında 42.651 ha çıkmış ve 1972 yılındaki verimli ormanların en az iki katına ulaşmıştır. Toplamda ise 1972 yılında 24.127 ha olan verimli orman alanları yapılan ormancılık faaliyetleri ve sosyal baskının azalması ile 2017 yılında 60.849 ha değerine kadar çıkmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

Çalışma alanındaki son 13 yıldaki değişim incelendiğinde, bozuk orman alanları 26.631 ha değerinden 18.040 ha değerine kadar düşmüştür. 3 kapalı orman alanları 35.342 ha değerinden 42.651 ha değerine yükselmiştir (Tablo 4, Şekil 5).

Tablo 2.

Bursa OİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

		2004-2006							
	Kapalılık Sınıfları	1	2	3	Açıklık	Bozuk Orman	Gençleştirme	Özel Ağaçlandırma	Genel Toplam
1972	1 (%10-40)	254,0	606,0	684,0	160,0	198,0	11,0	0,0	1.913,0
	2 (%40-70)	1,0	12,0	451,0	12,0	9,0	0,0	0,0	485,0
	3 (>%70)	749,0	2.067,0	5.836,0	792,0	643,0	16,0	6,0	10.109,0
	Baltalık	1.244,0	54,3	7.110,0	1.228,0	1.410,0	26,0	60,0	11.620,0
	Bozuk Orman	3.917,0	4.071,0	15.243,0	7.153,0	17.501,0	61,0	13,0	47.958,0
	Açıklık	1.523,0	2.417,0	6.018,0	107.197,0	6.871,0	28,0	563,0	124.617,0
	<b>Genel Toplam</b>	<b>7.687,0</b>	<b>9.715,0</b>	<b>35.342,0</b>	<b>116.542,0</b>	<b>26.631,0</b>	<b>142,0</b>	<b>642,0</b>	<b>196.702,0</b>

Tablo 3.

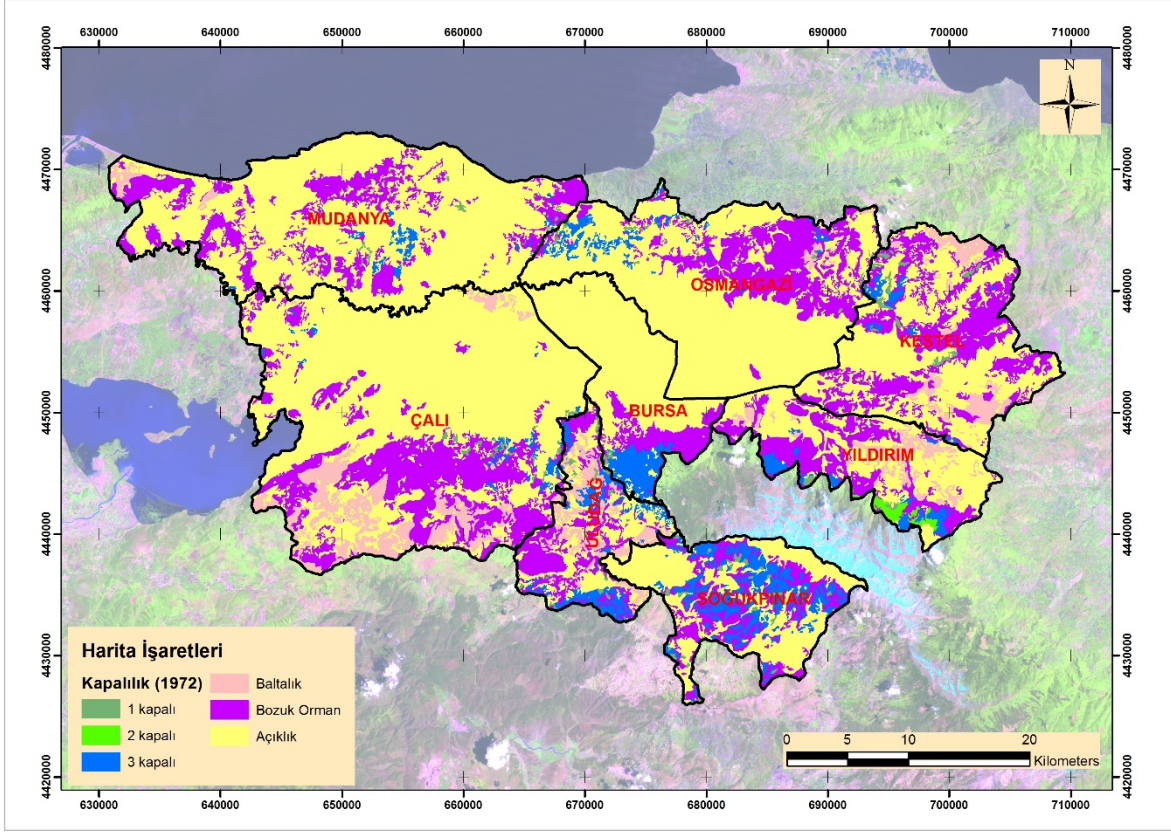
Bursa OİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

		2017							
	Kapalılık Sınıfları	Gençleştirme	1	2	3	Bozuk Orman	Özel Ağaçlandırma	Açıklık	Genel Toplam
1972	1 (%10-40)	9,0	247,0	686,0	620,0	183,0	0,0	168,0	1.913,0
	2 (%40-70)	0,0	0,0	2,0	457,0	14,0	0,0	11,0	485,0
	3 (>%70)	61,0	819,0	2.540,0	5.353,0	569,0	13,0	754,0	10.109,0
	Baltalık	0,0	336,0	816,0	8.007,0	911,0	79,0	1.472,0	11.620,0
	Bozuk orman	2,0	3.540,0	4.719,0	20.364,0	11.710,0	390,0	7.233,0	47.958,0
	Açıklık	11,0	1.428,0	2.981,0	7.850,0	4.653,0	580,0	107.113,0	124.617,0
	<b>Genel Toplam</b>	<b>83,0</b>	<b>6.370,0</b>	<b>11.745,0</b>	<b>42.651,0</b>	<b>18.040,0</b>	<b>1.061,0</b>	<b>116.751,0</b>	<b>196.702,0</b>

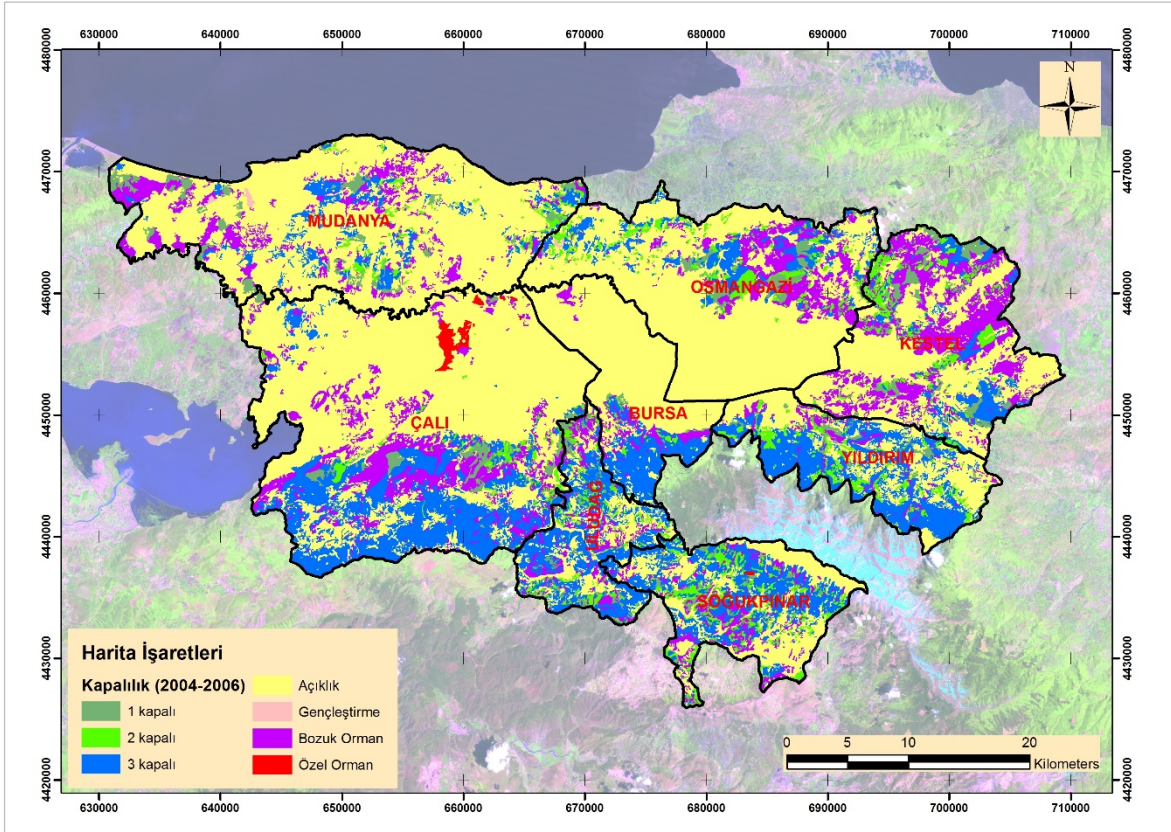
Tablo 4.

Bursa OİM 2004 ve 2017 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

		2017							
	Kapalılık Sınıfları	Gençleştirme	1	2	3	Bozuk Orman	Özel Ağaçlandırma	Açıklık	Genel Toplam
2004-2006	1 (%10-40)	2,5	996,4	1.392,7	3.429,6	1.246,0	2,9	617,2	7.687,0
	2 (%40-70)	28,2	1.031,7	3.533,6	3.466,4	801,1	9,5	844,4	9.715,0
	3 (>%70)	44,4	1.159,7	4.133,3	25.460,0	2.062,3	4,8	2.478,1	35.342,0
	Açıklık	5,5	674,5	1.084,2	30.789,0	3.281,6	198,7	108.219,0	116.542,0
	Bozuk Orman	2,3	2.496,1	1.597,2	6.982,2	10.633,7	425,8	4.493,9	26.631,0
	Gençleştirme	0,0	1,4	3,6	126,6	1,6	0,0	9,1	142,3
	Özel Ağaçlandırma	0,0	10,6	0,0	107,8	13,8	419,6	89,8	641,6
<b>Genel Toplam</b>	<b>82,8</b>	<b>6.370,4</b>	<b>11.744,7</b>	<b>42.651,4</b>	<b>18.040,0</b>	<b>1.061,4</b>	<b>116.751,0</b>	<b>196.702,0</b>	



Şekil 3. Çalışma alanı 1972 yılı kapalılık sınıfları haritası



Şekil 4. Çalışma alanı 2004-2006 yılı kapalılık sınıfları haritası



Tablo 6.  
Bursa ÖİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi (ha)

		2004-2006													Bozuk	Gençleş-tirme	Özel Ağaçlan-dırma	Açıklık	Genel Toplam
Gelişim Çağları	a	ab	b	bc	c	c/ab	c/b	cd	d	d/a	d/ab	d/b	d/bc						
1972	a	0,0	88,4	274,6	679,1	688,1	0,3	21,2	170,9	53,8	0,0	0,2	80,6	13,6	66,5	0,0	0,0	96,2	2.233,5
	b	72,4	183,3	86,3	175,9	937,5	0,0	6,6	1.159,3	529,4	0,0	0,4	18,9	0,0	379,9	14,3	0,0	410,4	3.974,6
	bd	83,5	39,9	32,0	142,1	645,2	0,0	0,0	829,8	601,6	0,5	0,0	83,3	88,4	228,6	12,6	0,0	291,8	3.079,2
	c	0,0	0,6	0,0	89,0	60,5	1,8	0,0	167,6	90,3	0,0	0,0	5,7	0,0	30,7	0,0	0,8	16,3	463,5
	cb	4,8	4,5	13,3	166,2	293,7	2,3	0,0	381,2	290,1	2,4	9,4	2,1	0,0	69,4	0,0	0,0	52,8	1.292,1
	cd	7,8	2,2	1,3	23,3	38,2	2,6	0,0	111,3	81,7	0,0	14,4	0,6	0,0	10,8	0,0	0,0	8,2	302,5
	cdb	2,1	1,3	12,0	49,8	69,0	0,0	0,0	351,8	51,1	18,9	0,0	9,8	0,0	29,8	0,0	4,8	28,0	628,3
	db	48,5	6,7	1,0	26,5	34,1	0,0	0,0	146,0	169,5	3,4	2,6	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	60,2	532,7
	Baltalık	1.310,8	4.970,0	1.417,5	431,4	270,6	0,0	17,8	176,7	152,7	0,0	0,0	148,5	0,0	1.409,7	26,4	59,9	1.228,4	11.620,4
	Bozuk Orman	3.191,1	6.806,5	4.079,5	2.033,3	3.336,8	32,2	24,8	2.393,1	988,2	4,7	118,0	168,5	53,9	17.500,7	61,2	12,9	7.152,9	47.958,3
Açıklık	1.311,4	2.420,7	1.301,8	1.229,7	1.337,7	0,0	5,6	1.592,1	664,1	11,7	11,9	71,5	0,0	6.870,9	27,9	563,2	107.197,0	124.617,1	
Genel Toplam	6.032,4	14.524,1	7.219,2	5.046,4	7.711,4	39,2	76,1	7.479,7	3.672,7	41,6	156,9	589,4	155,9	26.631,1	142,3	641,6	116.542,3	196.702,1	

Tablo 7.  
Bursa ÖİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi (ha)

		2017										Bozuk	Gençleştirme	Özel Ağaçlandırma	Açıklık	Genel Toplam
Gelişim Çağları	a	ab	b	bc	c	cd	d	d/ab	d/b							
1972	a	0,0	38,0	169,7	362,8	969,0	497,6	38,1	0,0	48,4	50,1	6,3	0,0	53,5	2.233,5	
	b	221,7	57,3	163,1	252,0	256,9	1.582,5	548,9	0,0	19,8	367,6	63,5	1,3	440,0	3.974,6	
	bd	108,8	26,7	78,0	152,7	292,1	1.145,4	685,2	13,5	56,6	226,9	0,0	4,9	288,5	3.079,2	
	c	0,0	5,8	3,1	68,9	23,9	271,8	59,0	0,0	0,0	22,6	0,0	0,4	7,9	463,5	
	cb	7,8	8,9	16,3	122,4	270,6	425,1	335,5	6,1	0,0	43,3	0,0	0,0	56,3	1.292,1	
	cd	7,4	5,6	4,0	31,7	13,3	147,1	63,7	9,8	0,0	8,9	0,0	0,0	11,0	302,5	
	cdb	17,2	3,0	9,9	49,0	102,9	203,1	194,0	1,5	0,0	21,3	0,0	6,0	20,3	628,3	
	db	29,8	0,4	26,8	4,2	20,2	146,8	218,3	4,6	0,4	25,6	0,0	0,0	55,5	532,7	
	Bozuk	7.263,7	3.168,9	5.879,2	3.590,2	2.897,0	4.455,6	968,9	164,4	234,7	11.710,2	2,0	390,0	7.233,3	47.958,3	
	Baltalık	1.361,2	1.888,1	4.111,9	801,5	232,6	404,3	204,8	67,3	87,3	910,7	0,0	78,9	1.471,9	11.620,4	
Açıklık	2.161,9	1.183,2	2.781,2	1.498,9	1.318,4	2.597,1	609,2	22,2	88,0	4.652,8	11,1	579,9	107.113,2	124.617,1		
Genel Toplam	11.179,5	6.385,9	13.243,3	6.934,1	6.396,9	11.876,5	3.925,7	289,4	535,1	18.040,0	82,8	1.061,4	116.751,4	196.702,1		

Tablo 8.  
Bursa OİM 2004 ve 2017 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi

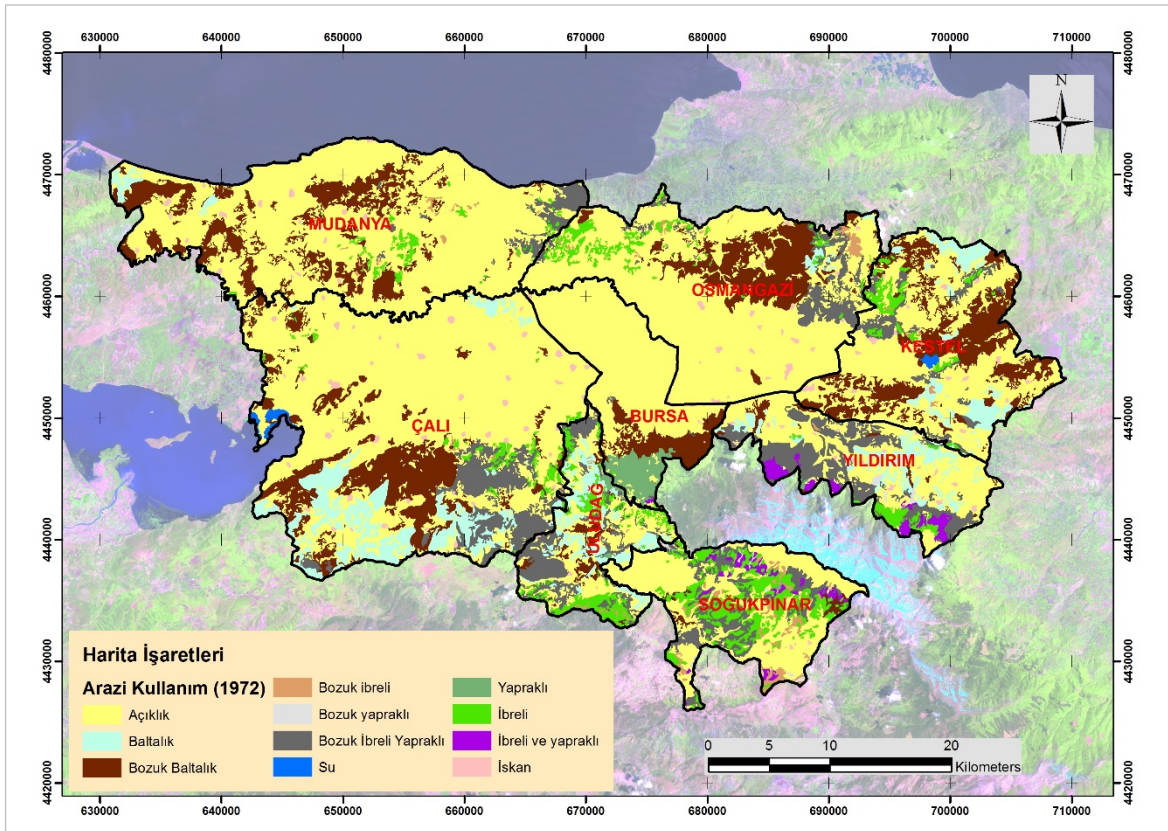
		2017													
Gelişim Çağları		a	ab	b	bc	c	cd	d	d/ab	d/b	Bozuk	Gençleştirme	Özel Ağaçlandırma	Açıklık	Genel Toplam
<b>2004-2006</b>	<b>a</b>	1.268,9	597,2	1.580,3	140,9	678,4	136,3	15,6	29,5	1,2	1.088,8	0,0	0,3	495,1	6.032,4
	<b>ab</b>	2.185,5	2.922,7	5.637,5	583,7	207,6	298,8	61,1	71,3	89,9	1.313,1	0,0	0,2	1.152,6	14.524,1
	<b>b</b>	523,8	617,0	2.355,2	1.556,3	796,3	192,3	43,1	6,9	35,8	490,6	5,4	1,0	595,6	7.219,2
	<b>bc</b>	24,1	147,2	606,0	1.391,9	1.197,1	877,9	134,1	5,1	41,0	194,0	1,5	0,2	426,3	5.046,4
	<b>c</b>	243,9	55,1	232,3	1.330,2	1.654,3	2.929,2	377,4	82,4	5,1	391,5	19,1	0,4	390,5	7.711,4
	<b>c/ab</b>	0,0	21,5	1,4	1,6	0,0	5,0	1,7	6,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,6	39,2
	<b>c/b</b>	0,0	7,4	16,3	16,9	12,8	10,2	5,3	0,0	5,1	0,7	0,0	0,0	1,2	76,1
	<b>cd</b>	229,2	74,2	191,8	543,5	597,0	3.500,6	1.215,7	9,5	76,3	412,6	44,9	4,3	580,1	7.479,7
	<b>d</b>	146,2	22,4	66,4	107,9	157,9	1.179,9	1.429,4	10,9	94,7	197,2	4,1	9,6	246,2	3.672,7
	<b>d/a</b>	15,2	0,4	2,0	4,8	3,5	8,3	4,5	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	41,6
	<b>d/ab</b>	2,0	33,2	1,3	15,8	1,8	27,3	7,5	26,3	18,5	7,5	0,0	0,0	15,7	156,9
	<b>d/b</b>	2,9	8,9	122,8	110,2	83,7	62,3	79,2	5,0	66,2	12,5	0,1	1,3	34,2	589,4
	<b>d/bc</b>	0,0	0,0	0,0	9,3	30,2	116,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	155,9
	<b>Bozuk</b>	5.395,0	1.381,7	1.314,8	531,7	546,0	1.545,5	286,2	24,4	50,1	10.633,7	2,3	425,8	4.493,9	26.631,1
	<b>Gençleştirme</b>	109,6	16,5	0,4	0,0	1,0	3,2	0,9	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	9,1	142,3
<b>Özel</b>	41,4	0,0	0,0	5,5	23,6	0,9	0,0	0,0	0,0	13,8	0,0	419,6	89,8	641,6	
<b>Ağaçlandırma</b>															
<b>Açıklık</b>	991,7	480,5	1.114,9	537,0	405,7	982,3	264,0	10,2	51,2	3.281,6	5,5	198,7	108.218,9	116.542,3	
<b>Toplam</b>	11.179,5	6.385,9	13.243,3	6.934,1	6.396,9	11.876,5	3.925,7	289,4	535,1	18.040,0	82,8	1.061,4	116.751,4	196.702,1	

### 3.3. Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Arazi Kullanım Sınıfları Değişimi

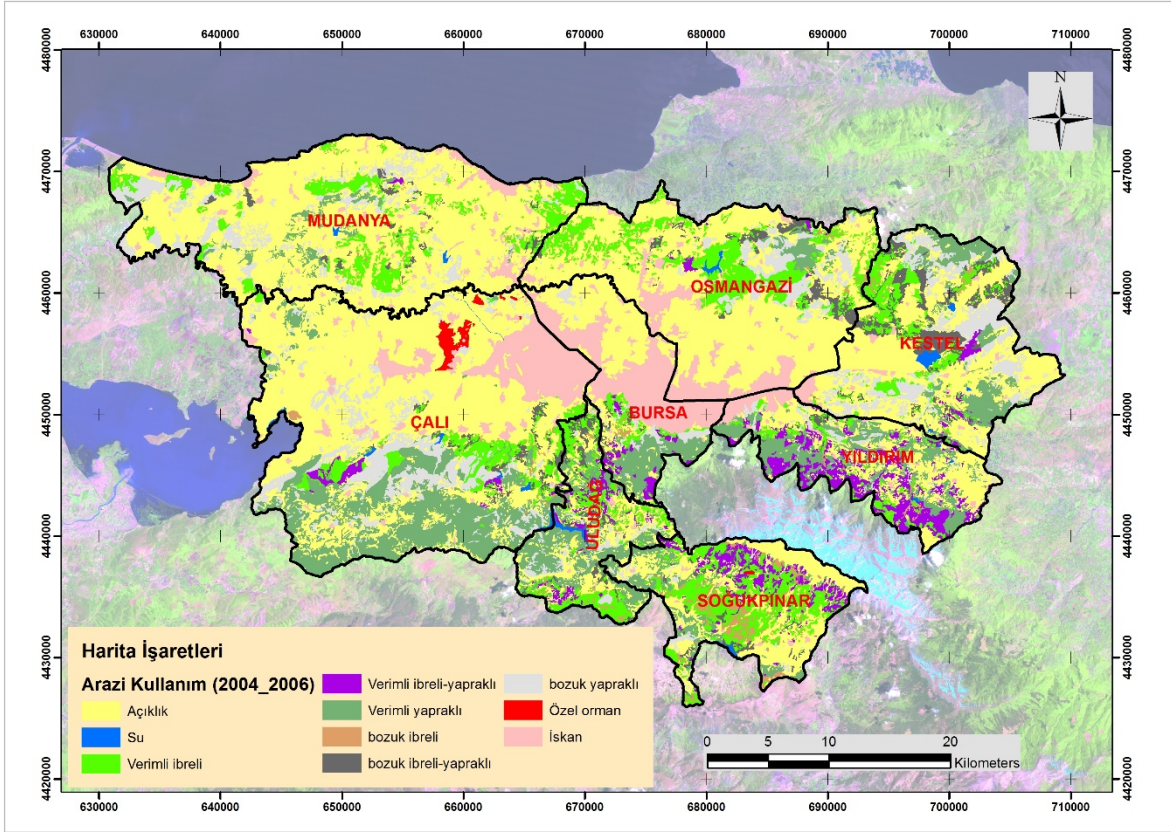
İlgili alana ait meşcere tipleri haritasından türetilen arazi kullanım sınıflarına ilişkin konumsal veriler zamansal olarak elde edilmiştir. Elde edilen konumsal veriler 1972, 2004-2006 ve 2017 yılları için konumsal olarak karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir. Bu veriler incelendiğinde; 1972 ve 2004 yılları arasındaki açıklık alan sınıfı 122.344 ha değerinde 2004 yılında 97.079 ha değerine düşmüştür. Su alanları 455 ha değerinden 976 ha değerine, iskân alanları 1.817,4 ha değerinden 18.487 ha'ya, verimli yapraklı ormanlar baltalıklarında dönüşümü ile 1.674 ha dan 24.436 ha'ya, verimli ibrelili ormanlar ise 9.365 ha dan 21.717 ha değerine artmıştır. Verimli orman alanlarında belirgin bir artışa karşın orman dışı alanlarda ve bozuk vasıflı orman alanlarında ise bariz bir artış görülmektedir. 87.931 ha alan açıklık sınıfına değişmeden sabit kalmış, 16.535 ha alan ise orman dışı alanlardan yerleşim yerleri sınıfına geçiş yapmıştır (Tablo 9; Şekil 6-7).

1972 ile 2017 yılları arasındaki 45 yıllık süreçte ise; verimli yapraklı ormanlar 1.674 ha değerinden 31.740 ha'lık alana, Özel ağaçlandırmalar hiç yok iken 1061 ha gibi yüksek bir alansal büyüklüğe verimli ibrelili orman alanları 9.365 ha değerinden 23.724 ha'lık büyüklüğe ulaşmıştır. Baltalık işletmesi koruya tahvil uygulaması ve rehabilitasyon çalışmaları ile büyük oranda yapraklı orman alanlarına dönüşmüştür (Tablo 10., Şekil 6-8).

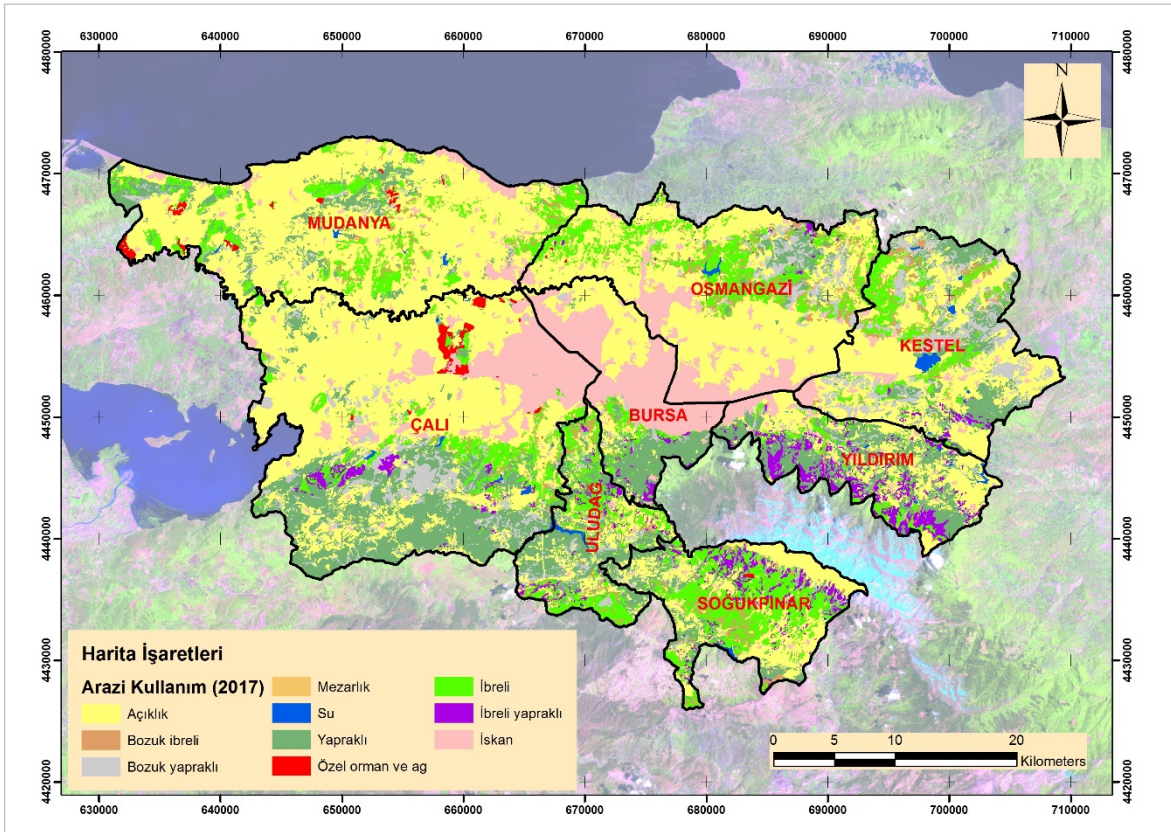
2004-2006 ile 2017 yılları arasındaki son 12 yıllık değişim analiz edildiğinde; verimli yapraklı orman alanları toplamda 7.300 ha, ibrelili orman alanları 2.000 ha, iskân alanları 2.700 ha civarında artış göstermiştir (Tablo 11, Şekil 7-8).



Şekil 6. Çalışma alanı 1972 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Şekil 7. Çalışma alanı 2004-2006 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Şekil 8. Çalışma alanı 2017 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Tablo 9.  
Bursa OİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

2004-2006												
Arazi Kullanım Sınıfları	Açıklık	Bozuk ibrelî	Bozuk ibrelî-yapraklı	Bozuk yapraklı	İskân	Özel Ağaçlandırma	Su	İbrelî	İbrelî-yapraklı	Yapraklı	Genel Toplam	
<b>1972</b>	<b>Açıklık</b>	87.931,8	659,6	1.438,0	4.765,4	16.535,3	563,2	517,7	4.549,0	1.093,5	4.290,5	122.344,2
	<b>Baltalık</b>	1.151,4	26,0	282,7	1.127,4	28,9	59,9	48,1	938,1	752,2	7.205,6	11.620,4
	<b>Bozuk Baltalık</b>	4.162,4	233,6	2.147,4	10.031,4	428,5	12,9	91,4	4.889,8	842,6	6.051,1	28.891,0
	<b>Bozuk ibrelî</b>	499,2	236,1	69,6	32,6	2,0	0,0	0,0	586,8	55,0	137,2	1.618,6
	<b>Bozuk İbrelî Yapraklı</b>	1.792,0	841,3	1.720,0	2.212,8	64,7	0,0	81,0	3.767,6	1.741,3	4.929,1	17.149,6
	<b>Bozuk yapraklı</b>	29,6	7,3	4,9	19,0	0,0	0,0	2,1	37,4	81,9	116,8	299,0
	<b>İbrelî</b>	823,3	324,4	334,4	107,8	16,2	5,6	6,4	6.645,2	827,5	274,6	9.365,4
	<b>İbrelî ve yapraklı</b>	31,0	11,8	16,9	11,9	0,0	0,0	3,4	246,5	890,2	255,4	1.466,9
	<b>İskân</b>	338,2	0,6	5,8	19,1	1.409,7	0,0	9,2	8,6	6,3	19,8	1.817,4
	<b>Su</b>	236,7	0,2	0,4	0,0	1,7	0,0	216,6	0,0	0,0	0,0	455,5
	<b>Yapraklı</b>	83,6	8,6	12,0	22,1	0,0	0,0	0,0	48,4	343,4	1.155,9	1.674,0
	<b>Genel Toplam</b>	97.079,3	2.349,4	6.032,0	18.349,5	18.487,1	641,6	975,9	21.717,4	6.633,9	24.436,0	196.702,1

Tablo 10.  
Bursa OİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

2017												
Arazi Kullanım Sınıfları	Açıklık	Bozuk ibrelî	Bozuk yapraklı	İbrelî	İbrelî yapraklı	İskân	Özel Ağaçlandırma	Mezarlık	Su	Yapraklı	Genel Toplam	
<b>1972</b>	<b>Açıklık</b>	85.183,4	1.694,3	2.936,8	5.246,9	979,9	19.077,4	579,6	63,2	568,0	6.014,6	122.344,2
	<b>Baltalık</b>	1.361,0	144,1	766,6	873,6	564,2	62,2	78,9	1,0	47,7	7.721,2	11.620,4
	<b>Bozuk Baltalık</b>	4.238,5	1.530,0	6.362,7	5.588,4	626,3	463,0	389,1	0,0	97,5	9.595,5	28.891,0
	<b>Bozuk ibrelî</b>	426,9	221,2	40,3	694,7	67,1	4,2	0,0	0,0	0,0	164,2	1.618,6
	<b>Bozuk İbrelî Yapraklı</b>	1.824,2	1.618,8	1.914,0	4.178,8	1.534,6	60,8	0,9	3,6	80,4	5.933,6	17.149,6
	<b>Bozuk yapraklı</b>	33,6	13,5	8,8	30,2	49,2	0,0	0,0	0,0	0,7	163,1	299,0
	<b>İbrelî</b>	847,7	514,8	174,2	6.729,0	658,1	23,2	12,7	0,0	6,3	399,5	9.365,4
	<b>İbrelî ve yapraklı</b>	14,3	29,8	21,5	282,6	696,4	0,1	0,0	0,0	2,2	419,9	1.466,9
	<b>İskân</b>	377,0	4,0	16,7	5,3	1,2	1.385,6	0,3	3,6	0,0	23,7	1.817,4
	<b>Su</b>	317,7	0,0	0,1	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	134,3	0,3	455,5
	<b>Yapraklı</b>	31,4	19,5	6,5	95,2	208,9	7,7	0,0	0,0	0,0	1.304,9	1.674,0
	<b>Genel Toplam</b>	94.655,6	5.790,0	12.248,1	23.724,7	5.386,0	21.087,4	1.061,4	71,3	937,1	31.740,5	196.702,1

Tablo 11.  
Bursa OİM 2004-2006 ve 2017 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

		2017										
Arazi Kullanım Sınıfları		Açıklık	Bozuk ibreli	Bozuk yapraklı	İbreli	İbreli yapraklı	İskân	Özel Ağaçlandırma	Mezarlık	Su	Yapraklı	Genel Toplam
2004-2006	Açıklık	84.281,0	1.099,4	2.108,0	1.773,9	339,4	4.506,1	179,5	32,0	174,4	2.585,6	97.079,3
	Bozuk ibreli	405,5	803,7	137,4	732,1	90,0	8,1	1,4	4,1	1,6	165,4	2.349,4
	Bozuk ibreli-yapraklı	725,4	1.414,9	1.413,5	1.316,5	116,6	29,0	51,4	3,7	6,6	954,5	6.032,0
	Bozuk yapraklı	3.106,9	718,5	6.146,6	1.838,5	189,2	181,8	373,1	0,9	26,7	5.767,4	18.349,5
	İbreli	1.566,9	1.351,6	442,0	16.075,3	1.126,4	48,3	14,7	2,7	13,9	1.075,8	21.717,4
	İbreli-yapraklı	362,2	178,4	114,4	1.287,3	2.611,5	10,0	1,3	2,7	4,7	2.061,4	6.633,9
	İskân	2.063,4	25,1	33,9	56,9	5,1	16.214,0	19,2	22,0	0,1	47,5	18.487,1
	Özel Ağaçlandırma	55,8	12,6	1,2	87,5	0,1	33,9	419,6	0,0	0,0	30,8	641,6
	Su	206,9	6,6	8,4	10,5	2,1	32,5	0,0	0,0	686,6	22,2	975,9
	Yapraklı	1.881,6	179,2	1.842,9	546,2	905,5	23,5	1,3	3,3	22,4	19.029,9	24.436,0
<b>Genel Toplam</b>		<b>94.655,6</b>	<b>5.790,0</b>	<b>12.248,1</b>	<b>23.724,7</b>	<b>5.386,0</b>	<b>21.087,4</b>	<b>1.061,4</b>	<b>71,3</b>	<b>937,1</b>	<b>31.740,5</b>	<b>196.702,1</b>

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Ülkemiz orman kaynakları ve biyolojik çeşitlilik zenginliği bakımından dünyadaki sayılı ülkelerden biridir. Son 50 yılda yaşanan önemli nüfus artışı, insanların sosyal beklentilerinin yükselmesi ve şehirleşme gibi durumların bir sonucu olarak insanlar kırsal bölgelerden kentlere doğru göç etmişlerdir. Nüfus artışı ve kentleşme günümüzde önemli miktarda düzensiz arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimlerine yol açmıştır. Dolayısıyla insanların yaşam kalitelerindeki artış, kentleşme ve nüfus artışı ülkemizde arazi kullanımı veya arazi örtüsü değişimi konularında ciddi bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada, geçmişte kullanılmış olan amenajman planlarından yararlanılarak CBS yazılımları aracılığıyla ormanlardaki genel değişim ve bunun yanı sıra kendi içerisindeki dinamik yapıdaki farklılıklar da vurgulanmıştır.

1972, 2004-2006 ve 2017 yılına ait bölmecik bazında oluşturulan konumsal veri tabanında yapılan sorgulamalar ile kapalılık sınıfları, çağ sınıfları ve arazi kullanım sınıfları haritası türetilmiştir. Kapalılık sınıfları incelendiğinde genel olarak artış gözlemlenmiş ve bozuk alanlar azalmış olup nedeni, ormanlık alanlarında yapılan faaliyetler ve sosyal baskının azalması olduğu düşünülmektedir. Çağ sınıfları bakımından değişimler incelendiğinde, özellikle 2004 yılından 2017 yılına geçişlerde bozuk yapıda olan ormanlık alanlar, verimli orman alanlarına dönüştüğü görülmüştür. Bunun sebebi olarak 2004 yılından sonra baltalıklarda yapılan koruya tahvil çalışmaları olduğu düşünülmektedir. Arazi kullanım sınıflarının değişimi incelendiğinde ise, açıklık alanların iskana dönmesi alansal bazda 1972-2004 ve 2004-2017 yılları karşılaştırıldığında dönüşüm hızı azalmış olup, 32 yılda yıllık yaklaşık 500 ha iskana dönüş olurken, bu oran son 13 yılda 350 ha olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 1972- 2017 yıllarında yaşanan açıklık alandan sulak alanlara olan dönüşümün sebepleri, yapılan göletler, barajlar ve sınırlarda bulunan Uluabat Gölü ve Karacabey Longozu olduğu düşünülmektedir. Özellikle 1975'ten sonra yapılan Bursa ili su ihtiyacının çoğunluğunu karşılayan, Doğancı, Demirtaş ve Nilüfer barajları gibi alansal olarak büyük barajlar bu artışın nedenlerinden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca 1972, 2004-2006 ve 2017 dönemlerinde kullanılan amenajman planlarına ait meşcere haritalarına göz önünde bulundurulduğunda ormanlık alanların tüm alana oranı %36,6 değerinden %40,4 değerine artmış ve en son periyotta özel ağaçlandırmaların da eklenmesi ile bu değer %40,6 oranına ulaşmıştır. Tüm işletmenin kapsamında ise ormanlık alan artış oranı %4,5 olarak saptanmıştır. Ancak, Pyruvard tarafından geliştirilen ormanlaşma oranı indeksine göre ise 1972 ve 2005 yılları arasında %0,30; 1972 ve 2017 yılları arasında ise %0,20 oranında yıllık artış oranı olarak hesaplanmıştır. Verimli orman alanı ise 24.127 ha değerinden 2005 yılında 52.887 ha değerine ve en son periyotta ise 2017 yılında 60.849 ha değerine yükselmiştir. Bu belirgin artış yapılan silvüktürel müdahalelerin ve teknik uygulamaların ne derece etkili olduğunu gözler önüne sermektedir.

Hem ülkemizin hem de dünyanın değişik bölgelerinde ormanlık alanlardaki değişimin yönü ve hızı farklı olmaktadır. İnegöl Orman İşletmesinde Müdürlüğü'nde gerçekleştirilen bir çalışmada (Başkent ve Kadioğulları, 2007) 1972 ile 1993 yılları arasındaki orman artış oranı tüm alanda %3,3 olarak saptanmıştır. Yıllık orman artış miktarı ise %0,44 olarak hesaplanmıştır. Ülkemizin kuzey doğusunda bulunan Torul Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1984 ve 2005 döneminde kullanılan amenajman planlarına ait meşcere haritaları dikkate alındığında ormanlık alanların bütün bölgeye oranı %42,95'ten %51,2'e yükselmiştir. İşletmenin tamamını göz önünde bulundurduğumuzda ormanlık alan artışı oranı %8,24 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları ve Başkent, 2008). Bununla birlikte, bu değişim değerinin yalnızca ormanlık alanlara oranı %19,9 olarak saptanmıştır. 1984 ve 2005 dönemindeki yıllık orman artış oranı ise %0,92 olarak tespit edilmiştir. Aynı bölgede yapılan ve Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nü kapsayan bir çalışmada (Kadioğulları ve Başkent, 2008) orman alanları 1971 ve 1987 döneminde %0,53 oranında azalmıştır. Yıllık azalma miktarı ise %0,14 olarak tespit edilmiştir. Yine Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1987 ve 2000 döneminde uydu görüntüsü verileri dikkate alındığında ormanlık alanlar %1,6 oranında yükselmiştir. 1987 ve 2000 yılları arasındaki periyotta yıllık orman artış miktarı %0,5 olarak saptanmıştır. Rize Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan farklı bir çalışmada ise 1984 ve 2007 yılları arasında ormanlık alanlar %2,3 oranında artış göstermiştir. Yıllık orman artış miktarı ise %0,2 olarak saptanmıştır (Günlü vd., 2008). Daha önce yapılmış benzer bir çalışmada (Staus vd., 2002) yıllık ormansızlaşma miktarı %0,53 olarak belirlenmiştir. Guatam vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Nepal'de 1976 ve 2000 döneminde orman sahalarının %5,2 oranında arttığı saptanmıştır. Hall vd. (2006) bir çalışmada ise Amerika'nın doğusunda yer alan iğne

yapraklı ormanlardaki ormansızlaşma miktarı %1,8 olarak vurgulanmıştır. Rusya'nın uzak doğusunda yapılan bir çalışmada biyosfer rezerv bölgesinde yangın etkisi ile 1972 ve 1992 döneminde ibrelî ormanlarda %18,3 oranında azalma ve yapraklı ormanlarda ise %4,7 azalma olduğunu belirtilmiştir (Cushman ve Wallin, 2000). Zheng vd. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Çin'deki Changbai biyosfer rezerv alanında tespit edilen yıllık kayıp ormanlık alan miktarı ise %1,12 olarak belirtilmiştir.

Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP) orman amenajman planlarının yapımı sırasında; arazi örtüsü veya arazi kullanımının zamansal ve konumsal değişimini ve bunu etkileyen durumları öğrenmek, bilhassa ormanların yapısal dinamiğini anlamak ve orman kaynaklarının sürdürülebilir planlanmasını sağlamak için önemli faktör durumuna gelmiştir. Yapılan bu çalışmada, Bursa özelinde yoğun şehirleşmenin olduğu alanda bu olumsuz yapıya rağmen toplumun refah düzeyinin artması, baltalık işletme şeklinden vazgeçilmesi, orman işletme yönetimlerinin daha küçük alanlarda ve daha fazla personel ile yapılabilmesi gibi nedenlerle orman alanlarında hem kalite bakımından hem de alansal olarak artışa neden olmuştur. Ormandaki genç ve tam kapalı meşcerelerdeki belirgin artışlar ekosistemin geleceğini garanti altına alması açısından çok önem arz etmekte olup geleceğe güvenle bakmamızı sağlamaktadır.

### Teşekkür

Bu proje Bursa Teknik Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 181N13 proje numarası ile desteklenmiştir.

### Yazar Katkıları

Turan SÖNMEZ: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Burhan GENÇAL: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

İnanç TAŞ: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Ali İhsan KADIOĞULLARI: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Başkent, E. Z. and Kadioğullari, A. I. (2007). Spatial and temporal Dynamics of land use pattern in Turkey: A case study in İnegöl. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 316-327.
- Bostancı, L. G. Y. ve Genç, L. (2007). Troia milli parkı arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi yardımıyla belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 27-41.
- Call, M., Mayer, T., Sellers, S., Ebanks, D., Bertalan, M., Nebie, E. and Gray, C. (2017). Socio-environmental drivers of forest change in rural Uganda. *Land Use Policy*, 62, 49-58.
- Cohen, W. B. (1999). Comparison of methods for detecting conifer forest change with Thematic Mapper imagery. *Remote sensing change detection: Environmental monitoring methods and applications*.
- Cushman, S. A. and Wallin, D. O. (2000). Rates and patterns of landscape change in the Central Sikhote-alin Mountains, Russian Far East. *Landscape Ecology*, 15(7), 643-659.
- Çakir, G., Sivrikaya, F., Terzioğlu, S., Başkent, E. Z., Sönmez, T. and Yolasığmaz, H. A. (2007). Mapping secondary forest succession with geographic information systems: a case study from Bulanıkdere, Kırklareli, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(1), 71-81.
- FAO (2010), Global Forest Resources Assessment, 2010. Main Report. FAO Forestry Paper #163. 244 Rome, Italy.
- Gautam, A. P., Webb, E. L., Shivakoti, G. P. and Zoebisch, M. A. (2003). Land use dynamics and landscape change pattern in a mountain watershed in Nepal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99(1-3), 83-96.
- Günlü, A., Kadioğulları, A. I., Keleş, S. ve Başkent, E. Z. (2009). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to deforestation in Northeastern Turkey: a case study in Rize. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148(1), 127-137.

- Günlü, A., Keleş, S., Kadioğulları, A. İ. ve Başkent, E. Z. (2011). Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü yardımıyla arazi kullanımı, meşcere gelişim çağı ve meşcere kapalılığın tahmin edilmesi; Kastamonu-Kızılcasu İşletme Şefliği örneği, I. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu (26-28 Ekim 2011)*, 660-667.
- Hall, R. J., Skakun, R. S., Arsenault, E. J. and Case, B. S. (2006). Modeling forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: Application to mapping of aboveground biomass and stand volume. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3), 378-390.
- Kaptan, S. and Durkaya, A. (2019). Analysing temporal and spatial changes in land cover: the case of Drahna Forest Subdistrict Directorate. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(1), 47-56. <https://doi.org/10.17475/kastorman.543428>
- Kaptan, S., 2021. Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2): 97- 104. DOI: 10.18182/tjf.903733
- Kadioğulları, A. İ. (2013). Assessing implications of land use and land cover changes in forest ecosystems of NE Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(3), 2095-2106.
- Kadioğulları, A. ve Başkent, E. (2006). Orman kaynaklarının konumsal ve zamansal değişiminin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile irdelenmesi: İnayet ve Yenice örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 378-390.
- Kadioğulları, A. İ. and Başkent, E. Z. (2008). Spatial and temporal dynamics of land use pattern in Eastern Turkey: a case study in Gümüşhane. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138(1), 289-303.
- Kadioğulları, A. İ. (2005). *Orman kaynaklarındaki zamansal değişimin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla ortaya konulması (İnegöl ve Gümüşhane Devlet Orman İşletmeleri örneği)* (Yüksek Lisans Tezi) Erişim Adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=biL2P3cCsP-gUNjVdV2BsGafSU1ccZjwD3bKVq\\_SkRXNvDJ92r3aNef3fG7A9JIVu](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=biL2P3cCsP-gUNjVdV2BsGafSU1ccZjwD3bKVq_SkRXNvDJ92r3aNef3fG7A9JIVu)
- Kadioğulları, A. İ., Keleş, S., Başkent, E. Z. ve Günlü, A. (2008). Spatiotemporal changes in landscape pattern in response to afforestation in Northeastern Turkey: a case study of Torul. *Scottish Geographical Journal*, 124(4), 259-273.
- Karabulut, M., Küçükönder, M., Gürbüz, M. ve Sandal, E. K. (2006). Kahramanmaraş şehri ve çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS kullanılarak incelenmesi. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, 13(16), 1-8.
- Martin, M. E., Newman, S. D., Aber, J. D. ve Congalton, R. G. (1998). Determining forest species composition using high spectral resolution remote sensing data. *Remote sensing of environment*, 65(3), 249-254.
- Mohammadi, J., Shataee Joibary, S., Yaghmaee, F. ve Mahiny, A. S. (2010). Modelling forest stand volume and tree density using Landsat ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*, 31(11), 2959-2975.
- OGM (2021). Türkiye Orman Varlığı (2020), Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Puyravaud, J. P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 593-596.
- Sauti, R. and Karahalil, U. (2022). Investigating the spatiotemporal changes of land use/land cover and its implications for ecosystem services between 1972 and 2015 in Yuvacık. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(4), 1-19.
- Seçkin, B. (1995). Amenajman ve Silvikültür İlişkisi. *Ekonomi-Ekoloji İlkesine Uygun Orman İşletmeciliği Özlemim, Orman Mühendisliği Dergisi*, 2, 25-27.
- Staus, N. L., Strittholt, J. R., DellaSala, D. A. ve Robinson, R. (2002). Rate and pattern of forest disturbance in the Klamath-Siskiyou ecoregion, USA between 1972 and 1992. *Landscape Ecology*, 17(5), 455-470.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A. (2004). Uzaktan algılama tekniği ve CBS kullanılarak Bartın çevresindeki doğal olmayan değişikliklerin belirlenmesi, 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, Fatih Üniversitesi*, 435-444.
- Yıldırım, H., Özel, M. E., Divan, N. J. and Akça, A. (2002). Satellite monitoring of land cover/land use change over 15 years and its impact on the environment in Gebze/Kocaeli-Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(3), 161-170.
- Zengin, H., Özdemir, H. Y. ve Değermenci, A. S. (2018). Hasanlar baraj havzasında arazi kullanımındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*.
- Zheng, D., Wallin, D. O. and Hao, Z. (1997). Rates and patterns of landscape change between 1972 and 1988 in the Changbai Mountain area of China and North Korea. *Landscape Ecology*, 12(4), 241-254.

# Ladin Meşcereleri Üst Topraklarında Derinliğe Göre $C_{mic}$ ve $N_{mic}$ 'in Değişimi

Kamil ÇAKIROĞLU<sup>1\*</sup>, Ömer KARA<sup>2</sup>, İlyas BOLAT<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 10.11.2022

Kabul: 22.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada saf doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ormanı altındaki toprakların özellikle organik C, toplam N, ayrışma oranı ( $C_{org}/N_{toplam}$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ve N ( $N_{mic}$ ) gibi karakteristiklerinin toprak derinliği ile değişimi araştırılmıştır. Araştırma sahası Trabzon ili Vakfıkebir ve Tonya İlçeleri sınırlarında bulunan Fol Deresi Mikro Havzası'nda yer almaktadır. Çalışma alanında alanı temsilen, rastgele 10 adet örnek nokta belirlenmiş ve bu noktalardan farklı iki derinlik kademesinden (0–15 cm ve 15–30 cm derinlik) toprak örnekleme yapılmıştır. Alandan toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal analizleri için her derinlik kademesinden 10'ar örnek olacak şekilde toplamda 20 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışma sonunda toprak derinliğine göre, % kum ve % toz içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklılık ( $P < 0,05$ ) göstermiştir. Benzer olarak organik C, toplam N ve ( $C_{org}/N_{toplam}$ ) değerlerinin her iki derinlik kademesine göre istatistiksel olarak birbirinden farklı ( $P < 0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır. Toprakların  $C_{mic}$  içerikleri, 0-15 cm derinlik kademesinde  $437,40-1315,20 \mu g g^{-1}$  ve 15-30 cm derinlik kademesinde  $194,20-578,20 \mu g g^{-1}$  arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprakların  $N_{mic}$  içerikleri, 0–15 cm derinlik kademesinde ortalama  $88,08 \pm 8,08 \mu g g^{-1}$  ve 15–30 cm derinlik kademesinde ortalama  $41,17 \pm 4,32 \mu g g^{-1}$ 'dir. Toprakların hem  $C_{mic}$  hem de  $N_{mic}$  içeriklerinin toprak derinliğine göre istatistiksel farklılık ( $P < 0,05$ ) gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca toprakların organik C ve toplam N içeriği ile  $C_{mic}$  ve  $N_{mic}$  arasında pozitif ve anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, toprak derinliğine göre değişen toprak özelliklerinin  $C_{mic}$  ve  $N_{mic}$  içerikleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Doğü ladini, karasal ekosistem, mikrobiyal gösterge, toprak organik karbonu, toprak özelliği

## Depth-Based Alteration of $C_{mic}$ and $N_{mic}$ in Topsoils under the Spruce Stands

<sup>1,3</sup>Bartın University, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Bartın, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Trabzon, Türkiye

## Article History

Received: 10.11.2022


Accepted: 22.11.2022


Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – In this study, the variation of characteristics such as organic C, total N, decomposition rate ( $C_{org}/N_{total}$ ), microbial biomass C ( $C_{mic}$ ) and N ( $N_{mic}$ ) of soils under pure oriental spruce (*Picea orientalis* L.) forest with soil depth were investigated. The research area is located in the Fol Stream Micro Basin within the borders of Vakfıkebir and Tonya Districts of Trabzon province. In the study area, randomly 10 sample points were determined to represent the area, and soil sampling was conducted from two different depth levels (0–15 cm and 15–30 cm depth) from these points. For some physical, chemical and microbial analyzes of the soils from the area, a total of 20 soil samples were taken, being 10 from each depth level. As a result of the study, according to the soil depth, % sand, and % silt contents showed statistical differences from each other ( $P < 0.05$ ). Similarly, organic C, total N, and ( $C_{org}/N_{total}$ ) values were found to be statistically different from each other ( $P < 0.05$ ) according to both depth levels. It was determined that the  $C_{mic}$  contents of the soils varied between  $437.40-1315.20 \mu g g^{-1}$  at the 0–15 cm depth level and  $194.20-578.20 \mu g g^{-1}$  at the 15–30 cm depth level. The  $N_{mic}$  contents of the soils are on average  $88.08 \pm 8.08 \mu g g^{-1}$  at the 0–15 cm depth level and  $41.17 \pm 4.32 \mu g g^{-1}$  at the 15–30 cm depth level. It was revealed that the soils'  $C_{mic}$  and  $N_{mic}$  contents showed statistical differences ( $P < 0.05$ ) according to the soil depth. In addition, it was determined that there was a positive and significant correlation between organic C and total N content of soils and  $C_{mic}$  and  $N_{mic}$ . The results obtained in the study show that soil properties that change with soil depth affect  $C_{mic}$  and  $N_{mic}$  contents.

**Keywords** – *Picea orientalis* L., terrestrial ecosystem, microbial indicator, soil organic carbon, soil characteristic

<sup>1</sup>  cakiroglu@bartin.edu.tr

<sup>2</sup>  okara@ktu.edu.tr

<sup>3</sup>  ilyasbolat@bartin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Kamil Çakıroğlu

## 1. Giriş

Toprak içerisindeki biyolojik faaliyetler, toprağın üst kısmında birkaç cm derinlikten başlayarak 30 cm'ye kadar değişim gösteren üst toprakta yoğunlaşmıştır. Üst topraktaki canlılar toplam toprak hacminin %5 gibi çok küçük bir parçasını oluşturur ve toplam organik maddenin de %10'undan daha düşük bir kısmını meydana getirirler. Toprağın canlı kısmının büyük bir çoğunluğu da toprak mikroorganizmalarından meydana gelmiştir. Mikroorganizmalar toprağın çok küçük bir kısmını oluşturmasına karşılık azot, kükürt ve fosfor döngüleri ile organik artıkların ayrıştırılması işlemlerini gerçekleştiren en önemli canlı grubudur. Bundan dolayı, mikroorganizmalar yerkürenin karbon ve bitki besin elementi döngüsünü sağlayan en önemli grubudur (Pankhurst vd., 1997; Kara vd., 2008; Bolat, 2019).

Büyük bir çoğunluğu mantarlardan ve bakterilerden meydana gelen, bununla birlikte protozoaların, aktinomisetlerin, alglerin ve virüslerin de bu gruba dahil edildiği toprak mikrobiyal biyokütlesi, ayrıştırma, enerji akışı, karbon (C) depolaması ve az miktarda da olsa gaz akışı gibi ekosistem süreçlerini (işlemlerini) düzenleyen çok önemli bir topluluktur. Söz konusu bu topluluk içerisinde mantarlar ve bakteriler hem biyokütle hem de metabolik faaliyetler ile ilgili en yaygın organizmalardır (Anderson ve Domsch, 1973; Parkinson ve Coleman, 1991; Cleveland vd., 2004). Toprak mikrobiyal canlıları, toprak organik maddesinin toplam kütesinin çok küçük bir yüzdesini oluşturmasına rağmen, topraktaki besin maddelerinin hem mineralizasyon yoluyla bir kaynağı hem de immobilizasyon yoluyla deposu olarak önemli etkiler yaptığı düşünülmektedir. Ekosistemdeki çok önemli olan merkezi fonksiyonları nedeniyle, toprak mikrobiyal biyokütlesi ve indeksleri, toprak kalitesini izleme ve değerlendirme programlarına dahil edilmiştir (Singh vd., 1989; Aponte vd., 2010; Bolat, 2011; Bolat ve Öztürk, 2016).

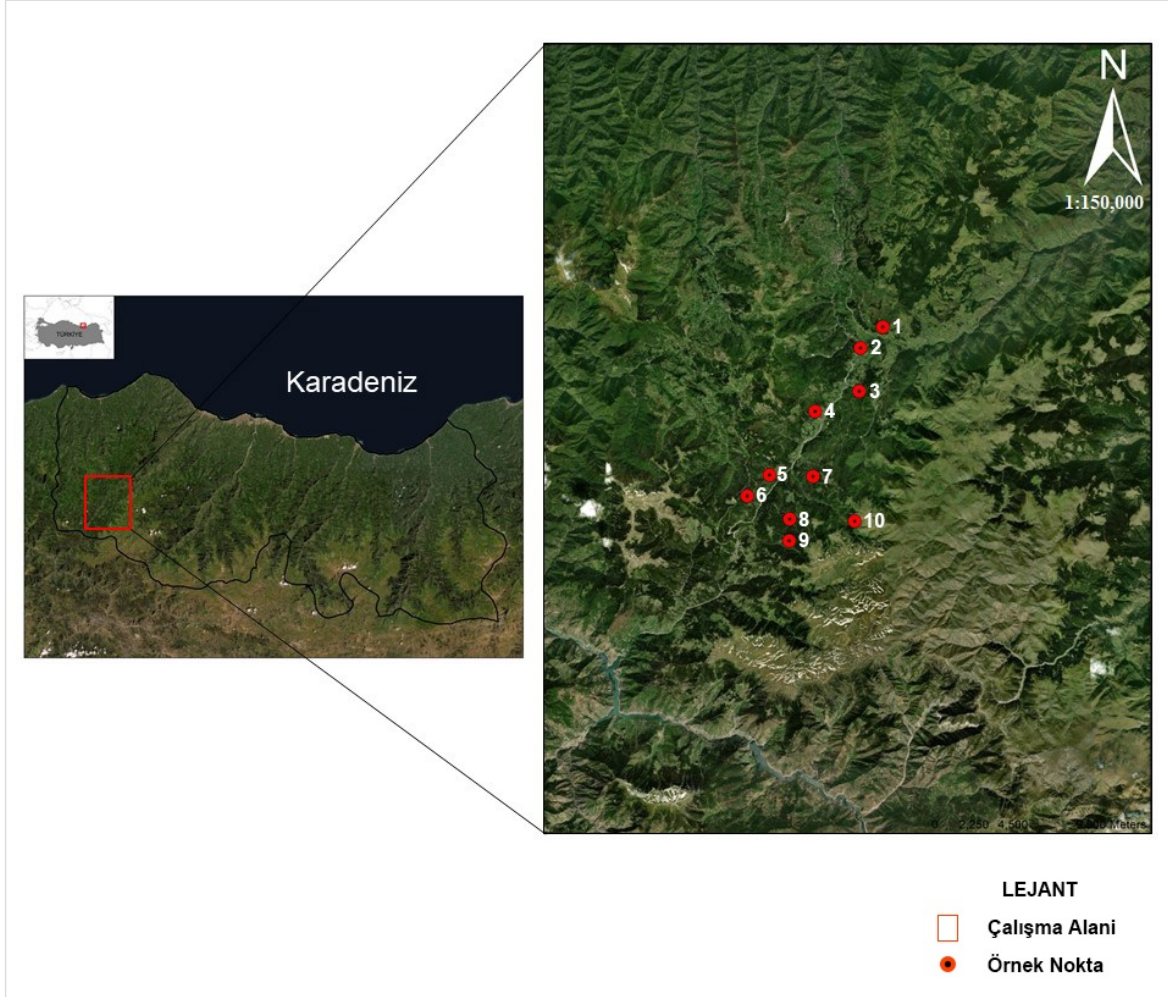
Toprağın özellikle organik C, toplam N, mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri toprak derinliğinin artmasıyla birlikte azalma eğilimi göstermektedir. Çünkü toprak profilinde derinliğin artmasıyla taze ve kolayca parçalanabilen organik madde miktarının azalış göstermesi (1) toprak organik C, (2) toplam N, (3) mikrobiyal biyokütle C ve (4) mikrobiyal biyokütle N içeriğini etkilemektedir (Lavahun vd., 1996; Lopes vd., 2010). Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) ormanlarında yapılan bir çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle C, 0–8 cm derinlikte 626,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 8–16 cm derinlikte 462,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 16–24 cm derinlikte 387,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 24–32 cm derinlikte 273,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Fang ve Moncrieff 2005). Yapılan başka bir çalışmada toprak mikrobiyal biyokütle C'ü, toprak derinliği ile birlikte azalış göstererek, üst katmanda (0–10 cm), orta katmanda (10–20 cm) ve derin katmanda (20–30 cm) sırasıyla ortalama 252,1; 149,8 ve 124,7  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Wen vd., 2014). Bunlara benzer olarak yapılan bir çalışmada ise mikrobiyal biyokütle N içeriği de Mikrobiyal biyokütle C gibi düşüş göstermiştir. Çalışmada  $N_{\text{mic}}$  içeriği 0–10 cm derinlikte 231  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 10–20 cm derinlikte 231  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 20–30 cm derinlikte 231  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Burton vd., 2010). Ayrıca daha önce yapılmış birkaç çalışmada, mikrobiyal biyokütlenin toprak derinliği (Ekelund vd., 2001; Taylor vd., 2002; Lopes vd., 2010) ile azaldığı ifade edilirken, bunun nedeni olarak daha derin toprak horizonlarında azalan toprak organik madde içeriği gösterilmiştir (Six vd., 2006; Wen vd., 2014). Diğer ülkelerde bu konu ile ilgili olarak bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, ülkemizde toprak derinliğinin artmasıyla birlikte yukarıda ifade edilen toprak özelliklerinin nasıl bir değişim gösterdiği konusunda yeterli sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmada saf doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ormanı altındaki toprakların özellikle pH (reaksiyonu), organik C, toplam N, mikrobiyal biyokütle C ve N gibi karakteristiklerinin toprak derinliğine göre değişimi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma Alanı ve Özellikleri

Araştırma sahası Doğu Karadeniz bölgesi Trabzon ili Vakfıkebir ve Tonya İlçeleri sınırlarında bulunan Fol Deresi Mikro Havzası'nda yer almaktadır. Çalışma alanında saf doğu ladini (*Picea orientalis* L.) yayılış göstermektedir. Alan üzerinde yer yer diri örtü olarak mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.)

ve *Rubus* sp. türleri mevcuttur. Çalışma alanının yükseltisi 1200–1700 m arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 1425 m'dir. Güneşli bakılarda yer alan çalışma alanının eğimi %50-70 arasında değişmektedir. Çalışma alanı ve örnek noktalar Şekil-1'de gösterilmiştir. Nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı yok veya çok az olan okyanus iklimine sahip araştırma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 6,9 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 1035.5 mm'dir. Jeolojik yapı olarak çalışma alanında kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve volkanit anakayaları mevcuttur.



**Şekil 1.** Çalışma alanı ve örnek alınan noktaların Türkiye'deki konumu

## 2.2. Örnekleme Yöntemi ve Laboratuvar Analizleri

Çalışma alanında alanı temsilen, rastgele 10 adet örnek nokta belirlenmiş ve bu noktalardan farklı iki derinlik kademesinde (0–15 cm ve 15–30 cm derinlik) toprak örnekleme yapılmıştır. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için her derinlik kademesinden (0–15 cm ve 15–30 cm derinlik) 10'ar adet toprak örneği alınarak alanda toplam 20 adet toprak örnekleme yapılmıştır. Bununla birlikte çalışma alanından, toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içeriklerini belirlemek için toprak örnekleri 2 mm'lik elekten elenerek her derinlik kademesinden 10'ar adet olmak üzere toplamda 20 adet toprak örneği alınmıştır. Topraklardan fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılacak örnekler hava kurusu haline gelinceye kadar yaklaşık bir hafta kurutulmuşlardır. Kurutulmuş toprak örneklerinin hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra porselen havanlarda öğütülen toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Mikrobiyal analizlerde kullanılacak toprak örnekleri ise analizler yapılmaya kadar +4 derecede buzdolabında saklanmıştır.



Toprak tekstürünün belirlenmesi Bouyoucos hidrometre silindiri yöntemine göre (Irmak, 1954; Bouyoucos, 1962; Gülçur, 1974), hacim ağırlığı; hacmi bilinen çelik silindirlerle alınan toprak örneklerinin fırın kurusu toprak ağırlıklarının, silindirin hacmine bölünmesiyle (Irmak, 1954; Rowell, 1994), tane yoğunluğu; toprak su yer değiştirme (piknometre yöntemi) esasına göre (Blake, 1965), toprak reaksiyonu (aktüel pH) toprakların 1/2.5 oranında saf su ile ıslatılıp bir gün bekledikten sonra cam elektrotlu pH metre ile elektrometrik olarak bulunmuştur (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Kacar, 1995; Kantarcı, 2000). Toprakların kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriği ise Scheibler kalsimetre metoduna göre yapılmıştır (Gülçur, 1974; Kacar, 1995). Toprakların organik karbon miktarları Wackley-Black ıslak yakma yöntemine göre (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Kacar, 1995), toplam azot içeriği ise modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile (Bremner ve Mulvaney, 1982; Kacar, 1995) belirlenmiştir. Toprakların mikrobiyal biyokütle C ( $C_{\text{mic}}$ ) ve mikrobiyal biyokütle N ( $N_{\text{mic}}$ ) içerikleri ise kloroform-fumigasyon-ekstraksiyon yöntemiyle bulunmuştur (Brookes vd., 1985; Vance vd., 1987b; Anderson ve Ingram, 1996).

### 2.3. İstatistiki Analiz

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.00 paket programı kullanılmıştır. Toprak derinliğine bağlı olarak toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından fark olup olmadığını belirlemek için t testi (Independent samples t testi) yapılmıştır. Mikrobiyal biyokütle C ve mikrobiyal biyokütle N ile toprakların organik C ve toplam N içerikleri arasındaki ilişkinin ortaya konulması için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın yapıldığı alana ait toprakların 0–15 cm ve 15–30 cm derinlik kademelerine ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde görülebileceği üzere toprakların fiziksel özelliklerinden hacim ağırlığı tane yoğunluğu, gözenek hacmi ve kil değerleri derinlik kademeleri (0–15 cm ve 15–30 cm) göre istatistiki olarak farklılık ( $P > 0,05$ ) göstermemiştir. Buna karşılık toprakların kum ve toz içerikleri derinlik kademelerinde istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0,05$ ). Toprakların kimyasal özelliklerinden toprak reaksiyonu (pH) ve kireç içeriği değerleri istatistiki olarak farklılık ( $P > 0,05$ ) göstermezken, organik C, toplam N ve ayrışma oranı ( $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ) değerleri derinlik kademelerine göre birbirinden farklıdır ( $P < 0,05$ ) (Tablo 1).

**Tablo 1**

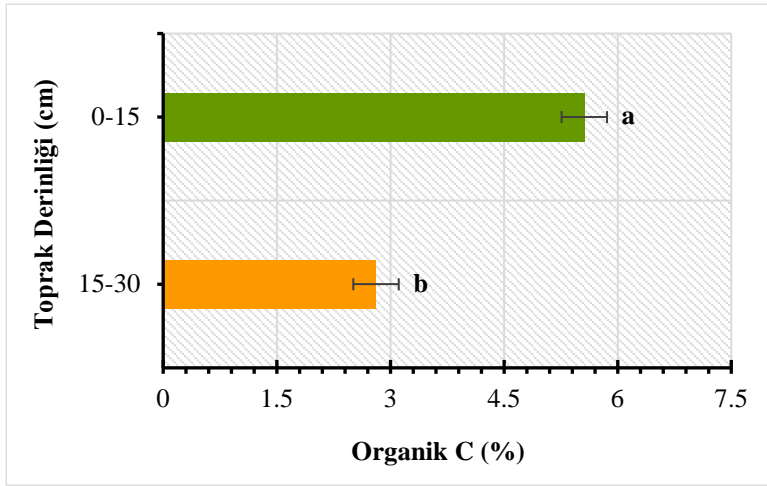
Toprak derinliğine (0-15 cm ve 15-30 cm) ait toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özelliği	0-15 cm	15-30 cm
Hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )	1,14 ( $\pm 0,04$ ) <sup>a</sup>	1,23 ( $\pm 0,02$ ) <sup>a</sup>
Tane yoğunluğu ( $\text{g cm}^{-3}$ )	2,54 ( $\pm 0,02$ ) <sup>a</sup>	2,60 ( $\pm 0,01$ ) <sup>a</sup>
Gözenek hacmi (%)	55,05 ( $\pm 1,58$ ) <sup>a</sup>	52,81 ( $\pm 0,63$ ) <sup>a</sup>
Kum (%)	48,64 ( $\pm 1,17$ ) <sup>a</sup>	42,03 ( $\pm 0,95$ ) <sup>b</sup>
Toz (%)	25,02 ( $\pm 1,06$ ) <sup>a</sup>	28,64 ( $\pm 0,78$ ) <sup>b</sup>
Kil	26,34 ( $\pm 1,26$ ) <sup>a</sup>	29,33 ( $\pm 1,00$ ) <sup>a</sup>
Toprak türü	Kumlu killi balçık	Killi balçık
Toprak reaksiyonu (pH; $\text{H}_2\text{O}$ )	5,06 ( $\pm 0,14$ ) <sup>a</sup>	5,20 ( $\pm 0,13$ ) <sup>a</sup>
Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) (%)	1,06 ( $\pm 0,14$ ) <sup>a</sup>	1,18 ( $\pm 0,14$ ) <sup>a</sup>
Organik C (%)	5,56 ( $\pm 0,41$ ) <sup>a</sup>	2,81 ( $\pm 0,20$ ) <sup>b</sup>
Toplam N (%)	0,26 ( $\pm 0,01$ ) <sup>a</sup>	0,11 ( $\pm 0,00$ ) <sup>b</sup>
Ayrışma oranı ( $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ )	21,23 ( $\pm 0,31$ ) <sup>a</sup>	25,60 ( $\pm 1,34$ ) <sup>b</sup>

Değerler 10 örneğin ortalamasıdır. Parantez içindeki değerler standart hataları ifade etmektedir. Farklı harfler (a, b)  $P < 0.05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

0-15 cm derinlik kademesine ilişkin topraklar kumlu killi balçık türünde ve orta derecede asitlik özelliğine sahiptir. Buna karşın 15-30 cm derinlik kademesine ilişkin topraklar killi balçık türünde ve 5,20 pH derecesine sahip olmakla birlikte orta derecede asitlik özelliği göstermektedir. Dolayısıyla incelenen orman toprakları orta derecede asit karakter taşımaktadır. Orman alanında pH'nın düşük olması alan üzerinde yayılış gösteren bitki örtüsü (*Picea orientalis* L. ve *Rhododendron ponticum* L.) ile ilgili olabilir. Nitekim ölü örtünün ayrışıp organik maddeye dönüşmesi sırasında oluşan organik asitlerin toprak tepkimesini düşürdüğü Kantarcı (2000) tarafından ifade edilmektedir. Üstelik yörede yağış miktarının nispeten yüksek olmasından dolayı orman topraklarında yıkanma ile bazik elementler toprağın alt katmanlarına kadar inmiş olabilir.

Toprakların organik karbon içerikleri, 0–15 cm derinlik kademesinde %4,26–8,22 arasında (ortalama  $5,56 \pm 0,41$ ), 15–30 cm derinlik kademesinde %2,08–4,08 arasında (ortalama  $2,81 \pm 0,20$ ) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak derinliğine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P < 0,05$ ) saptanmıştır (Şekil 2).

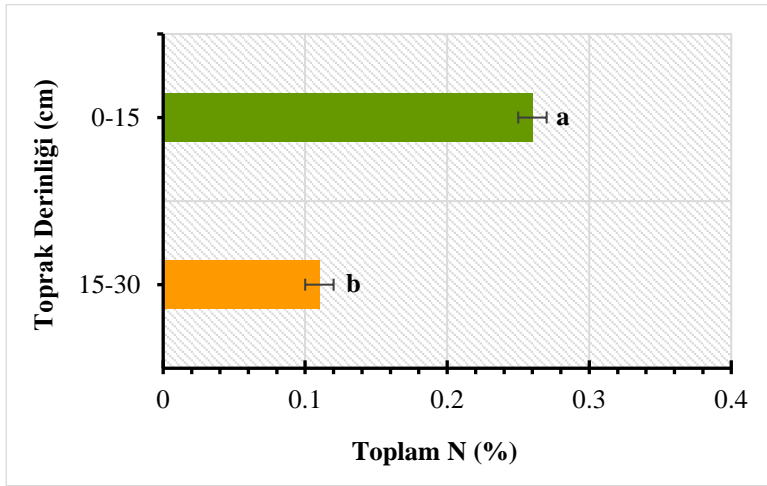


Şekil 2. Toprak derinliği ile toprak organik C'un değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Bilindiği üzere toprağın organik karbon içeriği çoğunlukla toprağın üstündeki ölü örtünün miktarı ve içeriği ile organik maddenin ayrışma derecesine bağlıdır. Bu bağlamda toprak derinliğinin artmasıyla birlikte toprak organik C'unun azalış göstermesi beklentiler arasındadır. Nitekim Fang ve Moncrieff (2005) tarafından sitka ladini (*Picea sitchensis*) ormanlarında yapılan bir çalışmada organik C'un toprak derinliğinin artmasıyla birlikte azalış gösterdiği bildirilmektedir. Çalışmada organik C, 0–8 cm derinlikte  $58,3 \text{ mg g}^{-1}$ ; 8–16 cm derinlikte  $39,3 \text{ mg g}^{-1}$ ; 16–24 cm derinlikte  $43,9 \text{ mg g}^{-1}$ ; 24–32 cm derinlikte  $38,7 \text{ mg g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarında yapılan bir çalışmada organik C içeriğinin toprağın alt katmanlarına göre azaldığı bildirilmektedir. Çalışmada organik C'un L+F tabakasında %45,08; 0–10 cm derinlikte %3,29; 10–20 cm derinlikte %2,20; ve 20–30 cm derinlikte %1,44 olarak tespit edilmiştir (Vervaet vd., 2002). Lopes vd. (2010) tarafından doğal orman alanında yapılan çalışmada toprak organik C'u, 0-10 cm toprak derinliğinde  $21,9 \text{ g kg}^{-1}$  ve 10-20 cm toprak derinliğinde  $15,0 \text{ g kg}^{-1}$  olduğu bildirilmektedir. Çalışmada organik C'un toprak derinliğinin artmasıyla azalış gösterdiği vurgulanmaktadır. Başka bir çalışmada (Ostrowska ve Porębska, 2015) toprak horizonlarında toprağın organik karbon içeriklerinin birbirinden farklı olduğu ve alt horizonlara doğru azalış gösterdiği bulunmuştur. Örneğin O horizonunda  $457,5 \text{ g kg}^{-1}$  olan toplam azot AE'de  $17,75 \text{ g kg}^{-1}$ ; Es'de  $4,93 \text{ g kg}^{-1}$ ; Bhs'de  $9,07 \text{ g kg}^{-1}$ ; Bv'de  $3,56 \text{ g kg}^{-1}$ ; BC'de  $0,39 \text{ g kg}^{-1}$  ve C'de  $0,34 \text{ g kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Toprak horizonlarına göre bu azalışın sebebi yüzey tabakasındaki organik

maddenin ayrışma koşulları ve toprak profilinde organik maddenin alt horizonlarda daha fazla değişikliğe uğraması ile açıklanmıştır. Lepcha ve Devi (2020) tarafından subtropical ormanlarda yapılan çalışmada toprağın organik C içeriği 0–15 cm derinlikte %4,34 ve 15–30 cm derinlik kademesinde %3,65 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada derinlik kademelerine göre azalış gösteren organik C içeriklerinin istatistiksel olarak da birbirinden farklı olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan bazı çalışmaların sonuçları ile de benzerlik göstermektedir (Lopes vd., 2010; Wen vd., 2014; Oktaba ve Kusińska, 2016).

Toprakların toplam azot içerikleri, 0–15 cm derinlik kademesinde %0,21–0,36 arasında (ortalama  $0,26 \pm 0,01$ ), 15–30 cm derinlik kademesinde %0,07–0,15 arasında (ortalama  $0,11 \pm 0,00$ ) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak derinliğine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P < 0,05$ ) saptanmıştır (Şekil 3). Ortalama değerlere göre üst derinlik kademesi olan 0–15 cm toprak derinliğindeki toplam N miktarı, daha aşağıdaki derinlik kademesinden (15–30 cm) önemli ölçüde daha yüksek elde edilmiştir (Şekil 3).

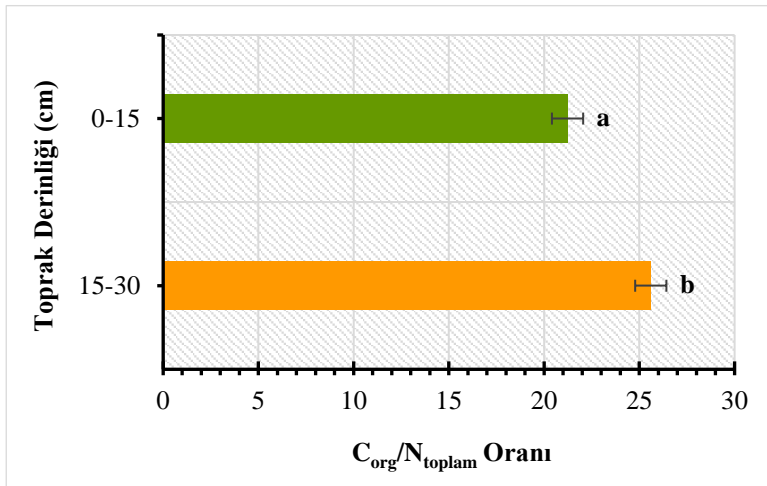


Şekil 3. Toprak derinliği ile toprak toplam N'in değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak toplam azotunun ( $N_{\text{toplam}}$ ) konsantrasyonu, toprak organik C içeriğinin değişimine benzer bir eğilim izleyerek, toprak derinliğinin artmasıyla kademeli olarak azalmıştır. Diğer bir ifade ile toprak organik C konsantrasyonu ile uyumlu olarak, toprak derinliğinin artmasıyla toplam N miktarı azalış göstermiştir. Bu açıdan elde edilen sonuçlar daha önce yapılan bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Wen vd., 2014; Ostrowska ve Porębska vd., 2015; Oktaba ve Kusińska, 2016). Nitekim Ostrowska ve Porębska (2015) tarafından yapılan çalışmada toprak horizonlarında toprağın toplam N içeriklerinin birbirinden farklı olduğu ve alt horizonlara doğru azalış gösterdiği bulunmuştur. Örneğin O horizonunda  $13,15 \text{ g kg}^{-1}$  olan toplam azot AE'de  $0,66 \text{ g kg}^{-1}$ ; Es'de  $0,31 \text{ g kg}^{-1}$ ; Bhs'de  $0,40 \text{ g kg}^{-1}$ ; Bv'de  $0,17 \text{ g kg}^{-1}$ ; BC'de  $0,08 \text{ g kg}^{-1}$  ve C'de  $0,05 \text{ g kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Subtropical ormanlarda yapılan başka bir çalışmada (Lepcha ve Devi, 2020) toprağın toplam N içeriği 0–15 cm derinlikte %0,32 ve 15–30 cm derinlik kademesinde %0,25 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada derinlik kademelerine göre azalış gösteren toprağın toplam N içeriklerinin istatistiksel olarak ta birbirinden farklı olduğu vurgulanmaktadır. Karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarında yapılan bir çalışmada toplam azot içeriğinin toprağın alt katmanlarına göre azaldığı bildirilmektedir. Çalışmada toplam N'un L+F tabakasında %1,61; 0–10 cm derinlikte %0,08; 10–20 cm derinlikte %0,06; ve 20–30 cm derinlikte %0,03 olarak tespit edilmiştir (Vervaeet vd., 2002). Bunun nedeni muhtemelen, üst toprağın organik madde miktarının, havalandırma kabiliyetinin, mikroorganizma faaliyetinin ve buna bağlı olarak ayrışma faaliyetinin derindeki toprağa göre daha iyi olması olabilir. Zira bunun sonucunda organik C ve toplam N birikimi önce üst toprakta birikmiş olabilir (Jiang vd., 2021). Başka

bir neden olarak toprak organik maddesinin yıllanması (bir diğer ifade ile tazeliğini kaybetmesi) ve ayrışmaya karşı direncinin, genellikle toprak profilindeki derinlikle birlikte mikrobiyal aktivitede bir azalma ile birlikte artması ve bunun sonucu olarak N mineralizasyonunun azalması gösterilebilir (Vervaet vd., 2002). Çünkü bir ekosistemin substrat kalitesi (yani taze eklenen ve doğal organik artıklar/maddeler), toprak organik karbonunun (TOC) mikrobiyal bozunma oranını düzenlediği için mikropların mevcudiyetinde önemli bir rol oynar (Jagadamma vd., 2014).

Topraklara ait ayrışma oranı/hızı ( $C_{org}/N_{toplam}$ ) değerleri, 0–15 cm derinlik kademesinde 20,0–23,50 arasında (ortalama  $21,23 \pm 0,31$ ), 15–30 cm derinlik kademesinde 20,40–34,60 arasında (ortalama  $25,60 \pm 1,34$ ) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak derinliğine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P < 0,05$ ) saptanmıştır (Şekil 4).

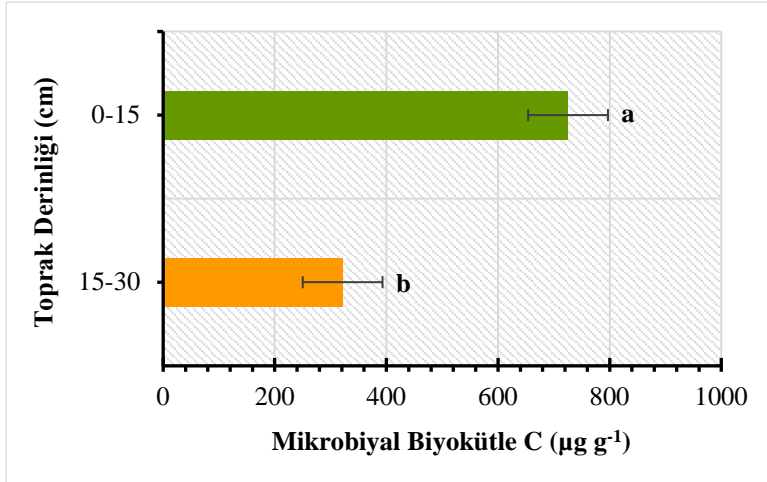


Şekil 4. Toprak derinliği ile  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Ayrışma oranı ya da hızı, organik artıkların içerdiği karbon miktarının azot miktarına oranlanması ( $C_{org}/N_{toplam}$ ) ile tahmin edilmektedir. Eğer  $C_{org}/N_{toplam} < 20$  olursa ayrışmanın çok hızlı,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 20–30 arasında ise ayrışmanın normal hızda ve  $C_{org}/N_{toplam} > 30$  olursa ayrışmanın çok yavaş olduğu kabul edilmektedir (Çepel 1996). Yapılan bu çalışmada toprak derinliğinin artmasıyla birlikte toprak örneklerindeki organik C ve toplam N içeriklerinin değişmesine bağlı toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı da değişmiştir. Toprak  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı toprak derinliğinin artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Bu oranın toprak derinliği ile artması, daha derin toprak derinliğindeki (15–30 cm) toprak organik maddesinin ayrışmasındaki bir azalmayı temsil etmektedir. Ayrıca derinliğe bağlı orman toprağındaki değişen  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının, her iki elementin toprak organik maddesinden salınma hızı ve bu elementlerin toprak derinliği içindeki akışları tarafından belirlendiğini göstermiştir. Çünkü bir elementin içeriği diğerinden daha hızlı azaldığında (ya da arttığında)  $C_{org}/N_{toplam}$  değeri değişmektedir. Dolayısıyla bu oran her zaman toprak organik maddenin mineralizasyonunu yansıtmayabilir (Ostrowska ve Porębska, 2015). Bu durumda toprak organik madde ayrışmasının bir göstergesi olarak  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının yararlılığının değerlendirilmesi, bu sürecin hızını doğrudan etkileyen iklim koşulları, toprak kalitesi, mikrobiyal biyokütle ve bitki örtüsü gibi faktörlerin de dikkate alınmasını gerektirmektedir. Örneğin yapılan bazı çalışmalarda ağaç türlerinin çeşitliliğinin, öncelikle bitki artıklarındaki (ölü örtüdeki) lignin ve N içeriğindeki (yüksek lignin ve düşük N türleri en yavaş ayrışır) farklılıklar yoluyla mikrobiyal ayrışmayı etkileyerek, toprak organik maddesinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı üzerinde tesirinin olduğunu bildirilmektedir (Fassnacht ve Gower, 1999; Cools vd., 2014). Yapılan bazı çalışmalarda (Vervaet vd., 2002; Oktaba ve Kusińska, 2016; Lepcha ve Devi, 2020) toprak derinliğinin artışı ile toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının da artış gösterdiği bildirilmektedir.

### 3.2. Toprakların Mikrobiyal Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri, 0–15 cm derinlik kademesinde 437,40–1315,20  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (ortalama  $725,4801 \pm 102,05 \mu\text{g g}^{-1}$ ), 15–30 cm derinlik kademesinde 194,20–578,20  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (ortalama  $321,55 \pm 42,85 \mu\text{g g}^{-1}$ ) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak derinliğine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P < 0,05$ ) saptanmıştır (Şekil 5).

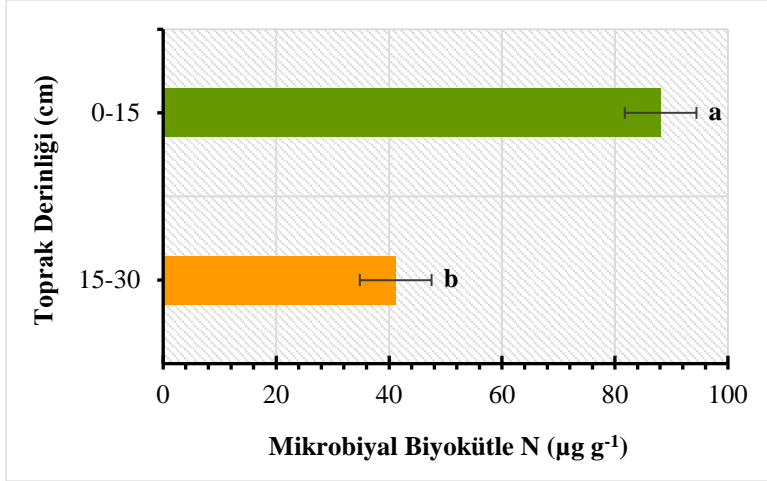


Şekil 5. Toprak derinliği ile mikrobiyal biyokütle C'un değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprağın derinlik kademeleri (0–15 cm ve 15–30 cm) arasında mikrobiyal biyokütle C'da gözlemlenen bu farklılık, mikrobiyal faaliyetteki değişkenliği göstermektedir. Dolayısıyla yapılan bu çalışma toprak derinliğinin toprakların mikrobiyal biyokütle karbon ( $C_{mic}$ ) içerikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. 15–30 cm toprak derinliğinde mikrobiyal biyokütle karbonun düşük çıkmasının nedeni, bu derinlik kademesinde organik karbon içeriğinin düşük çıkmasıyla açıklanabilir. Çünkü toprağın organik maddesi hem toprak fonksiyonunu etkiler hem de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerindeki olumlu etkileriyle bitki ve mikrobiyal büyümeye doğrudan katkıda bulunur. Bununla birlikte toprak organik C'unun toprak mikrobiyal biyokütlesinin miktarını ve aktivitesini güçlü bir şekilde etkilediği de iyi bilinmektedir (Bolat vd., 2015; Vinhal-Freitas vd., 2017; Soleimani vd., 2019). Yapılan bu çalışmada elde edilen ve yukarıda sunulan mikrobiyal biyokütle C değerleri daha önce ılıman ve tropikal orman topraklarında (Vance vd., 1987a) 61–2000  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve (Hernot ve Robertson, 1994) 102–2073  $\mu\text{g g}^{-1}$  yapılan çalışmalarda verilen değerler arasında kalmaktadır. Başka bir çalışmada da düşük biyokütle içeriğine sahip toprakların düşük organik C içeriğine sahip olduğu vurgulanmaktadır (Diaz-Ravina vd., 1988). Fang ve Moncrieff (2005) tarafından sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) ormanlarında yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle C'un toprak derinliğinin artmasıyla birlikte azalış gösterdiği bildirilmektedir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C, 0–8 cm derinlikte 626,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 8–16 cm derinlikte 462,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 16–24 cm derinlikte 387,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 24–32 cm derinlikte 273,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Lopes vd. (2010) tarafından doğal orman alanında yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütle C, 0–10 cm toprak derinliğinde 85,5  $\text{mg kg}^{-1}$  ve 10–20 cm toprak derinliğinde 48,6  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Çalışmada  $C_{mic}$ 'in toprak derinliğinin artmasıyla azalış gösterdiği vurgulanmaktadır. Öte yandan yapılan başka bir çalışmada toprak mikrobiyal biyokütle C'u, toprak derinliği ile birlikte azalış göstererek, üst katmanda (0–10 cm), orta katmanda (10–20 cm) ve derin katmanda (20–30 cm) sırasıyla ortalama 252,1; 149,8 ve 124,7  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Wen vd., 2014). Subtropical ormanlarda yapılan başka bir çalışmada (Lepcha ve Devi, 2020) toprağın mikrobiyal biyokütle C içeriği 0–15 cm derinlikte 539,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 15–30 cm derinlik kademesinde 318,96  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada derinlik kademelerine göre azalış gösteren

toprağın mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı vurgulanmaktadır.

Toprakların mikrobiyal biyokütle N içerikleri, 0–15 cm derinlik kademesinde 58,40–128,70  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (ortalama  $88,08 \pm 8,08 \mu\text{g g}^{-1}$ ), 15–30 cm derinlik kademesinde 24,90–65,30  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (ortalama  $41,17 \pm 4,32 \mu\text{g g}^{-1}$ ) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak derinliğine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P < 0,05$ ) saptanmıştır (Şekil 6).

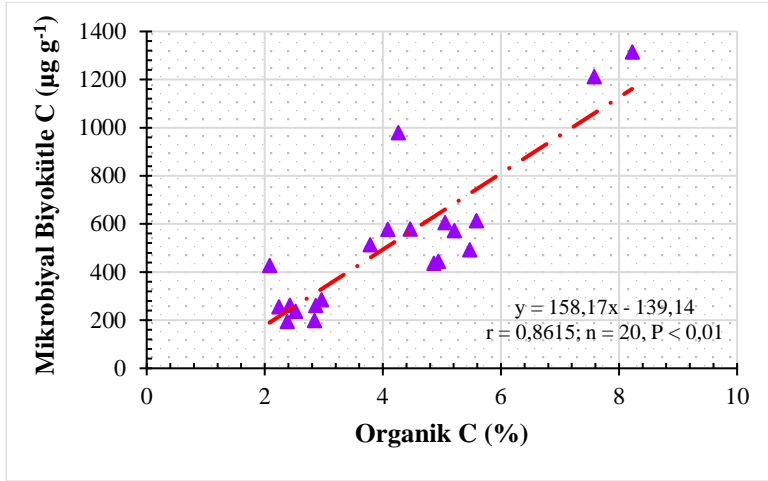


Şekil 6. Toprak derinliği ile mikrobiyal biyokütle N'un değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Yapılan bu çalışma toprak mikrobiyal biyokütle azot ( $N_{mic}$ ) miktarı toprak derinliği ile azalmıştır. Derinliğin artmasıyla birlikte ortaya çıkan bu azalma, alt derinlik tabakasındaki (15–30 cm) substratın miktarındaki (organik C ve toplam N; Şekil 2 ve 3) ve dolayısıyla kalitesindeki ( $C_{org}/N_{toplam}$  oranı; Şekil 4) azalma ile açıklanabilir (Van Leeuwen vd., 2017). Çünkü bir ekosistemin substrat kalitesi, taze/yeni eklenen ve doğal toprak organik karbonunun (TOC) mikrobiyal ayrışma oranını düzenlediği için mikropların mevcudiyetinde önemli bir rol oynar (Jagadamma vd., 2014). Yapılan çalışmalarda, mikrobiyal biyokütle N değerinin iğne yapraklı ormanlarda 52–125  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (Martikainen ve Palojarvi 1990), her dem yeşil ormanlarda 42–242  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (Diaz-Ravina vd., 1988), geniş yapraklı ormanlarda 132–240  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında ve gençlik çağında olan subtropikal ormanlarda 57,7–123,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında (Maithani vd., 1996) değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Subtropikal doğal karışık ormanlarda yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle N içeriğinin 0–10 cm derinlikte 231  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 10–20 cm derinlikte 123  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 20–30 cm derinlikte 56  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Çalışmada toprak derinliğinin artmasıyla birlikte  $N_{mic}$ 'in azalış gösterdiği ve istatistiki olarak derinlik kademeleri arasında farkın olduğu vurgulanmaktadır (Burton vd., 2010). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda (Xu vd., 2021) da toprak derinliğinin artışı ile toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriğinin azalış gösterdiği bildirilmektedir.

### 3.3. Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular ve Tartışma

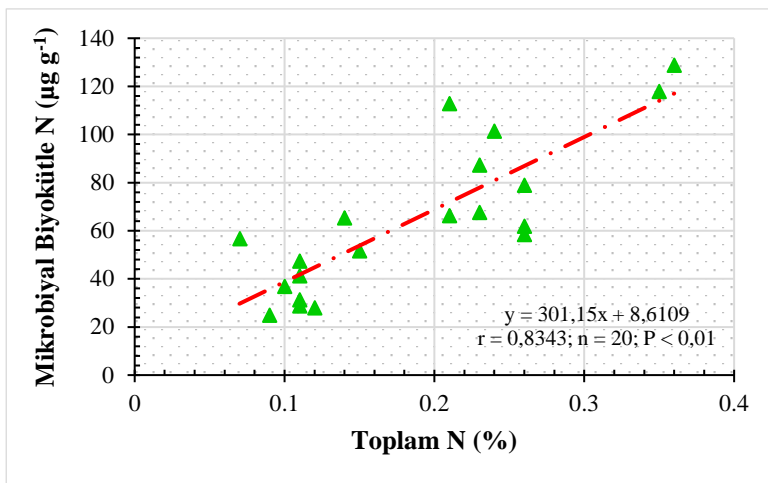
Yapılan bu çalışmada mikrobiyal biyokütle C ile organik C arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki ( $r = 0.8615$ ,  $P < 0,01$ ) bulunmuştur (Şekil 7). Diğer bir ifade ile organik C arttıkça mikrobiyal biyokütle C'un da arttığı ortaya çıkmış ve daha önceki yapılan çalışmalar ile benzer yönde sonuç elde edilmiştir (Sharma vd., 2004; Kara ve Bolat, 2009; Lepcha ve Devi, 2020).



Şekil 7. Toprak organik C ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki

Nitekim Arunachalam ve Arunachalam (2000) organik C içeriği ile mikrobiyal biyokütle C'un orman ( $r = 0,724$ ,  $P < 0,001$ ) ve açıklık ( $r = 0,569$ ,  $P < 0,05$ ) alanlara ait topraklarda pozitif ve anlamlı bir ilişki gösterdiğini bildirmektedir. Benzer şekilde Sharma vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada da organik C ile mikrobiyal biyokütle C arasında ( $r = 0,6496$ ,  $P < 0,0005$ ) pozitif ve anlamlı bir ilişki ifade edilmektedir. Tarım alanlarında yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle C ile organik C ( $r = 0,63$ ,  $P < 0,05$ ) ve toplam N arasında ( $r = 0,60$ ,  $P < 0,05$ ) pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır (Wright vd., 2005). Karışık (*Pinus massoniana* ve *Cinnamomum camphora*) ormanlarda yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle C ile organik C arasında pozitif ve anlamlı ( $r = 0,4163$ ,  $P < 0,001$ ) bir korelasyonun olduğu bildirilmektedir (Wen vd., 2014). Subtropical ormanlarda yapılan başka bir çalışmada (Lepcha ve Devi, 2020) mikrobiyal biyokütle C ile organik C arasında pozitif ve anlamlı ( $r = 0,875$ ,  $P < 0,01$ ) bir korelasyonun olduğu ifade edilmektedir.

Çalışmada sonucunda elde edilen verilere göre toprakların mikrobiyal biyokütle N ( $N_{mic}$ ) ile toplam N içerikleri arasında da pozitif ve anlamlı ( $r = 0,8343$ ,  $P < 0,01$ ) bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 8). Elde edilen bu sonuca göre toprakta bulunan ve alınabilir formda olan azotun miktarı mikrobiyal biyokütleyi kuvvetli bir şekilde etkilemektedir.



Şekil 8. Toprak toplam N ile mikrobiyal biyokütle N arasındaki ilişki

Bununla birlikte daha önce yapılan diğer çalışmalarda da benzer yönde sonuçların elde edildiği görülmektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada, toplam N'in mikrobiyal biyokütle N ile pozitif ve anlamlı ( $r = 0,88$ ,  $P < 0,001$ ) bir ilişki gösterdiğini ifade etmektedir (Tracy ve Frank, 1998). Başka bir çalışmada toplam N ile mikrobiyal biyokütle N arasında pozitif ve anlamlı ( $r = 0,8264$ ,  $P < 0,0005$ ) bir ilişki olduğu

belirtilmektedir (Sharma vd., 2004). Benzer olarak tarım alanlarında yapılan bir çalışmada toplam N ile mikrobiyal biyokütle N arasında pozitif ve anlamlı ( $r = 0,81$ ,  $P < 0,05$ ) bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Wright vd., 2005). Karışık (*Pinus massoniana* ve *Cinnamomum camphora*) ormanlarda yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle N ile toplam N arasında pozitif ve anlamlı ( $r = 0,3068$ ,  $P < 0,001$ ) bir korelasyonun olduğu bildirilmektedir (Wen vd., 2014).

#### 4. Sonuçlar

Çalışmada elde edilen sonuçlar toprak derinliğine (derinliğin artmasıyla) göre değişen toprak özelliklerinin mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Başka bir anlatımla toprak derinlikleri (0–15 cm ve 15–30 cm) arasında ortaya çıkan bu fark, büyük olasılıkla 15–30 cm toprak derinliğinde üst toprak derinliğine göre azalan C ve N mevcudiyetinin sonucu olabilir. Bundan dolayı organik C ve toplam N bakımından fakir, orta derecede asit, killi balçık türündeki doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ormanı toprakların 15–30 cm derinlik kademesinde mikrobiyal biyokütle C ve N içeriği anlamlı olarak azalış göstermiştir. Üstelik mikrobiyal biyokütle C'un organik C ile mikrobiyal biyokütle N'un toplam N ile korelasyonu, mikrobiyal biyokütlenin organik madde miktarı ve kalitesi tarafından belirlendiğini de yansıtmaktadır. Bununla birlikte toprak mikrobiyal biyokütlesi sadece toprak organik maddesi ile ilgili değildir; aynı zamanda toprak nemi, bitki besin maddeleri, toprak reaksiyonu, toprak sıcaklığı, bitki örtüsü ve toprağın kil içeriği gibi diğer faktörlere de bağlıdır. Ayrıca çalışmada elde edilen  $C_{mic}$  ve  $N_{mic}$ 'in,  $C_{org}$  ve  $N_{toplam}$  ile gösterdiği pozitif korelasyona yüksek düzeyde organik madde mikrobiyal büyümeye yeterli miktarda karbon, azot ve enerji kaynağı sağlayabileceğinden ve dolayısıyla toprak kalitesini artırabileceğinden, toprak verimliliği ile mikrobiyal biyokütle arasında önemli ilişkilerin olduğunu işaret etmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma 23-25 Kasım 2022 tarihleri arasında Ankara'da düzenlenen "5<sup>th</sup> International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences"ta sözlü olarak sunulmuştur.

#### Yazar Katkıları

Kamil ÇAKIROĞLU: Çalışmayı tasarlamış, veri toplamış ve analizleri yapmıştır. Makalenin son halini okuyup değerlendirmiştir.

Ömer KARA: Çalışmayı tasarlamış, yönetmiş, sonuçları yorumlayarak değerlendirmiştir. Makalenin son halini okuyup değerlendirmiştir.

İlyas BOLAT: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış, sonuçları değerlendirerek makaleyi yazmıştır. Makaleyi okuyarak sunulan derginin yazım kurallarına göre düzenlemiştir.

#### Çıkar Çatışması

Herhangi bir kurum veya kişi/kişiler ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynaklar

- Anderson, J. M. and Ingram, J. S. I. (1996). *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods*, Second Edition, Cab International Wallingford, UK, pp. 221
- Anderson, J. P. E. and Domsch, K. H. (1973). Quantification of bacterial and fungal contribution to soil respiration. *Archives of Microbiology*, 93(2), 113–127.
- Aponte, C., Marañón, T. and García, L. V. (2010). Microbial C, N and P in soils of Mediterranean oak forests: influence of season, canopy cover and soil depth. *Biogeochemistry*, 101(1), 77–92.
- Arunachalam, A. and Arunachalam, K. (2000). Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north-east India. *Plant and Soil*, 223(1), 187–195.
- Blake, G. R. (1965). Particle density. In: Klute A. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and*



- Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 371–373.
- Bolat, İ. (2011). Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon ( $C_{mic}$ ), azot ( $N_{mic}$ ), fosfor ( $P_{mic}$ ) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Bartın, 423 s.
- Bolat, İ. (2019). Microbial biomass, basal respiration, and microbial indices of soil in diverse croplands in a region of northwestern Turkey (Bartın). *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 1–13.
- Bolat, İ. and Öztürk, M. (2016). Effects of altitudinal gradients on leaf area index, soil microbial biomass C and microbial activity in a temperate mixed forest ecosystem of Northwestern Turkey. *iForest- Biogeosciences and Forestry*, 10(1), 334.
- Bolat, İ., Şensoy, H. and Özer, D. (2015). Short-term changes in microbial biomass and activity in soils under black locust trees (*Robinia pseudoacacia* L.) in the northwest of Turkey. *Journal of Soils and Sediments*, 15(11), 2189–2198.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy Journal*, 54(5), 464–465.
- Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen-total. In: Page, A.L. (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. SSSA Book series No: 9, Madison, pp. 595–622.
- Brookes, P. C., Landman, A., Pruden, G. and Jenkinson, D. S. (1985). Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 17(6), 837–842.
- Burton, J., Chen, C., Xu, Z. and Ghadiri, H. (2010). Soil microbial biomass, activity and community composition in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. *Journal of Soils and Sediments*, 10(7), 1267–1277.
- Cleveland, C. C., Townsend, A. R., Constance, B. C., Ley, R. E. and Schmidt, S. K. (2004). Soil microbial dynamics in Costa Rica: seasonal and biogeochemical constraints. *Biotropica*, 36(2), 184–195.
- Cools, N., Vesterdal, L., De Vos, B., Vanguelova, E. and Hansen, K. (2014). Tree species is the major factor explaining C: N ratios in European forest soils. *Forest Ecology and Management*, 311, 3–16.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536s.
- Çepel, N. (1996). *Toprak İlmi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, 288 s.
- Diaz-Ravina, M., Carballas, T. and Acea, M. J. (1988). Microbial biomass and metabolic activity in four acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 20(6), 817–823.
- Ekelund, F., Rønn, R. and Christensen, S. (2001). Distribution with depth of protozoa, bacteria and fungi in soil profiles from three Danish forest sites. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(4-5), 475–481.
- Fang, C. and Moncrieff, J. B. (2005). The variation of soil microbial respiration with depth in relation to soil carbon composition. *Plant and Soil*, 268(1), 243–253.
- Fassnacht, K. S. and Gowerr, S. T. (1999). Comparison of the litterfall and forest floor organic matter and nitrogen dynamics of upland forest ecosystems in north central Wisconsin. *Biogeochemistry*, 45(3), 265–284.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*, Kutulmuş Matbaası, İ.Ü. Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Henrot, J. and Robertson, G. P. (1994). Vegetation removal in two soils of the humid tropics: effect on microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(1), 111–116.
- Irmak, A. (1954) *Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları*, İ.Ü. Yayın No. 559, Orman Fakültesi Yayın No. 27, İstanbul, 150 s.
- Jagadamma, S., Mayes, M. A., Steinweg, J. M. and Schaeffer, S. M. (2014). Substrate quality alters the microbial mineralization of added substrate and soil organic carbon. *Biogeosciences*, 11(17), 4665–4678.
- Jiang, W., Gong, L., Yang, L., He, S. and Liu, X. (2021). Dynamics in C, N, and P stoichiometry and microbial biomass following soil depth and vegetation types in low mountain and hill region of China. *Scientific Reports*, 11(1), 1–10.
- Kaçar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri*. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim,

- Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kantarcı MD (2000) *Toprak İlimi*, İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kara, Ö. and Bolat, İ. (2009). Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in black pine plantation soils in Turkey. *Ecological Indicators*, 9(6), 1151–1155.
- Kara, Ö., Bolat, İ., Çakıroğlu, K. and Öztürk, M. (2008). Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2), 193–198.
- Lavahun, M. F. E., Joergensen, R. G. and Meyer, B. (1996). Activity and biomass of soil microorganisms at different depths. *Biology and Fertility of Soils*, 23(1), 38–42.
- Lepcha, N. T. and Devi, N. B. (2020). Effect of land use, season, and soil depth on soil microbial biomass carbon of Eastern Himalayas. *Ecological Processes*, 9(1), 1–14.
- Lopes, M. M., Salviano, A. A. C., Araujo, A. S. F., Nunes, L. A. P. L. and Oliveira, M. E. (2010). Changes in soil microbial biomass and activity in different Brazilian pastures. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1253–1259.
- Maithani, K., Tripathi, R. S., Arunachalam, A. and Pandey, H. N. (1996). Seasonal dynamics of microbial biomass C, N and P during regrowth of a disturbed subtropical humid forest in north-east India. *Applied Soil Ecology*, 4(1), 31–37.
- Martikainen, P. J. and Palojärvi, A. (1990). Evaluation of the fumigation-extraction method for the determination of microbial C and N in a range of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 22(6), 797–802.
- Oktaba, L. and Kusińska, A. (2016). Soil organic matter in afforested post-agricultural soils. *Polish Journal of Soil Science*, 45(1), 39.
- Ostrowska, A. and Porębska, G. (2015). Assessment of the C/N ratio as an indicator of the decomposability of organic matter in forest soils. *Ecological Indicators*, 49, 104–109.
- Pankhurst, C. E., Doube, B. M. and Gupta, V. V. S. R. (1997). Biological indicators of soil health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C. E., Doube, B. M., and Gupta, V. V. S. R. (eds.). CAB International, pp. 419–435.
- Parkinson, D. and Coleman, D. C. (1991). Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34(1–4), 3–33.
- Rowell, D. L. (1994) *Soil Science Methods and Applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore.
- Sharma, P., Rai, S. C., Sharma, R. and Sharma, E. (2004). Effects of land-use change on soil microbial C, N and P in a Himalayan watershed. *Pedobiologia*, 48(1), 83–92.
- Singh, J. S., Raghubanshi, A. S., Singh, R. S., and Srivastava, S. C. (1989). Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature*, 338(6215), 499–500.
- Six, J., Frey, S. D., Thiet, R. K. and Batten, K. M. (2006). Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 555–569.
- Soleimani, A., Hosseini, S. M., Bavani, A. R. M., Jafari, M. and Francaviglia, R. (2019). Influence of land use and land cover change on soil organic carbon and microbial activity in the forests of northern Iran. *Catena*, 177, 227–237.
- Taylor, J. P., Wilson, B., Mills, M. S. and Burns, R. G. (2002). Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(3), 387–401.
- Tracy, B. F. and Frank, D. A. (1998). Herbivore influence on soil microbial biomass and nitrogen mineralization in a northern grassland ecosystem: Yellowstone National Park. *Oecologia*, 114(4), 556–562.
- Van Leeuwen, J. P., Djukic, I., Bloem, J., Lehtinen, T., Hemerik, L., De Ruiter, P. C. and Lair, G. J. (2017). Effects of land use on soil microbial biomass, activity and community structure at different soil depths in the Danube floodplain. *European Journal of Soil Biology*, 79, 14–20.
- Vance, E. D., Brookes, P. C., and Jenkinson, D. S. (1987a). Microbial biomass measurements in forest soils: the use of the chloroform fumigation-incubation method in strongly acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 19(6), 697–702.
- Vance, E. D., Brookes, P. C. and Jenkinson, D. S. (1987b). An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19(6), 703–707.

- Vervaet, H., Massart, B., Boeckx, P., Van Cleemput, O. and Hofman, G. (2002). Use of principal component analysis to assess factors controlling net N mineralization in deciduous and coniferous forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 36(2), 93–101.
- Vinhal-Freitas, I. C., Corrêa, G. F., Wendling, B., Bobuľská, L. and Ferreira, A. S. (2017). Soil textural class plays a major role in evaluating the effects of land use on soil quality indicators. *Ecological Indicators*, 74, 182–190.
- Wen, L., Lei, P., Xiang, W., Yan, W. and Liu, S. (2014). Soil microbial biomass carbon and nitrogen in pure and mixed stands of *Pinus massoniana* and *Cinnamomum camphora* differing in stand age. *Forest Ecology and Management*, 328, 150–158.
- Wright, A. L., Hons, F. M. and Matocha Jr, J. E. (2005). Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. *Applied Soil Ecology*, 29(1), 85–92.
- Xu, T., Chen, X., Hou, Y. and Zhu, B. (2021). Changes in microbial biomass, community composition and diversity, and functioning with soil depth in two alpine ecosystems on the Tibetan plateau. *Plant and Soil*, 459(1), 137–153.

# Orman Yangınlarının Hava Kalitesine Etkisi: Antalya Örneği

İlyas BOLAT<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 12.09.2022

Kabul: 23.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Hava kirliliği, havanın normal karışımında yer alamayan kirlenmelerin suya, canlılara, toprağa, ve materyallere zarar verecek konsantrasyonda ve yeterince uzun süre atmosferde bulunması olarak adlandırılmaktadır. Türkiye’de gözlemlenen yüksek sıcaklık ve düşük nem gibi atmosferik koşullar, orman yangınları için uygun ortamı meydana getirmektedir. Bitki artıkları ayrıştığında ya da yakıldığında atmosfere karışıklarından, orman yangınları da hava kirliliğine neden olan sebeplerden biri haline gelebilmektedir. Buradan hareketle yapılan çalışmada Türkiye’de 28 Temmuz–12 Ağustos 2021 tarihleri arasında çıkan orman yangınlarının hava kalitesine olan etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Çıkan yangınlardan en fazla etkilenen Antalya ili olduğundan bu il seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2020 yılı üç yaz ayı (haziran, temmuz ve ağustos) ortalama PM<sub>10</sub> konsantrasyonu 44,89 µg/m<sup>3</sup>, 2021 yılı üç yaz ayı ortalama PM<sub>10</sub> konsantrasyonu 37,61 µg/m<sup>3</sup> bulunmuştur. PM<sub>2,5</sub>’un 2020 yılı ortalama konsantrasyonu 18,38 µg/m<sup>3</sup>, 2021 yılı ortalama konsantrasyonu 19,94 µg/m<sup>3</sup>’dür. Antalya’da kükürt dioksit yıllık ortalama olarak 2018’de 5,34 µg/m<sup>3</sup>, 2019’da 5,40 µg/m<sup>3</sup>, 2020’de 2,92 µg/m<sup>3</sup> ve 2021’de 4,13 µg/m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. 2019 Kasım ile 2022 Nisan ayı arasındaki dönemde Antalya’da karbon monoksit (CO) konsantrasyonu en düşük 41,95 (24.05.2020) µg/m<sup>3</sup> ve en yüksek 2151,9 µg/m<sup>3</sup> (21.12.2021) olarak tespit edilmiştir. Hava kirlenmelerinin başında gelen ve bu çalışmada ölçümü yapılan PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO) ve ozon (O<sub>3</sub>) parametrelerinin günlük ve yıllık konsantrasyonlarının limit değerleri sadece PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> için aşılmıştır. Bundan dolayı, çalışmada değerlendirilmesi yapılan hava kirlenmelerinin 2021 yılı üç yaz ayına ait konsantrasyonlarının 2020 yılı ile yaklaşık benzerlik göstermesinden, gerçekleşen orman yangınının Antalya ve civarında hava kalitesini aşırı derecede olumsuz yönde etkileyen tek ve önemli bir faktör olmadığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler** – Hava kalitesi, karbon monoksit, kükürt dioksit, orman yangını, partikül madde

## The Effect of Forest Fires on Air Quality: The Case of Antalya

<sup>1,\*</sup> Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

## Article History

Received: 12.09.2022


Accepted: 23.11.2022

Published: 15.12.2022

## Research Article

**Abstract** – The presence of pollutants that are not in the normal composition of the air in the atmosphere at a concentration that will harm water, soil, living things, and materials for a long enough time is called air pollution. Atmospheric conditions such as low humidity and high temperature observed in Turkey create a suitable environment for forest fires. Forest fires can also become one of the causes of air pollution, as plant residues are released into the atmosphere when decomposed or burned. In this study, the effects of forest fires that broke out between 28 July and 12 August 2021 in Turkey’s air quality were tried to be examined. This province has been chosen because it is the province of Antalya, which was most affected by the fires. According to the results obtained, the average PM<sub>10</sub> concentration for the three summer months of 2020 (June, July, and August) was 44.89 µg/m<sup>3</sup>, and the average PM<sub>10</sub> concentration for the three summer months of 2021 was 37.61 µg/m<sup>3</sup>. The average concentration of PM<sub>2,5</sub> in 2020 was 18.38 µg/m<sup>3</sup>, and the average concentration in 2021 was 19.94 µg/m<sup>3</sup>. In Antalya, the annual average sulfur dioxide was 5.34 µg/m<sup>3</sup> in 2018, 5.40 µg/m<sup>3</sup> in 2019, 2.92 µg/m<sup>3</sup> in 2020, and 4.13 µg/m<sup>3</sup> in 2021. In the period between November 2019 and April 2022, the lowest carbon monoxide (CO) concentration in Antalya was 41.95 (24.05.2020) µg/m<sup>3</sup> and the highest was 2151.9 µg/m<sup>3</sup> (21.12.2021). The limit values of daily and annual concentrations of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO), and ozone (O<sub>3</sub>) parameters, which are the leading air pollutants and measured in this study, were exceeded only for PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub>. Therefore, since the concentrations of the air pollutants evaluated in the study for the three summer months of 2021 are almost similar to those of 2020, it can be said that the forest fire that took place is not the only and important factor affecting the air quality in Antalya and its surroundings.

**Keywords** – Air quality, carbon monoxide, sulfur dioxide, forest fire, particle matter

<sup>1</sup>  ilyasbolat@bartin.edu.tr, bolat.ilyas@hotmail.com

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İlyas Bolat

## 1. Giriş

İnsan sağlığı açısından hayati öneme sahip sorunlardan biri de hava kirliliğidir. İçinde kükürt dioksit, karbon monoksit, karbon dioksit taşıyan hava, solunum yoluyla insan sağlığını tehdit etmektedir. Diğer yandan kirli hava insanlar üzerinde psikolojik etkiye de sahiptir. Hava kirliliğinden en fazla etkilenenler, üst solunum yolu enfeksiyonlarına (ÜSYE) eğilimli olanlar, solunum ve astım hastaları, bebekler ve çocuklar ve yaşlılardır. Üstelik hava kirliliği, insan dışında hayvan ve bitki toplulukları ile toprağı da olumsuz etkilerken, yeryüzündeki iklimi de değiştirmektedir. Örneğin hava kirliliği bitkiler üzerinde genel olarak yaprakların sararması veya başka renklere geçişerek yeşilliğini kaybetmesi, yaprak dokularının harap olması ve büyümenin yavaşlaması gibi üç farklı şekilde tesir eder (Karpuzcu, 2004; Görmez, 2010; Türkeş, 2010, Bolat, 2021; Bolat ve Çakıroğlu, 2022).

Hava kirleticilerinin pek çoğu doğal ve yapay yani insan faaliyetleri neticesinde ortaya çıkar ve atmosfere verilirler. Doğal olarak meydana gelen hava kirleticileri tuz spraylerinden, mantar sporlarından, çiçek tozu zerrecilerinden, volkanik olarak oryaya çıkan ince tozlarından ve orman yangını dumanlarından meydana gelmektedir. İnsan faaliyetleri neticesi ortaya çıkan kirleticiler, yakma tesislerinden (ısınma kaynaklı kömür, doğalgaz vb.), ulaşım vasıtalarından ve sanayi kuruluşlarından kaynaklanır (Karpuzcu, 2004; Kara ve Bolat, 2007). O halde hava kirleticisi, havadaki birikimleri belirli bir sınır düzeyin üzerinde ya da yüksek düzeyde olduğunda canlı yaşamı ve çevre üzerinde ciddi zararlara neden olan gaz, aerosol, uçucu parçacık, vb. maddelere verilen isimdir. Gerçekte havada yüzlerce hava kirleticisi olmakla birlikte canlı yaşamı ve çevre üzerinde en fazla zarara neden olanlar kükürt bileşikleri, azot bileşikleri, ozon, partikül maddeler (PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub>), karbon monoksit, uçucu organik bileşikler (VOC) ile kurşun ve cıva gibi ağır metallerdir (Türkeş, 2010).

2021 yılında bir dizi yıkıcı orman yangını, önce haziran ayında ve ardından temmuz ayının sonundan ağustos ayının ortasına kadar rekor kıran sıcak hava dalgalarıyla aynı zamanda meydana gelmiştir. Bu yangınlar Fransa, Yunanistan, Arnavutluk, İtalya, İspanya, Kuzey Makedonya ve Türkiye, Kuzey Afrika'da Tunus ve Cezayir dahil olmak üzere Akdeniz'deki ülkeler ile İsrail ve Lübnan gibi Orta Doğu ülkelerini de ciddi olarak etkilemiştir. Öyle ki alevler tarlaları, çiftlikleri ve ormanları ciddi şekilde tahrip etmiştir. Etrafa yayılan ve yükselen alevler, Olympia ve Atina gibi antik şehirlerin eteklerine kadar ulaşmıştır. Görevliler Katanya, Evia ve Bodrum sahillerini güçlükle tahliye etmişlerdir. İtfaiyecilerin biçare kaldığı anlar olmuştur. Yangının hasar verdiği yerlerde yaşayan kimi insanlar ne yazık ki kendilerine ait evlerinde öldüler. Netice olarak, dünyada en az 86 kişi yangınlar sebebiyle yaşamını kaybetmiştir. Bu bağlamda 2017'den sonra 2021 yılı, Akdeniz'de meydana gelen orman yangınları için kayıtlara geçen en kötü ikinci yıl olmuştur (URL-1, 2022). Bu konuya Orman Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılı faaliyet raporunda da yer verilmiştir. Raporda yaz aylarında Türkiye'nin 49 ilinde çıkan 299 orman yangına ilişkin veriler paylaşılmıştır. Rapora göre 2020 yılında 3 bin 339 orman yangınında 20 bin 971 hektar alan yanarken, 2021 yılında orman yangını sayısı 2 bin 793'e düşmesine karşın yanan alan sayısı 139 bin 503 hektara yükseldiği bildirilmektedir (OGM, 2021; URL-2, 2022). Öte yandan uydu verileri de, temmuz ayında Türkiye'deki yangınların, yaklaşık yirmi yıl önce kapsamlı kayıtların tutulmasına başlanmasından bu yana gördüğümüzden dört kat daha yüksek bir ısı yoğunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda yangınlar, yaşayan hafızanın en kötüsü olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'den Akdeniz üzerinde dalgalanan büyük duman bulutlarını, Kara Renk Enstrümanı (OLCI) ve Sentinel-3 Okyanus tarafından çekilen uydu görüntüleri göstermektedir (Şekil 1.). Yetkililer Türkiye'nin Ege kıyısında bulunan Bodrum'da binlerce kişiyi dumandan ve alevlerden kaçırmak için tekne ve gemilere bindirerek başka yerleşim yerlerine nakledilmişlerdir. Ülkemizde yangınlardan etkilenen on binlerce kişi evlerinden tahliye edilmiş, en az dokuz kişi ise ölmüştür (URL-1, 2022).

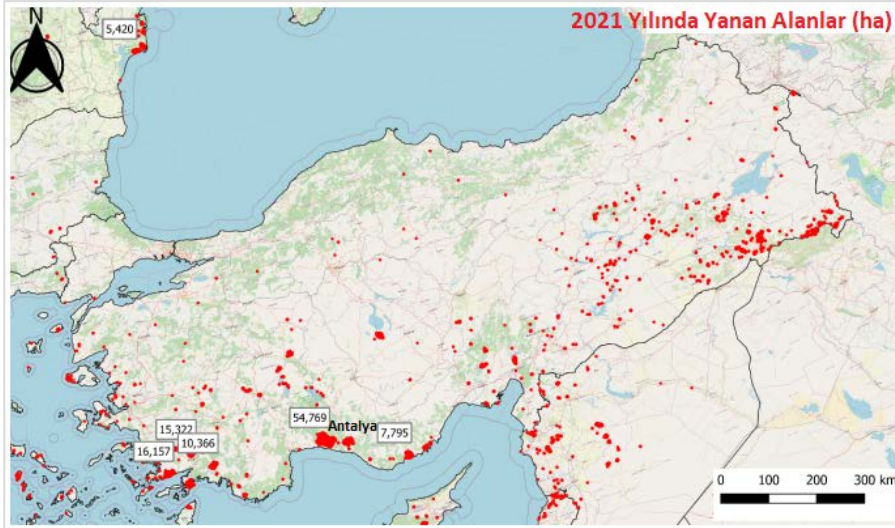


Şekil 1. Kara Renk Enstrümanı (OLCI) ve Sentinel-3 Okyanus tarafından çekilen uydu görüntüleri (URL-1, 2022)

Çevre kirliliği kavramı hava, su ve toprak kirliliği gibi çeşitli türlerde karşımıza çıkan ve insan hayatının kaçınılmaz bir yan ürünüdür. Hava kirliliği, söz konusu bu kirlilik çeşitleri içinde hâlâ kayda değer bir problem olarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Hava kirliliği, havanın normal karışımında yer alamayan kirleticilerin suya, canlılara, toprağa ve materyallere zarar verecek konsantrasyonda ve yeterince uzun süre atmosferde bulunması olarak adlandırılır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, dünya nüfusunun %91'ini oluşturan popülasyonun yaşadığı yerlerde hava kalitesinin sınır değerleri aşılmakta ve hava kirliliğine bağlı olarak her yıl 4.2 milyon kişi yaşamını yitirmektedir (Kara ve Bolat, 2008; WHO, 2020; Zeydan, 2021). Bu çalışmada, Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı'nda yer alan Antalya kent merkezinde yer alan hava kalitesi izleme istasyonu tarafından 2018 yılından 2022 Nisan ayının başına kadar ölçülen kükürt dioksit ( $SO_2$ ), partikül maddeler ( $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$ ), ozon ( $O_3$ ) ve karbon monoksit ( $CO$ ) konsantrasyonlarının Ulusal mevzuattaki ve Dünya Sağlık Örgütü'nün günlük ve yıllık sınır değerleri gereğince değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca 28 Temmuz 2021 yılında Antalya'nın Manavgat ilçesinde başlayan ve 12 Ağustos 2021 itibarıyla Muğla'nın Köyceğiz ilçesindeki yangının da söndürülmesi ile tamamen kontrol altına alınan orman yangınlarının yukarıda ifade edilen hava kalitesi parametreleri üzerinde etkisinin olup olmadığı da yorumlanmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak 2021 yılında yaz aylarında çıkan orman yangınlarından en fazla etkilenen iller arasında yer alan Antalya seçilmiştir. Antalya'da yaklaşık olarak 54.769 ha alan çıkan yangınlardan zarar görmüştür (Şekil 2.) (San-Miguel-Ayanz vd., 2022) Antalya'da üçü kent merkezinde olmak üzere sekiz adet Hava Kalitesi İzleme İstasyonu ile hava kalitesi ölçümleri yapılmaktadır. Ölçümler anlık olarak Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na ait internet sitesine aktarılmaktadır. Bu yüzden 2018 yılından 2022 yılının Nisan ayının başına kadarki döneme ilişkin günlük ortalama kükürt dioksit ( $SO_2$ ), partikül madde ( $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$ ), ozon ( $O_3$ ) ve karbon monoksit ( $CO$ ) konsantrasyon değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından işletilen Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından temin edilmiştir. Ülkemizde hava kalitesi ölçümü yapan tüm istasyonların verilerini Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı web sitesinden indirmek mümkündür (ÇŞB, 2022). Çalışmanın bir amacı da yangının hava parametrelerine olan etkisini değerlendirmek olduğundan yukarıda ifade edilen bütün değişkenler için 2020 ve 2021 yıllarının üç yaz ayının (haziran, temmuz ve ağustos) günlük ortalama değerleri ilgili siteden indirilerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere ilişkin sonuçlar ve grafikler Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi 2013/3 ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) günlük ve yıllık sınır değerleri gereğince değerlendirilmiştir (ÇŞB, 2008; ÇŞB, 2013; WHO, 2022).



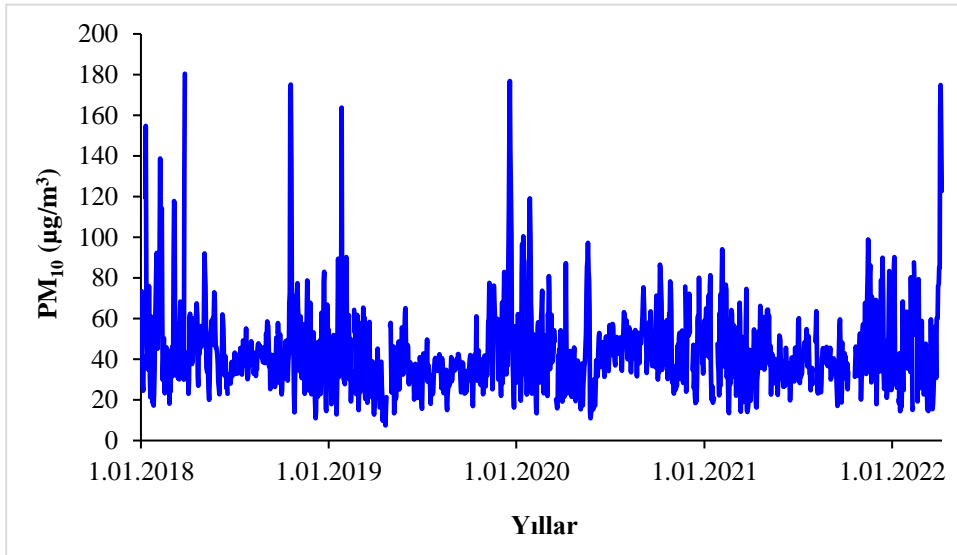
Şekil 2. Türkiye'de 2021 yılında yanmış alanlar. En büyük yangınlar kırmızı renk ile gösterilmiş ve büyüklük olarak hektar (ha) ile belirtilmiştir (San-Miguel-Ayanz vd., 2022'den değiştirilerek)

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Partikül Maddeler (PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub>)

##### 3.1.1. PM<sub>10</sub>

PM<sub>10</sub>'un 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla ortalama 46,86 µg/m<sup>3</sup>, 39,27 µg/m<sup>3</sup>, 44,44 µg/m<sup>3</sup> ve 41,86 µg/m<sup>3</sup> olarak değiştiği ortaya çıkmıştır. Bu zaman aralığında en düşük günlük PM<sub>10</sub> 06.01.2019 tarihinde 17,86 µg/m<sup>3</sup> ve en yüksek günlük PM<sub>10</sub> 27.03.2018 tarihinde 180,42 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 3.).

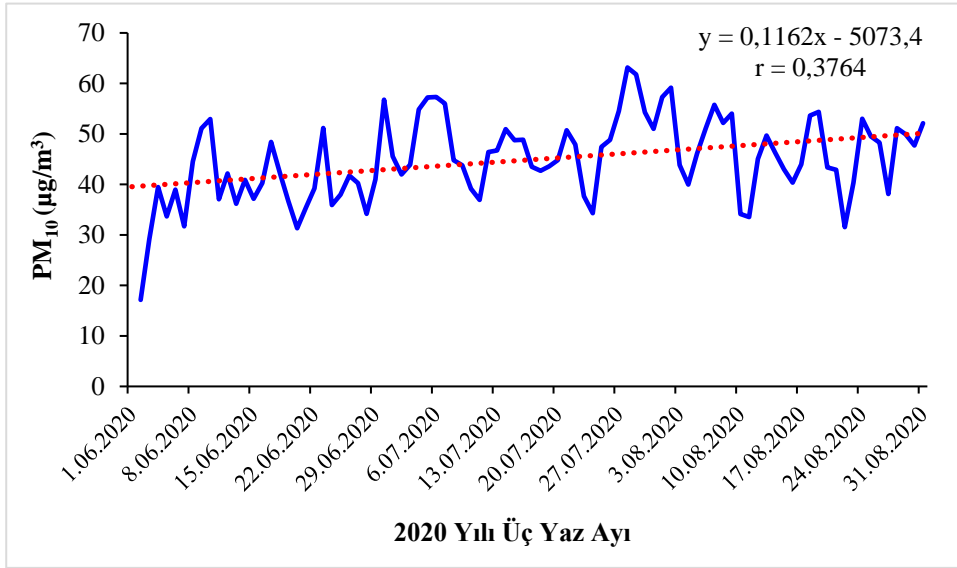


Şekil 3. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda PM<sub>10</sub>'un 2018-2022 yılları arasındaki günlük değişimi

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) PM<sub>10</sub>'un insan sağlığını olumsuz olarak etkilememesi için yıllık ortalama 15 µg/m<sup>3</sup> limit değerinin ve 24 saatlik ortalama 45 µg/m<sup>3</sup> limit değerinin aşmaması gerektiğini kabul etmektedir (WHO, 2022). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine göre insan sağlığının korunması için PM<sub>10</sub>'un limit değerinin 24 saatlik ortalama 50 µg/m<sup>3</sup> ve yıllık ortalamasının 40 µg/m<sup>3</sup>'ü aşmaması gerektiği ifade edilmektedir. Çalışmada elde edilen PM<sub>10</sub> sonuçları Dünya Sağlık Örgütü'nün yıllık ortalama değeri olan 15 µg/m<sup>3</sup> ile karşılaştırıldığında söz konusu yılların ortalama PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarının 2-3 kat daha yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca Antalya ili kent merkezinin yıllık PM<sub>10</sub> konsantrasyonları 2019 yılı hariç olmak

üzere ulusal mevzuatta (Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği) yer alan yıllık ortalama değerin ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) biraz üzerinde seyretmektedir. İlgili şekil (Şekil 3.) incelendiğinde Antalya'nın günlük ortalama  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonlarının hem DSÖ'nün belirttiği ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) hem de ulusal mevzuatta (HKDYY) ifade edilen ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) limit değerlerinin üzerinde olan günleri de içerdiği görülmektedir. Öte yandan  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonunun kış aylarında nispeten arttığı ve yaz aylarında azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.). Bunun nedeni olarak kış aylarında ısınmaya bağlı emisyon nedeniyle kirletici maddelerin konsantrasyonu artmaktadır. Yaz sezonunda ise ısınmaya bağlı kirletici emisyonu azalmasına rağmen trafik, sanayi gibi faaliyetler devam ettiği için kirleticilerin konsantrasyonu daha düşük olmakla birlikte soluduğumuz ve içinde yaşadığımız havada varlığını devam ettirmektedir (İncecik ve İm, 2013; Akmaz, 2017; Yılmaz, 2019).

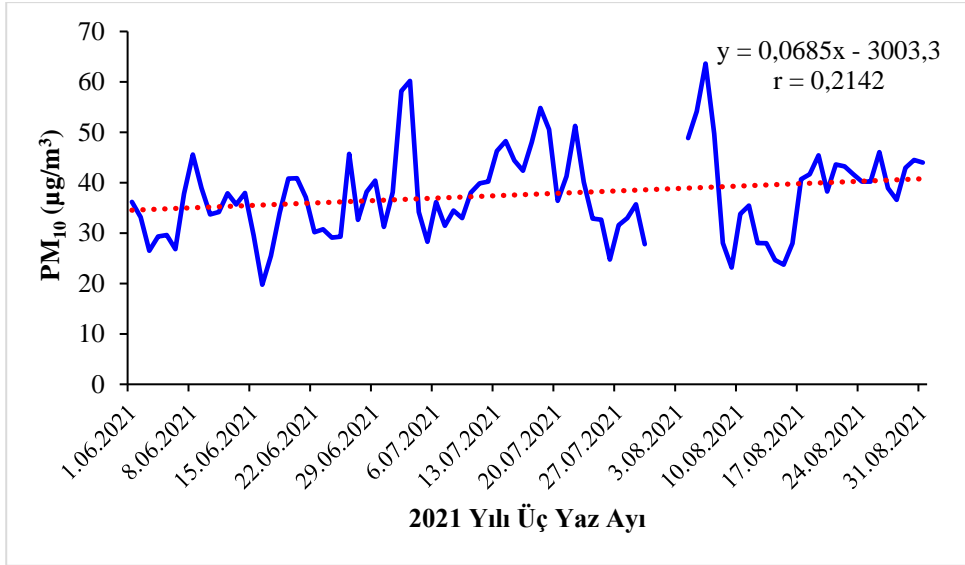
2020 yılının üç yaz ayında (haziran, temmuz ve ağustos) en düşük PM konsantrasyonunun 02.06.2020 tarihinde  $17,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en yüksek 28.07.2020 tarihinde  $63,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda 2020 yılında en yüksek  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu temmuz ayında gözlenmiştir. 2020 yılı üç yaz ayı ortalama  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu  $44,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (Şekil 4.). Bu yılda en yüksek  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu temmuz ayında gözlenmiştir.



Şekil 4. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda  $\text{PM}_{10}$ 'un 2020 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

2021 yılının üç yaz ayında (haziran, temmuz ve ağustos) en düşük PM konsantrasyonunun 16.06.2021 tarihinde  $19,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en yüksek 06.08.2021 tarihinde  $63,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda 2021 yılında en yüksek  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu ağustos ayında gözlenmiştir. Havada tespit edilen bu yüksek konsantrasyon da yangınların çıkış ve bitiş tarihlerine (28 Temmuz–12 Ağustos) denk gelmektedir. 2021 yılı üç yaz ayı ortalama  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu  $37,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (Şekil 5.). 2021 yılı üç yaz ayının ortalama  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonu 2020 yılı üç yaz ayının ortalama konsantrasyonundan yaklaşık  $2,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  daha düşüktür.

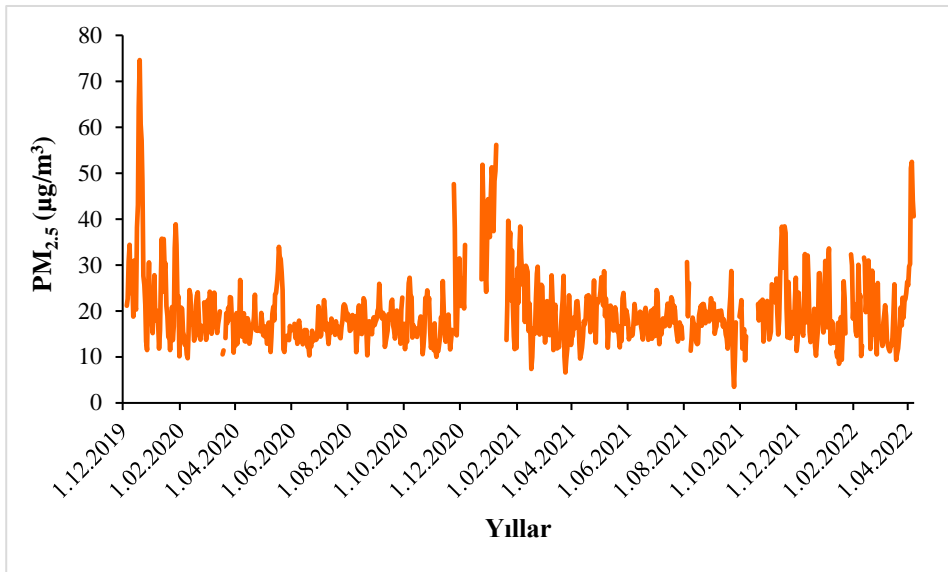




Şekil 5. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda PM<sub>10</sub>'un 2021 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

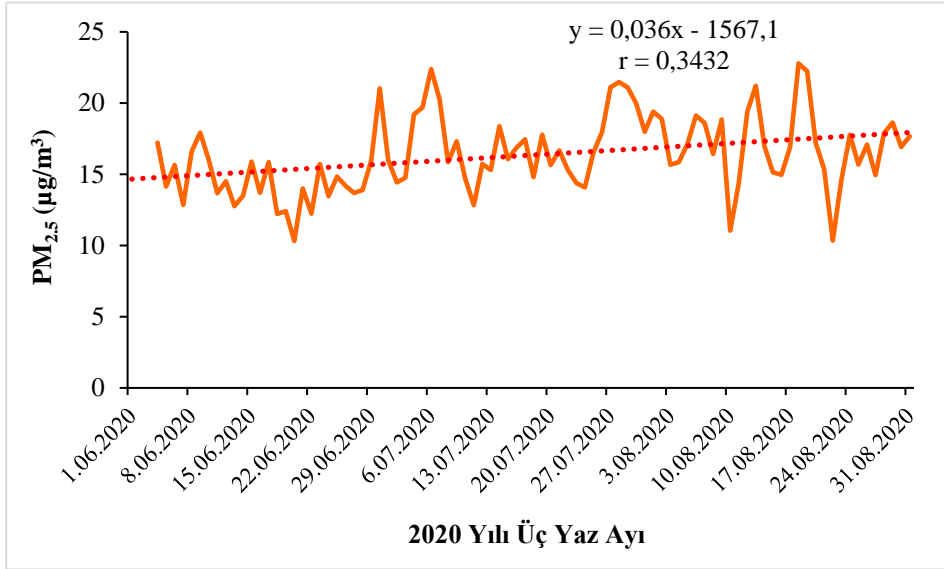
### 3.1.2. PM<sub>2.5</sub>

PM<sub>2.5</sub>'un 2020 yılı ortalama konsantrasyonu 18,38 µg/m<sup>3</sup>, 2021 yılı ortalama konsantrasyonu 19,94 µg/m<sup>3</sup>'dür. 2020 yılının en düşük ve en yüksek PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonları sırasıyla 9,72 µg/m<sup>3</sup> (09.02.2020) ve 47,61 µg/m<sup>3</sup> (24.11.2020)'tür. PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu 2021 yılında en düşük 24.09.2021 tarihinde 3,5 µg/m<sup>3</sup> ve en yüksek 09.01.2021 tarihinde 56,17 µg/m<sup>3</sup> olarak gözlemlenmiştir. İlgili şekil (Şekil 6.) incelediğinde PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun kış aylarında daha yüksek değerlere ulaştığı buna karşılık yaz aylarında daha düşük değerlerin elde edildiği görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) insan sağlığı için PM<sub>2.5</sub>'un limit değerinin yıllık ortalama 5 µg/m<sup>3</sup> ve 24 saatlik ortalama olarak ise 15 µg/m<sup>3</sup> olması gerektiğini ifade etmektedir (WHO, 2022). Diğer taraftan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre ülkemizde maalesef hala PM<sub>2.5</sub> için kabul edilmiş günlük veya yıllık limit değer bulunmamaktadır (ÇŞB, 2013). Her iki yılda da elde edilen sonuçlar PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonlarının DSÖ'nün belirttiği yıllık ortalama (5 µg/m<sup>3</sup>) limit değerinin üzerinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonlarının 24 saatlik ortalama değerinin DSÖ'nün belirttiği (15 µg/m<sup>3</sup>) limit değerinin üzerinde olan günleri de içerdiği görülmektedir.



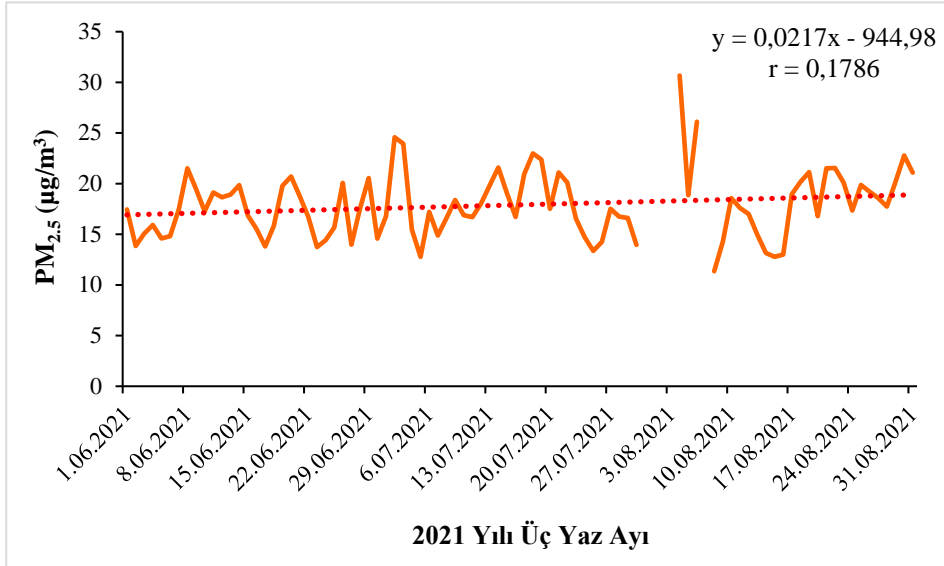
Şekil 6. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda PM<sub>2.5</sub>'in 2019 Aralık ile 2022 Nisan ayları arasındaki günlük değişimi

PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun 2020 yılının üç yaz ayı ortalaması 16,35 µg/m<sup>3</sup>'dür. Bu dönem içerisinde en düşük PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu 20.06.2020 tarihinde 10,32 µg/m<sup>3</sup>'dür. En yüksek PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu ise 22,24 µg/m<sup>3</sup> ile 19.08.2020 tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 7.).



Şekil 7. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda PM<sub>2.5</sub>'in 2020 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

2021 yılı üç yaz ayında gözlemlenen PM<sub>2.5</sub> konsantrasyon ortalaması 17,88 µg/m<sup>3</sup>'dür. Aynı dönem içerisinde gözlemlenen en düşük PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu 11,36 µg/m<sup>3</sup> (08.08.2021) iken en yüksek 30,67 µg/m<sup>3</sup> (05.08.2021) dür (Şekil 8.). Her iki yıla ait ortalama PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonları kıyaslandığında değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte en yüksek PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu (30,67 µg/m<sup>3</sup>) yörede gerçekleşen yangının zaman aralığında (27 Temmuz–12 Ağustos 2021) tespit edilmiştir.



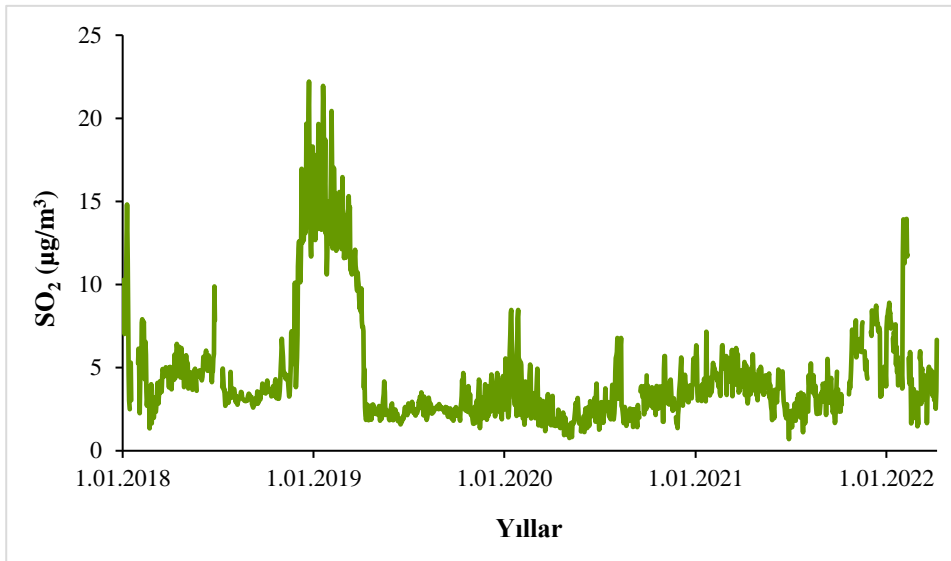
Şekil 8. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda PM<sub>2.5</sub>'in 2021 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

Antalya ili için hem 2020 yılı hem de 2021 yılının ait üç yaz ayında PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu 24 saatlik (günlük) ortalama değerlerinin DSÖ'nün belirttiği (15 µg/m<sup>3</sup>) limit değerinin üzerinde olan günleri de içerdiği görülmektedir. Bilindiği üzere PM<sub>2.5</sub> aerodinamik çapı 2,5 µm'den küçük olan ince solunabilir partikülleri, PM<sub>10</sub> ise aerodinamik çapı 10 µm'den küçük olan kaba solunabilir partikülleri ifade etmek için kullanılır. Partikül maddelere maruziyet, literatürde solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Güncel bulgular,

partikül madde kirliliğinin aynı zamanda bebeklerin daha düşük kilo ile doğmasına sebep olduğunu, beyin ve sinir sistemini de etkilediğini, obezite ve metabolik sendrom riskini arttırdığını da belirtmektedir (Polichetti vd., 2009; Kim vd., 2015; Kim vd., 2016; Wei vd., 2016; Chew vd., 2020; Zeydan, 2021). Bununla birlikte partikül madde (PM) özellikle kalp problemleri, kanser, solunum yolu hastalıkları üzerinde etkili olmakla birlikte bebek ölüm oranlarında artışa yol açabilmektedir (Dikmen, 2019). Partikül madde kirliliği, sağlık etkilerinin dışında yaş ve kuru çökeltme ile ekosistemlerin yapısına da dâhil olmakta ve toprağın yapısını değiştirmektedir. Ayrıca yapraklar üstünde birikerek yeşil bitkilerde de fotosentez oranını etkilemektedir (Rai, 2016; Zeydan, 2021).

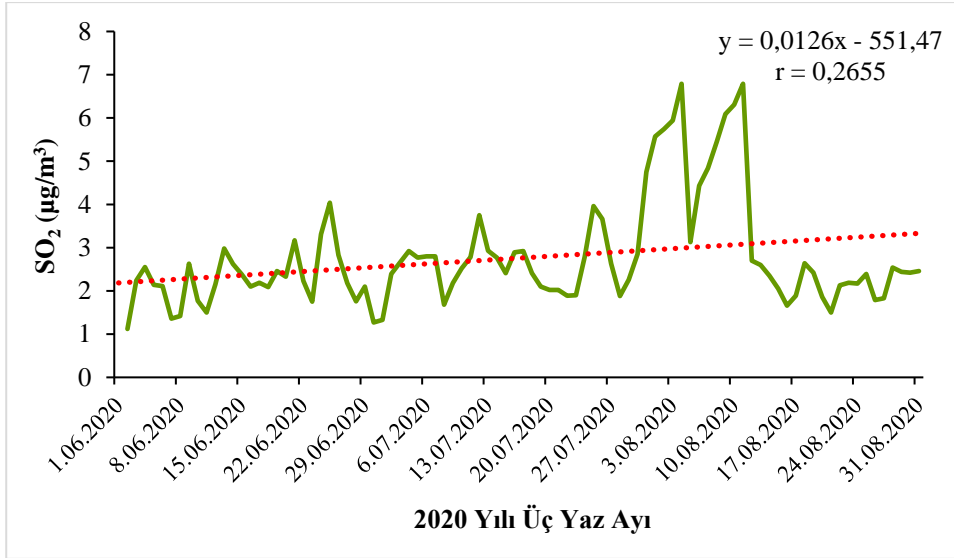
### 3.2. Kükürt Bileşikleri (SO<sub>2</sub>)

Antalya iline ait 2018 Ocak yılı ile 2022 Nisan ayı arasındaki zamana ilişkin kükürt dioksitin (SO<sub>2</sub>) günlük değişimi ilgili şekilde (Şekil 9.) gösterilmiştir. Ayrıca Antalya’da kükürt dioksit yıllık ortalama olarak 2018’de 5,34 µg/m<sup>3</sup>, 2019’da 5,40 µg/m<sup>3</sup>, 2020’de 2,92 µg/m<sup>3</sup> ve 2021’de 4,13 µg/m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. İncelenen zaman aralığı içerisinde 23.12.2018 tarihinde 22,21 µg/m<sup>3</sup> ile kükürt dioksitin (SO<sub>2</sub>) günlük en yüksek değeri gözlemlenmiştir. Dünya sağlık örgütüne tarafından insan sağlığının korunması için 24 saatlik ortalama SO<sub>2</sub>’in limit değerinin 40 µg/m<sup>3</sup> olması gerektiği bildirilmektedir (WHO, 2022). Öte yandan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine göre ise SO<sub>2</sub>’in 24 saatlik ortama limit değerinin 125 µg/m<sup>3</sup> ve yıllık ortalama değerinin ise 20 µg/m<sup>3</sup> olması gerekmektedir (ÇŞB, 2013). Elde edilen bu sonuçlara göre Antalya’da ölçüm yapılan 2018–2022 yılları arasındaki kükürt dioksitin (SO<sub>2</sub>) 24 saatlik ortalama limit değerlerinin hem dünya sağlık örgütünün (WHO–40 µg/m<sup>3</sup>) hem de ulusal mevzuatta (HKDYY–125 µg/m<sup>3</sup>) belirtilen limitlerin altında kaldığı ortaya çıkmıştır. Benzer olarak kükürt dioksit yıllık ortalama değer olarak söz konusu yıllarda ulusal mevzuatta (HKDYY–20 µg/m<sup>3</sup>) belirtilen değerin çok altında seyretmektedir.



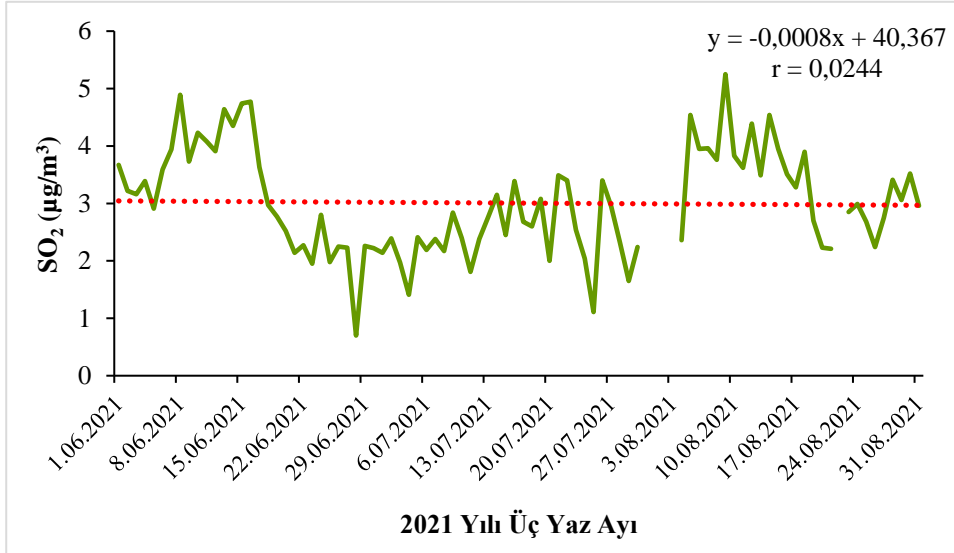
Şekil 9. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda SO<sub>2</sub>’nin 2018–2022 yılları arasındaki günlük değişimi

Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) konsantrasyonunun 2020 yılının üç yaz ayı ortalaması 2,76 µg/m<sup>3</sup>’dür. Bu dönem içerisinde en düşük SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 02.06.2020 tarihinde 1,12 µg/m<sup>3</sup>’dür. En yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ise 6,79 µg/m<sup>3</sup> ile 04.08.2020 ile 11.08.2020 tarihlerinde tespit edilmiştir (Şekil 10.). Şekil incelendiğinde (Şekil 10.) 2020 yılının üç yaz ayında kükürt dioksitin (SO<sub>2</sub>) 24 saatlik ortalama limit değerlerinin hem dünya sağlık örgütünün (WHO–40 µg/m<sup>3</sup>) hem de ulusal mevzuatta (HKDYY–125 µg/m<sup>3</sup>) belirtilen limitlerin altında kaldığı günleri içerdiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 10. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda SO<sub>2</sub>'nin 2020 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) konsantrasyonunun 2021 yılının üç yaz ayı ortalaması 3,00 µg/m<sup>3</sup>'dür. Bu dönem içerisinde en düşük SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 28.06.2021 tarihinde 0,70 µg/m<sup>3</sup>'dür. En yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ise 5,25 µg/m<sup>3</sup> ile 09.08.2021 tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 11.). Şekil incelendiğinde (Şekil 11.) 2021 yılının üç yaz ayında kükürt dioksitin (SO<sub>2</sub>) 24 saatlik ortalama limit değerlerinin hem dünya sağlık örgütünün (WHO-40 µg/m<sup>3</sup>) hem de ulusal mevzuatta (HKDYY-125 µg/m<sup>3</sup>) belirtilen limitlerin altında kaldığı günleri içerdiği ortaya çıkmıştır.



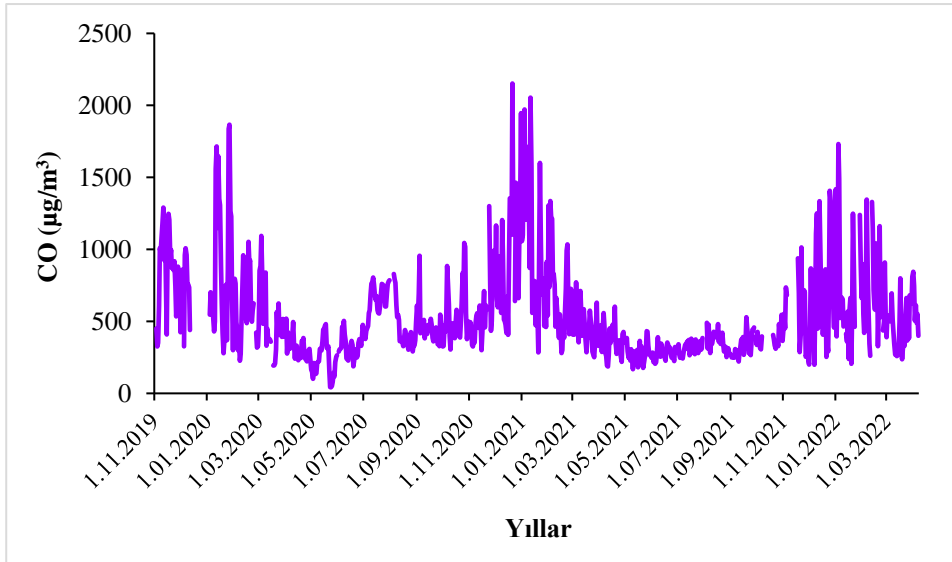
Şekil 11. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda SO<sub>2</sub>'nin 2021 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

Kükürt bileşikleri, ciddi sağlık tehlikeleri oluşturan ve yağışların oluşmasında en önemli rolü oynayan hava kirleticisi maddelerdir. Bitkilerin yaklaşık %1'i kükürt (S) elementinden oluşur. Bitki artıkları ayrıştığından ya da yakıldığında, bir kükürt atomu (S) bir oksijen molekülüyle (O<sub>2</sub>) birleşir ve oluşan kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) molekülü atmosfere katılır. Bu nedenle, bitki artıkları, odun ve fosil yakıtları (kömür, petrol ve doğalgaz) atmosferdeki kükürtün potansiyel hazneleri durumundadır (Türkeş, 2010). Hava kalitesini tehdit eden başlıca kirleticilerden olan kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) çeşitli solunum yolu rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Kükürt dioksitin akut sağlık etkileri vardır ve hedef organı akciğerlerdir. Söz konusu sağlık etkileri tahriş ve nefes yollarının daralması şeklinde görülür. Bu daralmalar yapışkan salgıların temizlenmesinde azalmalara neden

olur (ÇŞB, 2016; Dikmen, 2019). Kükürt dioksit ( $SO_2$ ), suda ve dolayısıyla vücut sıvısında (kanda) büyük ölçüde çözülebilir bir gazdır. Bu maddenin en önemli tesiri üst solunum yollarının cidarlarını zedeleyerek, neticede hava akışına olan mukavemetini azaltmasıdır. Sağlıklı insanlarda boğaz yanması, öksürme ve teneffüs güçlüğü yanında  $SO_2$  0,5 ppm değerine yaklaştığında hissedilir. Ayrıca kükürt dioksitin, sodyum klorür gibi aerosollar (gaz ortamda askı halinde bulunan çok küçük zerrecikler) ile birlikte bulunması halinde çok daha tehlikeli olduğu bildirilmektedir (Karpuzcu, 2004; ÇŞB, 2016). Öte yandan beyaz lekeler, damarlar arasında beyazlaşma, klorozis (klorofil kaybına bağlı sararma) yüksek oranda kükürt dioksit maruz kalan bitkilerde görülen belirtilerdir (ÇŞB, 2016).

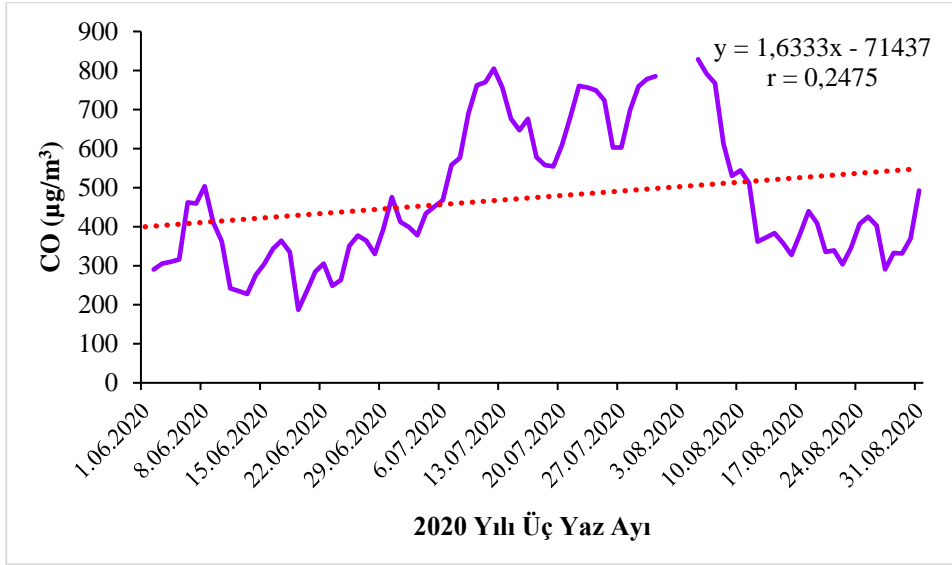
### 3.3. Karbon monoksit (CO)

2020 yılı ortalama karbon monoksit (CO) konsantrasyonu  $537,58 \mu g/m^3$  ve 2021 yılı ortalama karbon monoksit (CO) konsantrasyonu  $475,69 \mu g/m^3$ 'tür. 2019 Kasım ile 2022 Nisan ayı arasındaki dönemde Antalya'da CO konsantrasyonu en düşük  $41,95$  (24.05.2020)  $\mu g/m^3$  ve en yüksek  $2151,9 \mu g/m^3$  (21.12.2021) olarak tespit edilmiştir (Şekil 12.). Şeklin incelenmesinden görülebileceği gibi yıl içerisindeki CO konsantrasyonu ilkbahar aylarından başlayarak yaz aylarında en düşük seviyelerine düşmüş, buna karşılık sonbahar aylarından başlayarak kış aylarında ise en yüksek seviyelerine çıkmıştır.



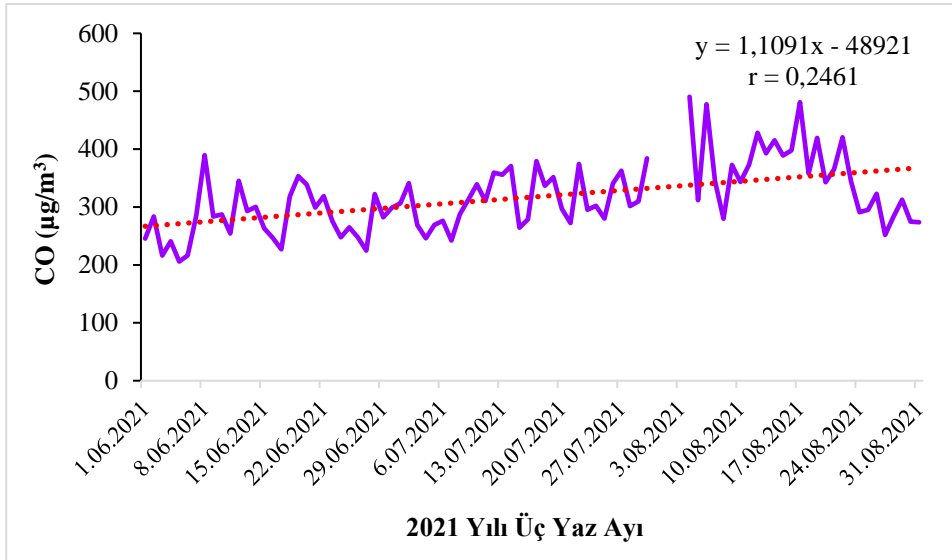
Şekil 12. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda CO'nun 2019 Aralık ile 2022 Nisan ayları arasındaki günlük değişimi

2020 yılı üç yaz ayının ortalama CO konsantrasyonu  $473,71 \mu g/m^3$ 'tür. Bu üç yaz ayında CO konsantrasyonu en düşük  $187,17 \mu g/m^3$  (19.06.2020), en yüksek  $828,74 \mu g/m^3$  (05.08.2020)'tür. Söz konusu aylarda karbon monoksit değerleri artış yönünde eğilim göstermiştir (Şekil 13.). Öte yandan CO'nun 2020 yılı üç yaz ayına ilişkin grafiği incelendiğinde sonuçların ulusal mevzuatta ifade edilen değer (10.000  $\mu g/m^3$ ) çok altında olduğu görülmektedir.



Şekil 13. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda CO'nun 2020 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

2021 yılı üç yaz ayının ortalama CO konsantrasyonu  $316,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Bu üç yaz ayında CO konsantrasyonu en düşük  $205,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (05.06.2021), en yüksek  $490,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (04.08.2021)'tür. Üç yaz ayında karbon monoksit değerleri artış yönünde eğilim göstermektedir (Şekil 14.). Bununla birlikte CO'nun 2021 yılı üç yaz ayına ilişkin grafiği incelendiğinde sonuçların ulusal mevzuatta ifade edilen değer (10.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) çok altında olduğu da görülmektedir.



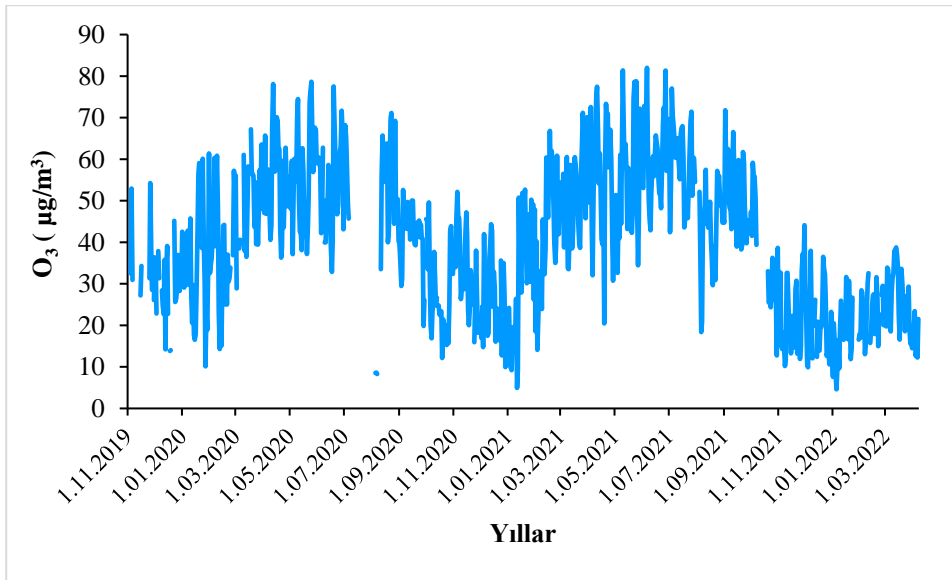
Şekil 14. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda CO'nun 2021 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

Kanın oksijen taşıma kapasitesinde azalmaya neden olarak ölümlerle sonuçlanabilen olumsuz etkilere sahip olan ve hava kalitesini tehdit eden diğer bir kirlenici de karbon monoksittir (CO) (Dikmen, 2019). Eğer havanın içerisinde karbon monoksit (CO) miktarı fazlalaşır ise CO kandaki hemoglobin (Hb) ile birleşerek karboksihemoglobin (COHb) yapar. İnsan kanındaki hemoglobin CO ile birleşmeye karşı, oksijene nazaran 210 defa daha fazla ilgi duyduğundan, kanda oksijen taşınması sekteye uğrar. Bunun sonucunda karboksihemoglobin teşekkülü hücrelere  $\text{O}_2$  taşıyan hemoglobini büyük ölçüde azaltır ve oksijen eksikliğinden ölümler meydana gelir (Karpuzcu, 2004). Yüksek oranda CO oksijensiz kalmaya neden olduğundan, insanlarda güç ve refleks kaybı, yorulma, baş ağrısı gibi beyinin oksijensiz kalmasına ait belirtiler oluşmaktadır. Merkezi sinir sistemi ve beyin fonksiyonları etkilenmektedir. Buna birde akciğer ve kalbin de

olumsuzlukları eklendiğinde ölümcül etkiler ortaya çıkmaktadır (ÇŞB, 2016). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde insan sağlığının korunması için karbon monoksitin (CO) maksimum günlük 8 saatlik ortalamasının  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmaması gerektiği bildirilmektedir (ÇŞB, 2013). Çalışmada elde edilen sonuçlar, ulusal mevzuatta ifade edilen değer ( $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile kıyaslandığında söz konusu değer çok altında kaldığı ortaya çıkmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda CO'nun hava kalitesini olumsuz olarak etkilemediği söylenebilir.

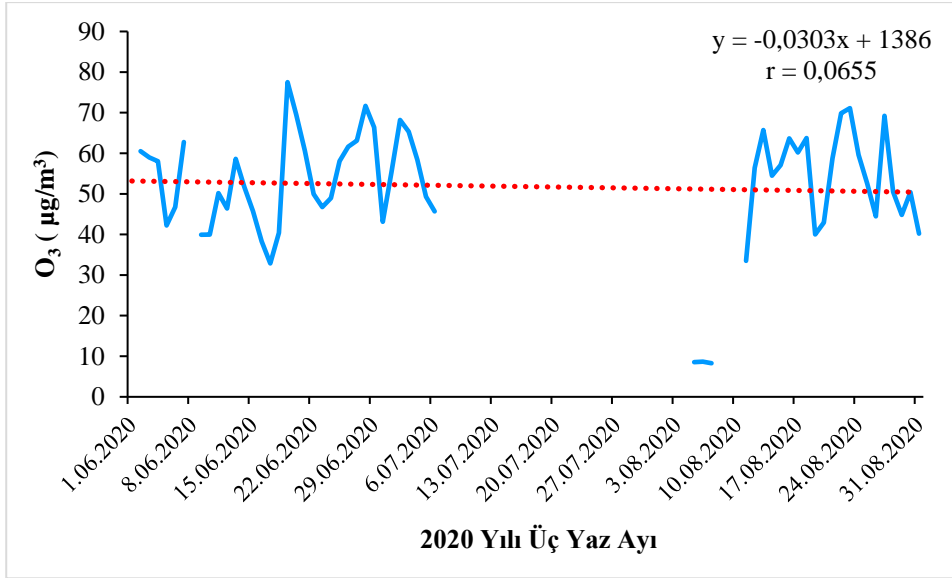
### 3.4. Ozon (O<sub>3</sub>)

2020 yılında ortalama ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonu  $42,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iken, 2021 yılında ortalama ozon konsantrasyonu  $44,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. 2019 Kasım ile 2022 Nisan ayı arasındaki dönemde Antalya'da ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonu en düşük  $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (05.01.2022) ve en yüksek  $81,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (06.06.2021) olarak tespit edilmiştir (Şekil 15.). Şeklin incelenmesinden görülebileceği gibi yıl içerisindeki O<sub>3</sub> konsantrasyonu ilkbahar aylarından başlayarak yaz aylarında en yüksek seviyelerine çıkmış, buna karşılık sonbahar aylarından başlayarak kış aylarında ise en düşük seviyelerine inmiştir.



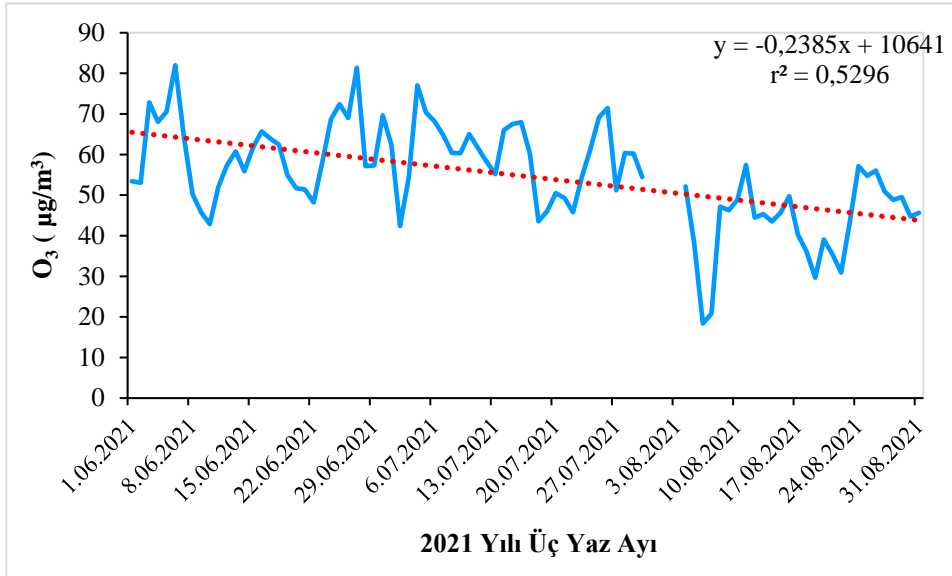
Şekil 15. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda O<sub>3</sub>'ün 2019 Aralık ile 2022 Nisan ayları arasındaki günlük değişimi

2020 yılının üç yaz ayına ait O<sub>3</sub> ortalaması  $51,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Bu üç yaz ayında ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonu en düşük  $8,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (07.008.2020), en yüksek  $77,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (19.06.2020)'tür. Üç yaz ayında ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonunun günlük değerlerinde önemli bir değişim olmamış, bu yüzden ozon konsantrasyonu yatay seyir göstermiştir (Şekil 16.).



Şekil 16. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda O<sub>3</sub>'ün 2020 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

2021 yılının üç yaz ayına ait O<sub>3</sub> ortalaması 54,80 µg/m<sup>3</sup>'tür. Bu üç yaz ayında ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonu en düşük 18,39 µg/m<sup>3</sup> (06.08.2021), en yüksek 81,99 µg/m<sup>3</sup> (06.06.2021)'tür. Bu aylarda ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyon değerleri günlük olarak azalma yönünde eğilim göstermiştir (Şekil 17.).



Şekil 17. Antalya kent merkezinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonunda O<sub>3</sub>'ün 2021 yılı üç yaz ayı günlük değişimi

Hava kalitesini olumsuz etkileyen ozon, güçlü bir oksitleyicidir. İnsanlarda solunum sistemini etkiler ve en başta gelen olumsuz etkisi akciğer dokusuna verdiği zarardır. Diğer bir ifade ile akciğerlerde kanama ve tıkanmalara yol açar. Ozonun akut etkileri arasında göğüs ağrıları, öksürük, baş ağrısı, göz yaşarması, akciğer fonksiyon kayıpları ve astım nöbetleridir (Karpuzcu, 2004; ÇŞB, 2016). Öte yandan yüksek oranda görülen ozon (O<sub>3</sub>) bitkilerde; küçük bereler, leke, pigmentasyon, beyazımsı noktalar, yaprakların alt kısmında parlaklık artışı, gümüşü, broz rengine dönüşme, genç yapraklar da çok hassasiyet, spongy hücreler, iğne yapraklı bitkilerde ise kahverengi renge dönüş ve tahrip oluşmasına neden olur (ÇŞB, 2016). Dünya sağlık örgütü insan sağlığının korunması için maksimum günlük 8 saatlik ortama ozon (O<sub>3</sub>) konsantrasyonunun 100 µg/m<sup>3</sup>'ü aşmaması, en yoğun mevsimde de 8 saatlik ortalamasının 60 µg/m<sup>3</sup>'ü aşmaması gerektiğini vurgulamaktadır (Yoğun sezon/mevsim en yüksek altı aylık sürekli ortalama O<sub>3</sub> konsantrasyonu ile birbirini izleyen altı aydaki



günlük maksimum 8 saatlik ortalama O<sub>3</sub> konsantrasyonunun ortalaması olarak tanımlanır.) (WHO, 2022). İnsan sağlığının korunması bakımından “ozon (O<sub>3</sub>) kirleticisi için Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nde (HKDYY) 120 µg/m<sup>3</sup> değeri üç yıllık ortalama alındığında bir yılda 25 günden daha fazla süre boyunca aşılmayacaktır” ifadesi yer almaktadır. Benzer şekilde insan sağlığının korunması için ozon (O<sub>3</sub>) hava kirleticisinde uzun vadeli hedefin 120 µg/m<sup>3</sup> olması gerektiği bildirilmektedir (ÇŞB, 2008). Bu çalışmada elde edilen değerler hem dünya sağlık örgütünün hem de ulusal mevzuatta belirtilen değerler ile kıyaslandığından havadaki ozon konsantrasyonu yönünden olumsuz bir durumun olmadığı söylenebilir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada 28 Temmuz–12 Ağustos 2021 tarihleri arasında çıkan orman yangınlarının hava kalitesine olan etkileri incelenmeye çalışılmıştır. 2021 yılında Türkiye’de çıkan yangınlardan en fazla etkilenen il Antalya olduğundan bu il seçilmiştir. Yangından önce ve sonra elde edilen sonuçlara göre, çalışmada değerlendirilmeye alınan ve hava kirleticilerin başında gelen PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO) ve ozon (O<sub>3</sub>) parametrelerinin günlük ve yıllık konsantrasyonlarının limit değerleri sadece PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> için aşılmıştır. Ayrıca Ulusal limit değeri tanımlanmamış olan PM<sub>2.5</sub> değerinin hem 2020 yılı hem de 2021 yılları için yüksek çıkması oldukça dikkat çekicidir. Hava kirliliği özellikle motorlu araçlar, sanayi tesisleri, termik santrallerde (kömür ve doğal gaz) kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla orman yangınları belki hava kirliliği meydana getirmesi açısından bu kirleticilerden sonra gelmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda 2021 yılı içerisinde meydana gelen orman yangınının Antalya ve civarında aşırı derecede hava kirliliğine yol açma, bir diğer ifade ile hava kalitesini olumsuz yönde etkileme gibi bir sonucu olmamıştır. Çalışmada ölçümü ya da değerlendirilmesi yapılan hava kirleticilerin 2020 yılı üç yaz ayına ait değerleri incelendiğinde 2021 yılı ile yaklaşık benzerlik göstermesinden bu sonuca varılmaktadır. Öte yandan çalışmada değerlendirilen hava kirleticilerin 2019, 2020 ve 2021 yıllık ortalama konsantrasyonları da birbirine benzerlik göstermektedir. İnsan yaşamının, diğer doğal kaynaklarla birlikte ihtiyaç duyduğu en önemli kaynaklardan birisi de şüphesiz soluduğumuz havadır. Bu yüzden sağlıklı birey ve toplum yaşamları için bizi çevreleyen havanın kalite bakımından yeterli nitelikte olması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de hava kirliliğinin önlenmesi konusunda geçmiş 1970’li yıllara kadar dayanan çalışmalar yapılmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı başta olmak üzere Sağlık Bakanlığı ve Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı kirlilikle ilgili tedbirler almaktadır. Bu kurumlara ilaveten üniversitelerimizin ilgili bölümleri ve bazı gönüllü kuruluşlar kirlilikle ilgili bazı çalışmalar yapmakta ve kirliliğin önlenmesi için uğraş vermektedirler. Ancak bunlara rağmen alınan tedbirlerin yetersizliği ve gerektiği kadar uygulanmamasının sonucu bazı parametrelerin hem dünya sağlık örgütü hem de ulusal mevzuatta belirtilen limit değerlerin üstünde seyretmesine ve kirliliğin devam etmesine sebep olmuş olabilir. Bu yüzden şehirlerdeki ve ülke genelindeki hava kalitesinin belirlenmesi, temiz hava eylem planlarının oluşturulabilmesi için, hava kalitesini bozan kirleticilerin konsantrasyonları devamlı suretle ölçülmeli ve değerlendirilmelidir.

#### Teşekkür

Öncelikle, şu zamana kadar maddi ve manevi yardımlarını, özverilerini, desteklerini ve teşviklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan en küçüğünden en büyüğüne tüm aile üyelerime sonsuz şükranlarımı sunarım. Her türlü desteklerinden dolayı Türkiye Cumhuriyeti, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Kuzey İç Anadolu Temiz Hava Merkez Müdürlüğü’ne teşekkürü borç bilirim. Ayrıca aynı bakanlığa bağlı olan ve çalışmada kullandığım verileri sağladığım Sürekli İzleme Merkezi’ne (SİM) de teşekkür ederim.

#### Yazar Katkıları

İlyas BOLAT: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, veri toplamış, literatür araştırması yapmış ve gerekli şekilleri (grafikleri) oluşturmuştur. Elde edilen sonuçları yorumlayarak makaleyi yazmıştır.

## Çıkar Çatışması

Herhangi bir kişi ya da kurum ile herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

- Akmaz, U. (2017). Düzce İli Hava Kalitesi İndeksi (PM<sub>10</sub>) İzlenmesi ve Durum Tespiti. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Bildiriler Kitabı s. 842-852, Kasım 1–3, 2017, Antalya.
- Bolat, İ. (2021). Toprak Kalitesi ve Sağlığının Göstergeleri (İndikatörleri). Bozdoğan, A.M. ve Bozdoğan, N.Y (Editörler), Bölüm 1, In: *Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler*, I, Eylül 2021, Gece Yayınevi, 1-18 s.
- Bolat, İ. ve Çakıroğlu K. (2022). İklim Değişimi ile Toprak Organik Maddesi ve Toprak Sağlığı Arasındaki İlişkiler. Bolat, A. ve Çavuş, V. (Editörler), Bölüm 9, In: *Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler*, Ekim 2022, Gece Yayınevi, 159–184 s.
- ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), (2008). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. Erişim adresi:<https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12188&MevzuatIliski=0&sourceXML>, (Erişim Tarihi: 20.04.2022).
- ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), (2013). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi. Erişim adresi:<https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/eduardosya/GNG2013-37HavaKalitesiDegerl.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.04.2022).
- ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), (2016). Kuzey İç Anadolu Temiz Hava Merkez Müdürlüğü, Bartın İli Hava Kalitesi Analiz Raporu (2010-2016), 98 sayfa. Erişim adresi: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/bartın/menu/bartın-ili-hava-kalitesi-analiz-raporu-2010-2016\\_20181004062220.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/bartın/menu/bartın-ili-hava-kalitesi-analiz-raporu-2010-2016_20181004062220.pdf), (Erişim Tarihi: 19.04.2022).
- ÇŞB (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı), (2022). Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı. Erişim adresi:[http://sim.csb.gov.tr/STN/STN\\_Report/StationDataDownloadNew](http://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownloadNew), (Erişim Tarihi: 08.04.2022).
- Chew, S., Kolosowska, N., Saveleva, L., Malm, T., & Kanninen, K. M. (2020). Impairment of mitochondrial function by particulate matter: Implications for the brain. *Neurochemistry International*, 135, 104694.
- Dikmen, A. Ç. (2019). Ulusal hava kalitesi gözlemleri bağlamında Türkiye’de hava kirliliğinin yerel durum ve eğilim görünümünün belirlenmesi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5 (1), 49–65.
- Görmez, K. (2010). *Çevre Sorunları, Geliştirilmiş*. 2. Baskı, Nobel Yayın No: 1138, ISBN: 978-9944-77-137-5, 197 sayfa, Ankara.
- İncecik, S. ve İm, U. (2013). Mega şehirlerde hava kalitesi ve İstanbul örneği. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 133–45.
- Kara, Ö., & Bolat, İ. (2007). Impact of alkaline dust pollution on soil microbial biomass carbon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(3), 181-187.
- Kara, Ö., & Bolat, İ. (2008). The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(4), 281–288.
- Karpuzcu, M. (2004). *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*. 7. Baskı, Kubbealtı Neşriyatı: 28, ISBN: 975-7663-10-7, 381 sayfa, İstanbul.
- Kim, E., Park, H., Park, E. A., Hong, Y. C., Ha, M., Kim, H. C., & Ha, E. H. (2016). Particulate matter and early childhood body weight. *Environment International*, 94, 591–599.
- Kim, K. H., Kabir, E., & Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*, 74, 136–143.
- OGM (2022). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 2021 Yılı İdare Faaliyet Raporu, 93 sayfa. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphanesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCr%C4%9F%C3%BC%202021%20Y%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf>
- Polichetti, G., Cocco, S., Spinali, A., Trimarco, V., & Nunziata, A. (2009). Effects of particulate matter (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>1</sub>) on the cardiovascular system. *Toxicology*, 261, 1–8.
- Rai, P. K. (2016). Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 120–136.
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta, G., Artes Vivancos, T., Jacome Felix Oom, D., Branco, A., De Rigo, D., Ferrari, D., Pfeiffer, H., Grecchi, R., & Nuijten, D. (2022). Advance report

- on wildfires in Europe, Middle East and North Africa 2021, EUR 31028 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-49633-5, doi:10.2760/039729, JRC128678.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi, Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.
- URL-1. Erişim adresi: <https://www.meteoroloji.org.tr/2021-yilinda-guney-avrupa-buyuk-orman-yanginlari-ile-mucadele-etti> (Erişim tarihi 08.04.2022).
- URL-2. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (08.04.2022).
- Wei, Y., Zhang, J. J., Li, Z., Gow, A., Chung, K. F., Hu, M., Sun, Z., Zeng, L., Zhu, T., Jia, G., Li, X., Duarte, M. & Tang, X. (2016). Chronic exposure to air pollution particles increases the risk of obesity and metabolic syndrome: findings from a natural experiment in Beijing. *FASEB Journal*, 30, 1–8.
- WHO (World Health Organization), (2020). Air Pollution. [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_2](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2), (Date of access: 15 Jun 2022).
- WHO (World Health Organization), (2022). Ambient (outdoor) air pollution. Erişim adresi: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (Date of access: 20 April 2022).
- Yılmaz, M. (2019). Çankırı hava kalitesinin değerlendirilmesi: 2013–2017 (Assessment of Çankırı Air Quality: 2013-2017), *Smyrna Tıp Dergisi*, 2, 20–27.
- Zeydan, Ö. (2021). 2019 Yılında Türkiye’deki Partikül Madde (PM10) Kirliliğinin Değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11 (1), 106–118. DOI: 10.21597/jist.745539.

***Bartın Orman Fakóltesi Dergisi***

***Bartın Üniversitesi, Orman Fakóltesi , 74100, Bartın, Türkiye***

***Journal of Bartın Faculty of Forestry***

***Bartın University, Faculty of Forestry, 74100, Bartın-Turkey***

