



# BAROFD

BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ  
BARTIN JOURNAL OF FACULTY OF FORESTRY

1997

***Bartın Orman Fakültesi Dergisi***  
***Journal of Bartın Faculty of Forestry***  
**2023, 25 (3)**



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***

Rıfat Kurt, Assoc. Prof,  
Sinan Kaptan, Assoc. Prof,  
Eser Sozen, Assoc. Prof,  
Erol İmren, Assoc. Prof,

## ***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)

Deniz Aydemir  
Bartın University, Bartın, Turkey.  
E-mail: [denizaydemir@bartin.edu.tr](mailto:denizaydemir@bartin.edu.tr)

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)

Mir Mozaffar Fallahchai  
Islamic Azad University, Lahijan, Iran.  
E-mail: [Fallahchai@Liau.ac.ir](mailto:Fallahchai@Liau.ac.ir)

Peter Niemz  
ETH-Zurich, Zurich, Switzerland.  
E-mail: [niemzp@retired.ethz.ch](mailto:niemzp@retired.ethz.ch)

Bartın Orman Fakültesi Dergisi (BAROFD) is a peer-reviewed journal published online three times a year (April, August, and December). Original research and invited review papers in English and Turkish are accepted for publication in the BAROFD. The Manuscripts submitted to the BAROFD are reviewed by the reviewers, and the review process is completed in 60 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/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 Atf 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	

Neither the University of Bartın nor the Faculty of Forestry accepts responsibility for the statements made or for the opinions expressed in the BAROFD. 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 or stored in a retrieval system in any form or by any means electronic, mechanical, etc., or otherwise without the prior written permission of the BAROFD and without reference.

Bartın Üniversitesi ve Orman Fakültesi, BAROFD 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, BAROFD'nin yazılı izni olmadıkça kaynak gösterilmeden yayınlanamaz, bilgi saklama sistemine alınamaz veya elektronik, mekanik vb. sistemlerle çoğaltılamaz.

## CONTENTS

### Research Articles

### Pages

- İstanbul Sanayi Odası İlk 1000 Sanayi İşletmeleri Listesinde Yer Alan Orman Ürünleri Sanayi İşletmeleri Web Sitelerinin Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Öğrencilerince İrdelenmesi..... 340 - 352  
*Examination of Forest Products Industrial Enterprises Websites by Duzce University Forest Faculty Students in the List of the Top 1000 Industrial Enterprises of the Istanbul Chamber of Industry*  
**Tarık GEDİK, Canberk BATU**
- Karaçam Odununun Elastik Sabitlerinin Farklı Rutubet Şartlarında Ultrasonik Yöntem ile Belirlenmesi..... 353 - 361  
*Determination of Elastic Constants for Black Pine Wood Using Ultrasound under Different Humidity Regimes*  
**Ergün GÜNTEKİN**
- Melamin ve Üre Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yonga Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ..... 362 - 368  
*The Effect of Urea Formaldehyde (UF) Resins with Different Melamine Content on the Mechanical and Physical Properties of Particleboard Production*  
**Alperen KAYMAKCI, Kadir DOĞAN**
- A Laboratory Trial on the Usability of Waste Impregnated Papers in Standard Quality High Density Fiberboard (HDF) Production..... 369 - 377  
*Atık Emprenyeli Kağıtların Standart Kalite Yüksek Yoğunluklu Lif Levha (HDF) Üretiminde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Laboratuvar Denemesi*  
**Nazif Özgen KUTLUATA, Çağrı OLGUN, Mahmut GÜR**
- Physical, Mechanical and Biological Properties of Beech and Fir Wood Modified with Gamma-aminopropyltriethoxysilane..... 378 - 387  
*Gama-aminopropiltriethoksisilan ile Modifiye Edilmiş Kayın ve Göknaarın Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özellikleri*  
**Hüseyin SİVRİKAYA, Ahmet CAN, Mesut YALÇIN, Jeffrey MORRELL**
- Properties of experimental panels made from a mixture of Dolomite and Olivine with Calabrian pine wood chips. Part 2. Technological Properties ..... 388 - 397  
*Dolomit ve Olivin ile Kızılçam odun yonga karışımından üretilen deneme levhalarının özellikleri. Bölüm 2. Teknolojik özellikler*  
**Halil Turgut ŞAHİN, Ömer Ümit YALÇIN, Ali İhsan KAYA, Uğur ÖZKAN**
- Veri Madenciliğine Dayalı Olarak Çalışanların Örgütsel Bağlılık Düzeyinin Belirlenmesi: İstanbul ve Kocaeli Örneği ..... 398 - 410  
*Determining the Level of Organizational Commitment of Employees Based on Data Mining: The Case of Istanbul and Kocaeli*  
**Nadir ERSEN, Timuçin BARDAK, Uğur Can USTA**
- Determination of Volatile Components in Mountain Tea (*Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham) Grown in its Natural and Agricultural Field Environment..... 411 - 420  
*Dağ Çayı (*Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham) 'ın Doğal ve Tarla Ortamındaki Uçucu Bileşenlerinin Belirlenmesi*  
**Güliz TÜRKMEÑOĞLU, Hüseyin FAKİR**

## Research Articles

## Pages

Arbusküler Mikorizal Fungus Aşılmasının Lavanta (*Lavandula angustifolia* L.)  
Bitkisinin Toprak Altı ve Toprak Üstü Biyomasına Etkilerinin Araştırılması ..... 421 - 433  
*The Investigation of The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation on the Under and Aboveground  
Biomass of Lavender (Lavandula angustifolia L.)*  
**Ömer Faruk KARAMAN, Şahin PALTA, Eren BAŞ**

Collect Earth Yöntemi Kullanılarak Yukarı Sakarya Havzasının Arazi  
Kullanım/Örtü Değişimlerinin (2000-2020) İzlenmesi ve Değerlendirmesi ..... 434 - 443  
*Monitoring and Evaluation of Land Use/Land Cover Changes in The Upper Sakarya Basin  
(2000-2020) Using The Collect Earth Method*  
**Ayhan ATEŞOĞLU, Fidan Şevval BULUT, Cansu MANDACI**

Comparison of Spatio-Temporal Changes in Forest Ecosystem Functions from  
1996 to 2018: A Case Study from Türkiye ..... 444 - 454  
*1996-2018 Yılları Arasında Orman Ekosistemi Fonksiyonlarındaki Mekansal-Zamansal  
Değişimlerin Karşılaştırılması: Türkiye'den Bir Örnek Çalışma*  
**Hasan Emre ÜNAL**

Türkiye Ormanlarında Net Birincil Üretim ve Bazı İklim Değişkenleri Arasındaki  
Zamansal İlişki: 2000-2019 ..... 455 - 465  
*Temporal Relationship Between Net Primary Production and Some Climate Variables in Türkiye  
Forests: 2000-2019*  
**Sinan BULUT**

Bartın Lise Öğrencileri Küresel İklim Değişimi ve Orman Biyokütlesi Farkındalığı .. 466 - 478  
*Awareness of Bartın High School Students on Global Climate Change and Forest Biomass*  
**Mehmet ŞAHİN, Birsen DURKAYA**

Yükseköğretim Kalite Güvencesi Sisteminde Öğrenci Memnuniyetinin Değerlendirilmesi:  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Örneği ..... 479 - 491  
*Evaluation of Student Satisfaction in Higher Education Quality Assurance System: The Case of Isparta  
University of Applied Sciences Faculty of Forestry*  
**Mehmet KORKMAZ, H. Oğuz ÇOBAN, Hasan ALKAN**

## Review Articles and Editorials

A Review of Extraction Methods for Obtaining Bioactive Compounds in  
Plant-Based Raw Materials ..... 492 - 513  
*Bitki Bazlı Hammaddelerdeki Biyoaktif Bileşiklerin Elde Edilmesi İçin Ekstraksiyon Yöntemlerinin İncelenmesi*  
**Didem VEREP, Saim ATEŞ, Eyyüp KARAOĞUL**

# İstanbul Sanayi Odası İlk 1000 Sanayi İşletmeleri Listesinde Yer Alan Orman Ürünleri Sanayi İşletmeleri Web Sitelerinin Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Öğrencilerince İrdelenmesi

Tarık GEDİK<sup>1\*</sup>, Canberk BATU<sup>2</sup>

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

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 09.06.2023

Kabul: 05.10.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Günümüz her geçen gün gelişen teknolojiye ve bilgi artışına ayak uydurmak zorunda olan işletmeler bunu başaramazlarsa yok olmakla karşı karşıya kalacaklardır. Yapılan bu çalışma ile İSO tarafından her yıl düzenli olarak yayınlanan ilk 1000 firma listesinde kâğıt ve kâğıt ürünleri dışındaki orman ürünleri sanayi işletmelerinin web siteleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi öğrencilerince irdelenmiştir. Çalışma kapsamında 2017-2018 eğitim öğretim yılında temel bilgi teknolojileri dersini alan 49 öğrenciden veri alınarak işletmelerin web siteleri irdelenmiştir. Veri elde etme aracı olarak kullanılan anket formunda öğrenciler hakkında genel bilgilere yer verildikten sonra işletmelerin web sitelerinin genel yapısı sorgulanmış devamında da web sitelerinin görselliği, sitelere girme ve ulaşma düzeyi ve web sitelerinde yer alan ürünlerin tanıtımın beğenilme durumları ele alınmıştır. Çalışma kapsamında yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda işletmelerce kullanılan URL adreslerinin yaklaşık %83 oranında tamamen ya da kısmen ilgili işletmeyi yansıttığı belirlenmiştir. Çalışmada web sitelerinin görselliğinin artırılması için tasarımda kullanılan yazı stillerinin ve puntolarının uygun olması ve kullanılan dilin anlaşılır olması gerektiği belirlenmiş ve işletme web sitelerinin de bu noktada gerekli altyapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Katılımcı öğrenciler İstanbul Sanayi Odası ilk 1000 listesinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerine ait web sitelerinin görüntü kalitesinin yeterli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler Web sitesi tasarımında dikkat dağıtıcı objeler kullanılmadığını ve web sitelerinin tasarımının çok karmaşık olmadığını ileri sürmüşlerdir.

**Anahtar Kelimeler** – Web sitesi, orman ürünleri endüstrisi, öğrenci

## Examination of Forest Products Industrial Enterprises Websites by Duzce University Forest Faculty Students in the List of the Top 1000 Industrial Enterprises of the Istanbul Chamber of Industry

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

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

## Article History

Received: 09.06.2023

Accepted: 05.10.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article

**Abstract** – Businesses that have to keep up with today's developing technology and information increase will face extinction if they cannot do this. With this study, the websites of forest products industry enterprises other than paper and paper products in the first 1000 companies list published regularly by the Istanbul Chamber of Industry were examined in Duzce University Faculty of Forestry students. Within the scope of the study, data were obtained from 49 students who took the basic information technologies course in the 2017-2018 academic year, and the websites of the enterprises were examined. After giving general information about the students in the questionnaire used as a data collection tool, the general structure of the websites of the enterprises was questioned, and then the visually of the websites, the level of accessing and reaching the websites, and the popularity of the products on the websites were discussed. In the study, it was determined that the writing styles and fonts used in the design should be appropriate and the language used should be understandable in order to increase the visually of the websites, and it was determined that the business websites had the necessary infrastructure at this point. Participating students stated that the resolution/image quality of the websites of the forest products industry enterprises, which are in the top 1000 list of the Istanbul Chamber of Industry, is at a sufficient level. In addition, the students claimed that distracting objects were not used in the website design and the design of the websites was not very complex.

**Keywords** – Website, forest product industry, student

<sup>1</sup>  tarikgedik@duzce.edu.tr

<sup>2</sup>  canberkbatu@duzce.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Bütün dünyada kullanılan gerek bilgisayarlar gerekse de diğer akıllı (cep telefonu, tablet gibi) cihazlar yoluyla veri ve bilgi alıp göndermeyi sağlayan iletişim ağı olarak tanımlanabilen internet ile dünyanın herhangi bir yerindeki web sitesine ve buradaki bilgiye ulaşma imkânı sağlanabilmektedir. Günümüzde her geçen gün internet kullanımının arttığı görülmekte ve hissedilmektedir.

İnternetin dünyada ilk gelişim sürecinin telgrafın bulunması (1836 yılı) ile başladığı söylenilebilir. Telgrafın gelişmesi ile birlikte özellikle 1858–1866 yılları arasında haberleşmeyi sağlamak için Avrupa ve Amerika arasında iletişim kabloları döşenmiş ve 1876 Alexandra Graham Bell tarafından telefonun bulunması ile de internetin gelişiminin temelleri atıldığı bilinmektedir (İşman, 2005). 1962 yılında J.C.R. Licklider'in Amerika'nın en büyük üniversitelerinden birinde oluşturduğu "Galaktik Ağ" kavramı ile internetin oluşumunun başlangıcına imza attığı söylenilebilir. Ayrıca, Lavvrance Roberts ile Thomas Menlinin bilgisayarların ilk kez birbirleri ile 'konuşmasını' 1965 yılında gerçekleştirdiği de literatürde yer almaktadır (İşbulan, 2008). Türkiye'de ise internet uygulamalarının 1987 yılında üniversitelerin BITNET/EARN bağlantıları ile başladığı bilinmektedir. 1987–1993 yıllarında TUVAKA sistemi kurulmuş, 1991 yılında ODTÜ ve TÜBİTAK internet çalışmalarına başlamıştır. Bu oluşumun kısa adı TR-NET olarak isimlendirilmiştir (İşman, 2005).

İnternet, hem gerçek hem de tüzel kişilere sanal dünyada çok çeşitli avantajlar sağlayabilmektedir. Tüketici olarak ele alınabilecek gerçek ve tüzel kişiler internet yoluyla istedikleri ürünlerle ilgili istedikleri bilgiye kolayca ulaşabilmektedir. İşletmeler nezdinde internet vasıtasıyla üretilen ürünlerin pazarlanması, tanıtımı, satış sonrası hizmetleri, halkla ilişkiler kurulması, insan kaynakları sağlanması gibi birçok noktada avantajlar sağlanabilmektedir. İnternet yardımıyla dünyanın herhangi bir noktasından dünyanın herhangi bir noktasındaki ürüne ulaşma imkânının sağlanması yüzünden işletmeler internet ortamında olmak zorunda kalmaktadırlar. Firmalar World Wide Web (www, w3 veya web) yardımıyla internete ulaşım sağlamaktadırlar. www ile internette yer alan tüm resimlere, metinlere ses ve video kayıtlarına ulaşılabilir.

Web yapısının bu kadar çok kabul görmesinin birçok nedeni vardır (Kırcova, 2005). Mesela; Web açık bir sistem ve herhangi bir platforma, bilgisayara ve işletim sistemine bağımlı değildir. Web yardımıyla birçok bilgi kaynağına kolaylıkla erişilebilmektedir. Web sitelerini/uygulamalarını geliştirmek ve kullanıcıların hizmetine sunmak çok kolaydır. Çoğu durumlarda, fazla bilgisi olmayan kullanıcıların bile web sayfası tasarlayabilmektedir. Web ortamları artık son derece dinamik ve aranan her türlü bilgiye arama motorları yardımıyla kolayca ulaşılabilir.

Ongan (1999) tarafından yapılan çalışmada internet yardımıyla sanal ortamlarda yer almak isteyen işletmelerin bir web sitesi yardımıyla bu faaliyetlerini yapabileceklerini ve bu durumun da işletmelere tanıtım, etkin pazarlama gibi belli maliyet avantajları sağladığını belirtmiştir. Çalışmada web sitelerinin yazılı içerik sağlamanın yanında görsel ve işitsel duylara da hitap edecek içerikler sunabildiği vurgulanmıştır.

Okay ve Güçdemir (2011) tarafından yapılan çalışmada kurumsal web sitelerinin ses, görüntü, metin gibi bilgileri sunması sonucunda geleneksel pazarlama iletişim ve araçlarının kullanımı azalmış ve daha geniş kitlelere daha az maliyetle ulaşılabilme imkânı sağlanarak maliyet avantajı sağlandığı belirtilmiştir.

Web sitesi tasarımında kullanılan yazı tipi, yazı ve arka plan rengi, animasyonlu görseller ve etkileşim özelliklerinin kullanıcıların ruh hallerini ve sitede geçirdikleri süreyi etkilediği düşünülmektedir (Ha ve Im, 2012: 81).

Park (2019) tarafından yapılan lisansüstü tez çalışmasında web siteleri ile ilgili olarak en çok web sitelerinin tasarımı konusunda çalışmalar yapıldığı bunu web sitelerinin bilgilendiriciliği konusunda çalışmaların izlediği ve web sitelerinin güvenliği konusunda da üçüncü sırada çalışmalar yapıldığı belirtilmiştir. Montoya-Weiss ve arkadaşları (2003) tasarımı iyi yapılmış bir web sitesinin organizasyon ile tüketici arasındaki etkileşimi

kolaylaştırdığını ileri sürmüşlerdir. Nielsen (2002) ise kötü tasarlanmış bir web sitesinin organizasyonun karını düşüren en önemli nedenlerin başında bu kötü tasarımın geldiğini belirtmiştir.

Ana hammaddesi ağaç olan orman ürünleri sanayisi, birçok sektöre ara ürün sağlayabilmektedir. Ormanlar bir ülkede yoksulluğun azaltılmasına, istihdamın artmasına, ekonomik büyümeye katkı sağlamakta ve diğer su ve enerji gibi önemli sektörlerin devamlılığını destekleyen yapılara hizmet üretmektedir. Türkiye’de ağaç, orman ve kâğıt ürünleri üretim sektörünün büyüklüğü 2019’da 17 milyar Amerikan doların üzerine çıkmıştır. 2030 yılına kadar yıllık ortalama %4,8 büyüyeceği düşünülen sektörün büyüklüğünün 30 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir (URL-1, 2022).

Yapılan bu çalışmada İstanbul Sanayi Odası tarafından her yıl düzenli olarak yayınlanan ilk 500 ve ikinci 500 firma listesinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin (kâğıt ve kâğıt ürünleri hariç) firma web siteleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi öğrencileri tarafından irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda orman ürünleri sanayi işletmelerinin firma web sitelerinin genel yapısı, görselliği, web sitelerine girme kolaylığı ve web sitelerinde tanıtılan ürünlerin beğeni durumları katılımcı öğrenciler tarafından irdelenmiştir. Çalışma Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi bünyesinde açılan Temel Bilgi Teknolojisi dersinin alan öğrencileri üzerinde 2017-2018 Eğitim-Öğretim döneminde gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple elde edilen sonuçlar hem dönem olarak hem de katılımcılar olarak çalışmanın yapıldığı zaman ve evren için geçerlilik göstermektedir. Çalışmanın 2017-2018 Eğitim-Öğretim döneminde yapılması her geçen gün gelişen internet-bilgi teknolojisinde çalışmanın bir kısıtı olarak düşünülse de firma web sitelerinin ilgili dönemdeki beklentileri ve katılımcı gözüyle gerçeklerini yansıttığı söylenilebilir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Binlerce irili ufaklı işletmeden oluşan Türkiye orman ürünleri sanayisinin İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından düzenli olarak listelenen, ilk 500 sanayi ile ikinci 500 sanayi kuruluşları listesinde 2016 yılı dikkate alındığında toplam 23 orman ürünleri sanayi işletmesinin (Kağıt ve kâğıt ürünleri sanayisi hariç) olduğu görülmektedir (Anonim, 2017). 2016 yılı İSO Büyük Sanayi Kuruluşları listesine göre birinci 500’de 11, ikinci 500’de ise 12 orman ürünleri sanayi işletmesi bulunmasına rağmen ilk 500 içerisinde yer alan 2 işletmenin 2 ayrı marka ile listede yer aldığı görülmüştür. İSO büyük sanayi kuruluşları listesinde bulunan bu 25 işletmenin hepsinin de kendine ait bir dünya çapında ağı (World Wide Web yani WEB sayfası) bulunmaktadır. Çalışma kapsamında 2017-2018 eğitim öğretim yılında Düzce Üniversitesi Orman Fakültesinde eğitim öğretim gören öğrencilerden bu web sitelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Bunun için hazırlanan veri elde etme aracı araştırmacılar tarafından tasarlanmış ve öğrencilere verilmiştir. Veri elde etmek için kullanılan anket formunda İSO büyük sanayi kuruluşları listesinde bulunan bu 25 işletmenin sırası ile web sayfalarının adresleri verilmiş ve her web sayfasına öğrencilerin tek tek girerek işletmelerin web sitelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışma yapıldığı dönemde kayıtlı öğrenci sayısı olan 705 (Orman endüstri mühendisliği 75; orman mühendisliği 292; peyzaj mimarlığı 338) öğrenciden 83 tanesi gerek zorunlu gerekse de seçmeli ders kapsamında temel bilgi teknolojisi dersi almaktadır. Çalışma kapsamında temel bilgi teknolojisi dersinin alan 83 öğrenci çalışma evrenini oluşturmuştur. Çalışmada %95 güven düzeyi ve %10 hata payına göre minimum ulaşılması gereken öğrenci sayısı 45 hesaplanmış olup 49 öğrenciye ulaşılmış ve ulaşılan bu sayının da istatistiksel olarak evreni temsil ettiği varsayılmıştır (Lemeshow vd., 1990).

Çalışma kapsamında kullanılan veri elde etme aracı tasarlanırken birinci kısımda cevaplayıcı öğrenciler hakkında bazı bilgilere cevap vermeleri istenmiştir. Bu amaçla ilk kısımda 16 soruya yer verilmiştir. İkinci kısımda 5 soru ile işletmelerin web adreslerinin genel yapısı sorgulanmıştır. Üçüncü kısımda ise işletmelerin web siteleri 3 farklı soru grubu ve 25 yargı ile ele alınmıştır. Bu kısımda işletme web sitelerinin görselliği (13 yargı), işletme web sitelerine girme ve ulaşma düzeyleri (6 yargı) ve işletme web sitelerinde yer alan ürünlerin tanıtımının beğenilmesi (6 yargı) irdelenmiştir. Veri elde etme aracında hem açık uçlu hem de likert tarzı sorulara (1: Tam red, 3: Kararsız, 5: Tamamen kabul) yer verilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veri elde etme aracı Statistical Software for Social Sciences (SPSS 25) paket programına kodlanarak bir veri seti



oluşturulmuş ve bu veri seti yardımıyla istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır (SPSS, 2003). Çalışma kapsamında katılımcı öğrencilerin bazı demografik özellikleri ve işletmelerin web adreslerinin genel yapısı tanımlayıcı istatistiklerle belirlenmiştir. İşletmelerin web sitelerinin görsellik, kullanılabilirlik ve ulaşma hızı kavramlarının değerlendirilmesinde bölümler, sektörler, ilk 500/ikinci 500 olma durumu gibi değişkenlere göre fark olup olmadığını test etmek için parametrik hipotez terslerinin varsayımlarının karşılandığı verilerde bağımsız gruplar t testi ve tek yönlü varyans analizlerinden yararlanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Bunun yanında web adreslerinin genel yapısı ile web sitelerinin görsellik, kullanılabilirlik ve ulaşma hızı kavramları bakımından aralarındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için de Ki-kare analizinden ve anlamlı kümeler oluşturulup oluşturulmadığının analizinde de kümeleme analizinden yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında verilere öncelikle geçerlilik ve güvenilirlik analizi yapılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan ölçeğin geçerlilik analizi için örneklem yeterlilik ölçüsü sonucu (KMO değeri) 0,955; Barlett küresellik değeri 16434,271 ve p değeri de 0.000 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında kullanılan ölçeğin geçerlilik açısından bir sorun oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanında çalışma kapsamında kullanılan ölçeğin güvenilirlik analizi de (Cronbach Alpha katsayı) yapılmış ve tüm ölçek için güvenilirlik analizi sonucu alpha değerinin 0.931 olduğu, alt ölçeklerde de alpha değerlerinin 0.700 ile 0.910 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında kullanılan ölçeğin güvenilirlik açısından da bir sorun teşkil etmediği belirlenmiştir (Özdamar, 2002; Kalaycı, 2009).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Cevaplayıcı Öğrenciler Hakkında Bazı Bilgiler

Katılımcı öğrencilerin %69'u erkek, %31'i kadındır. Minimum 18 yaşında olan katılımcıların ortalama yaşları 21.34 hesaplanırken en büyük yaş 28'dir. Katılımcı öğrencilerin çalışma yapıldığı dönemde ortalama 749.40 TL'lik aylık giderlerinin olduğu belirlenmiştir (Çalışma yapıldığı dönem yani 2018 Ocak-Temmuz dönemi dikkate alındığında asgari ücret tutarı 2029 TL'dir).

Katılımcı öğrencilerin %64.6'sının orman mühendisliği, %18.8'inin peyzaj mimarlığı ve %16.6'sının da orman endüstri mühendisliğinde okuduğu belirlenmiştir. Katılımcı öğrencilerin 24.3'ü birinci sınıf, %23'ü ikinci sınıf, %10.3'ü üçüncü sınıf ve %16.1'i de dördüncü sınıf düzeyindedir. Çalışma kapsamında katılımcı öğrencilerin %26.3'ü sınıf düzeyleri hakkında bilgi vermemişlerdir.

Katılımcı öğrencilerin 19 farklı ilde ikamet ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin ağırlıklı olarak Düzce, İstanbul, Bolu ve Sakarya illerinde ikamet ettikleri görülmüştür. Katılımcı öğrencilerin hepsinde de akıllı cep telefonu bulunmaktadır. Öğrencilerin 12 farklı cep telefonu markasından 32 farklı model kullandıkları görülmüştür.

Katılımcı öğrencilerin %30.5'i herhangi bir yerden/kurumdan burs alırken, %69.5'inin ise herhangi bir yerden/kurumdan burs almadıkları belirlenmiştir. Alınan burs ücretlerinin 150 TL ile 1000 TL arasında değiştiği, ortalama burs miktarının da 445.7 TL olduğu saptanmıştır.

Katılımcı öğrencilerin %51'i ya aileleri ile ya da arkadaşları ile evde ikamet ederken, %39 oranında kredi ve yurtlar kurumu yurtlarında, %10 oranında da özel yurtlarda ikamet etmektedirler. Katılımcı öğrencilerin yemekleri nerelerde yedikleri sorgulandığında sırasıyla evde (1.51 ortalama), yurttan (1.55 ortalama), lokantada (1.94 ortalama) ve kantinde (1.98 ortalama) yemek yedikleri belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerin %71.5'inin bilgisayarının olduğu belirlenmiştir. Katılımcı öğrencilerin %65.5'i günde ortalama 1-3 saat internette vakit harcarken, 4-6 saat arasında internette vakit harcayanların oranı %26.4'ken 7 saat ve daha fazla süre internette vakit harcayanların oranı da %8.1 olarak belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerin en az bir sosyal medya hesabının olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin en fazla kullandığı sosyal medya ortamının Instagram (1.02 ortalama) olduğu belirlenirken bunu Facebook (1.37 ortalama) ve Twitter (1.55 ortalama) izlemektedir. Bu üç sosyal medya ortamından başka öğrencilerin Snapchat (1.94 ortalama) uygulamasını da kullandıkları belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerin interneti en çok hangi amaçlarla kullandıkları sorgulandığında sosyal medya (1.06 ortalama) için kullanım en fazla kullanım amacı olarak belirlenmiştir. Sosyal medyayı sırasıyla haber/bilgi almak (1.31 ortalama) amaçlı kullanım, araştırma/ödev (1.42 ortalama) amaçlı kullanım, oyun/eğlence (1.47 ortalama) amaçlı kullanım, alışveriş (1.55 ortalama) amaçlı kullanım, mail (1.71 ortalama) amaçlı kullanım, sörf (1.71 ortalama) amaçlı kullanım ve bankacılık (1.98 ortalama) amaçlı kullanım izlemektedir.

Katılımcı öğrencilerin %91.7'sinin herhangi bir dernek ya da sivil toplum kuruluşuna üye olmadıkları belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında katılımcı öğrencilere belirtilen bazı faaliyetlere katılma sıklıkları sorulmuş (1 sık sık katılma, 5 hiç katılmama) ve sırasıyla en fazla katılım gösterilen faaliyetlerin görsel yayınları takip etme (2.42 ortalama), sportif faaliyetlere katılma (2.59 ortalama), sinema-tiyatroya gitme (2.85 ortalama), ders dışı kitap okuma (2.88 ortalama), basılı yayını takip etme (3.00 ortalama) ve sosyal içerikli sosyal faaliyetlere katılma (3.18 ortalama) şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

### 3.2. İşletmelerin WEB Adreslerinin Genel Yapısının İrdelenmesi

Katılımcı öğrencilere İSO ilk 500 sanayi ile ikinci 500 sanayi kuruluşları listesinde yer alan orman ürünleri sanayi (kâğıt hariç) işletmelerinin web adresleri hakkında yapılan sorgulamada firmalar tarafından kullanılan URL adreslerinin %59.6 oranında tamamen %23.4 oranında da kısmen kısa ve ilgili işletmeyi yansıttığı belirlenmiştir. Katılımcıların %17'si firmaların URL adreslerini uygun bulmadıklarını dile getirmişlerdir.

Katılımcı öğrencileri firma web sitelerine ilk girdiklerinde karşılaştıkları, gördükleri ya da girdikleri yerin %54.3 oranında firma ürün ve hizmetlerinin tanıtımı ile ilgili kampanyaların (ürün katalogları, ürün indirimleri, indirim kampanyaları), %25.7 oranında firma hakkında bilgiler/tarihçe ve firma profili, firmanın misyon ve vizyonu ile sertifikasyonları ile firma iletişim bilgileri ve %20 oranında da firmanın ürettiği ürünlerle ilgili bilgiler, ürünlerin teknik özellikleri ve ürünlerin üretildiği malzemeler hakkında bilgilere baktıkları belirlenmiştir. Çiçek ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışmada ulaşılan işletme web sayfalarında kurum kimlikleri ile ilgili olarak yüksek oranda amblem ve logo bulunurken, vizyon, misyon ve sloganın daha düşük oranda yer aldığı belirtilmiştir.

Katılımcı öğrencilerin %18.7'si firma web sitelerinde reklam içerikli uzantıların ya da bir linke tıkladıklarında reklam çıktığını dile getirmişlerdir. Reklam içerikli bu uzantılardan kaynaklı olarak rahatsızlık duyulma oranı %31.2 olarak belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerin İSO ilk 500 sanayi ile ikinci 500 sanayi kuruluşları listesinde yer alan orman ürünleri sanayi (kâğıt hariç) işletmeleri gibi işletmelerin web sitelerine ne sıklıkta girdikleri sorgulandığında %56.6 oranında firma ya da ürünle ilgili işleri olduklarında bu tür sitelere girdikleri belirlenmiştir. Bunun yanında %24.7 oranında hiç girilmediği, %15.8 oranında nadiren girildiği ve %2.9 oranında sık sık girildiği belirtilmiştir.

Ülkemizde sanayi işletmelerinin web sitelerinin kullanılabilirliğini araştıran sınırlı sayıda kaynağa ulaşılabilmektedir. Bu kaynaklarda genel olarak lokal bölge/il/sektör/alan düzeyinde olmakta ve web sitelerinin içerik analizi yoluyla durum tespitleri, sanal dünyada ne kadar yer alabildikleri, online satışlara ne kadar uyum sağlayabildikleri, firma/kurum web sitelerinin içerdiği bilgi düzeyleri ve kurum kültürünü ne kadar yansıttıkları (Uğurluoğlu, 2009; Çiçek vd., 2010) üzerinde odaklanılmaktadır.

### 3.3. İşletme Web Sitelerinin Görselliği, Girilme ve Ulaşma Düzeyleri İle Ürünlerin Tanımına Dönük Yapının İstatistiksel Analizi

Anket formunda katılımcı öğrencilerin işletme web sitelerini görsellik açısından 13 yargı ile, web sitelerine girme ve ulaşma kolaylıklarını 6 yargı ile ve işletme web sitelerinde yer alan ürünlerin tanıtımının beğenilmesini de 6 yargı ile irdelemeleri istenmiştir. Katılımcı öğrencilerce firma web sitelerinin görsellik açısından incelenmesinde önem düzeylerine göre gruplanmasına ait kümeleme analizi sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu kapsamda firmaların web sitelerinin görselliğinin 13 soruluk veri kümesine uygulanan kümeleme analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı gruplama yapısının 3 grup olacak şekilde belirlendiği görülmüştür ( $p<0.05$ ). Ortaya çıkan ve anlamlı bulunan bu 3 küme için küme merkezleri 1. grup için 4.02; 2. grup için 3.82 ve 3. grup için de 2.90 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1.

Firma web sitelerinin görsellik açısından irdelenmesi

Web sitesi görselliğindeki yargılar	$\bar{x}$	$\sigma$	Küme	Uzaklık
Web sitesi tasarımında kullanılan yazı karakterleri uygun ve okunabilmektedir.	4.10	0.96	1	0.08
Web sitesinde kullanılan içeriklerde anlaşılabilir dil kullanılmıştır.	4.07	0.98	1	0.05
Web sitesinin kullanılmayı kolaydır.	3.96	1.04	1	0.06
Web sitesinin teması ilgili firmayı yansıtmaktadır.	3.95	1.05	1	0.07
Web sitesi tasarımında kullanılan renk uyumu yeterlidir.	3.89	1.10	2	0.07
Web sitesinin tasarımı uygundur.	3.88	1.12	2	0.06
Web sitesinin sunduğu içerik yeterlidir.	3.85	1.08	2	0.03
Web sitesini beğendim.	3.85	1.14	2	0.03
Web sitesinin ana sayfası firma hakkında yeterli bilgi içermektedir.	3.81	1.04	2	0.01
Web sitesi menüleri ilgili firma için yeterlidir.	3.80	1.08	2	0.02
Web sitesinde firma ile ilgili güvenilir bilgi verildiği intibası oluştu.	3.76	1.07	2	0,06
Web sitesi hatırlanabilir bir web sitesidir.	3.72	1.16	2	0.10
Web sitesi tasarımında dikkat dağıtıcı objeler kullanılmış.	2.90	1.33	3	0.00

Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama,  $\sigma$ : Standart sapma

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre katılımcı öğrencilerce web sitelerinin görselliğinin artırılması için tasarımda kullanılan yazı stillerinin ve puntolarının uygun olması önem arz etmektedir. Bunun yanında katılımcı öğrenciler web sitelerinde kullanılan içeriklerde/açıklamalarda anlaşılır bir dil kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Web siteleri tasarlanırken kullanımın kolay olması, tasarımı yapılan firma ve ürünleri hakkında yeterli bilginin olması, tasarımda renk uyumunun sağlanması ve tasarım ve içerik olarak yeterli olmasına özen gösterilmelidir.

Öğrencilerin okudukları bölümleri ile firma web sitelerinin görsellik açısından irdelenmesi aşamasında ele alınan yargılar arasındaki “Web sitesi tasarımında kullanılan yazı karakterleri uygun ve okunabilmektedir.”, “Web sitesinde kullanılan içeriklerde anlaşılabilir dil kullanılmıştır.”, “Web sitesinin kullanılmayı kolaydır.”, “Web sitesi tasarımında kullanılan renk uyumu yeterlidir.”, “Web sitesinin tasarımı uygundur.” ve “Web sitesi hatırlanabilir bir web sitesidir.” yargıları arasında yapılan ki-kare analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Yapılan analizler sonucunda ilişki çıkan bu yargılara orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin en yüksek düzeyde olumlu yönde katılım gösterdiği, peyzaj mimarlığı bölümü öğrencilerinin ise en düşük olumlu katılım gösterdikleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin cinsiyetleri ile firma web sitelerinin görsellik açısından irdelenmesi aşamasında ele alınan yargılar arasında yapılan ki-kare analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir

( $p < 0.05$ ). “web sitesi tasarımında kullanılan yazı karakterleri uygun ve okunabilmektedir.”, “Web sitesinin teması ilgili firmayı yansıtmaktadır.”, “Web sitesi tasarımında kullanılan renk uyumu yeterlidir.” ve “Web sitesinin sunduğu içerik yeterlidir.” yargılarına erkeklerin kadınlara göre daha yüksek oranda olumlu/yeterli yönde katılım gösterdikleri belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerce firma web sitelerine girme ve ulaşma ile ilgili yargıların önem düzeylerine göre gruplanmasına ait kümeleme analizi sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Bu kapsamda firma web sitelerinin girilme ve ulaşılma kolaylığına ait 6 soruluk veri kümesinde uygulanan kümeleme analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı gruplama yapısının 3 grup olacak şekilde ortaya çıktığı görülmüştür. Ortaya çıkan ve anlamlı bulunan bu 3 küme için küme merkezleri 1. grup için 3.92; 2. grup için 3.73 ve 3. grup için de 2.85 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2

Firma web sitelerine girme ve ulaşma kolaylığının irdelenmesi

WEB sitesine girme ve ulaşmadaki yargılar	$\bar{x}$	$\sigma$	Küme	Uzaklık
Web sitesinin çözünürlüğü/görüntü kalitesi yeterlidir.	4.01	1.03	1	0.87
Web sitesinin açılma hızı kısadır.	3.89	1.12	1	0.03
Web sitesinin görüntülenme süresi kısadır.	3.87	1.07	1	0.05
Web sitesinin güncelliği size göre yeterli midir?	3.75	1.12	2	0.03
Web sitesinin içeriklerinde gezinme süresi kısadır.	3.70	1.08	2	0.03
Web sitesinin tasarımı çok karmaşıktır.	2.85	1.36	3	0.00

Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

 $\bar{x}$  : Aritmetik ortalama,  $\sigma$  : Standart sapma

Katılımcı orman fakültesi öğrencilerine göre ISO ilk 1000 listesinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerine ait web sitelerinin çözünürlüğü/görüntü kalitesinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Katılımcılar firma web sitelerinin açılma hızını ve sitenin görüntülenme süresinin yeterliliğini uygun bulmaktadırlar. Watson ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan çalışmada web sitelerinin tüketicilere aslında işlemede olmasalar da oradaymış gibi atmosferi yaşama olanağı vermesi gerektiği belirtilmiştir. Bu sebeple de işletmelerin web sitelerinin görselliğinin, çözünürlüğünün iyi olması önem arz etmektedir.

Öğrencilerin okudukları bölümleri ile firma web sitelerine girme ve ulaşma kolaylığı açısından irdelenmesi aşamasında ele alınan yargılar arasındaki “Web sitesinin açılma hızı kısadır.”, “Web sitesinin görüntülenme süresi kısadır.” ve “Web sitesinin içeriklerinde gezinme süresi kısadır.” yargıları arasında yapılan ki-kare analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin en düşük düzeyde bu yargılara katıldıkları, orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin de en yüksek düzeyde bu yargılara katılım gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin okudukları bölümleri ile firma web sitelerinin tasarımının karmaşıklığı arasında yapılan ki-kare analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Değerlendirmeler sonucunda peyzaj mimarlığı bölümü öğrencileri web sitelerini daha yüksek oranda karmaşık bulurken, orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencileri ise diğer iki bölüme göre daha düşük oranda karmaşık bulmaktadırlar.

Öğrencilerin cinsiyetleri ile firma web sitelerine girme ve ulaşma kolaylığı konusunda ele alınan yargılar arasında yer alan “Web sitesinin tasarımı çok karmaşıktır.” Yargısı arasında yapılan ki-kare analizi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Yapılan hesaplamalar sonucunda kadınların erkeklere göre daha yüksek oranda web sitelerinin tasarımı karmaşık bulunduğu tespit edilmiştir.

Katılımcı öğrencilerce firma web sitelerinde firma ürünlerinin tanıtımında kullanılan objelerin değerlendirilmesi ile ilgili yargıların önem düzeylerine göre gruplanmasına ait kümeleme analizi sonuçları Tablo 3’de gösterilmiştir. Bu kapsamda firma web sitelerinde firma ürünlerinin tanıtımında kullanılan objelere ait 6 soruluk veri setinde uygulanan kümeleme analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı gruplama yapısının 3 grup olacak şekilde ortaya çıktığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Ortaya çıkan ve anlamlı bulunan bu 3 küme için küme merkezleri 1. grup için 3.85; 2. grup için 3.74 ve 3. grup için de 3.05 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3

Firma web sitelerinde firma ürünlerinin tanıtımının irdelenmesi

WEB sitesinde firma tanıtımındaki yargılar	$\bar{x}$	$\sigma$	Küme	Uzaklık
Web sitesinde kullanılan ürün tanıtım objelerinin görüntü kalitesi yeterlidir.	3.88	1.07	1	0.03
Web sitesinde kullanılan ürün tanıtım görselleri yeterlidir.	3.84	1.10	1	0.01
Web sitesinde firma ürünleri yeterince tanıtılmaktadır.	3.84	1.11	1	0.01
Web sitesinde kullanılan ürün tanıtım katalogları yeterlidir.	3.78	1.08	2	0.05
Web sitesinde tanıtılan ürüne ait verilen teknik bilgi yeterlidir.	3.69	1.07	2	0.05
Web sitesinde tanıtılan ürüne ait fiyat bilgisi yeterlidir.	3.05	1.47	3	0.00

Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

 $\bar{x}$  : Aritmetik ortalama,  $\sigma$ : Standart sapma

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre katılımcı öğrencilerce İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerinin firmalarını tanıtmaya düzeyleri irdelendiğinde web sitelerinde kullanılan ürün tanıtım objelerinin görüntü kalitesi kısmen de olsa yeterli bulunmuştur. Katılımcılar web sitelerinde kullanılan ürün tanıtım görsellerinin ve ürünlerin yeterince tanıtılmasının da kısmen de olsa yeterli olduğunu belirttiği belirlenmiştir. Katılımcılar web sitelerinde ürünlere ait fiyat bilgisinin yeterliliğinin yetersiz olduğunu vurgulamışlardır. Çiçek ve arkadaşlarının (2010) yaptığı çalışmada işletme web sitelerinin etkin kullanım oranının çok düşük (%3.1) olduğu belirlenmiştir çalışmada irdelenen işletmelerin web sitelerini orta etkililikte kullanım oranı %53.9'ken etkisiz kullanım oranı da %43 olarak tespit edilmiştir. Uğurluoğlu (2009) web sitelerinin bir işletmenin imajını yenileme ve güçlendirme noktasında önemli bir araç olduğunu ileri sürmektedir. Bunun nedeni olarak da web sitelerinin müşteri ve işletme arasında etkileşim sağlayan güçlü bir köprü olduğunu belirtmektedir.

Öğrencilerin cinsiyetleri ile firma web sitelerinde firma ürünlerinin tanıtımı konusunda ele alınan yargılar arasında yer alan “Web sitesinde kullanılan ürün tanıtım katalogları yeterlidir.” yargısı arasında yapılan ki-kare analizi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Yapılan hesaplamalar sonucunda kadınların erkeklere göre daha yüksek oranda web sitelerinde kullanılan ürün kataloglarını yetersiz buldukları tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında ulaşılan orman fakültesi öğrencilerinin cinsiyet, okudukları bölüm ve bilgisayarlarının olup olmama durumuna bağlı olarak firma web sitelerinin görsellik açısından beğenilip beğenilmemesi, firma web sitelerine girme ve ulaşmayı kolay bulup bulmama ve firma web sitelerinde yer alan ürünlerin tanıtımının beğenilip beğenilmemesi arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 4

WEB sitesiyle ilgili özelliklerin cinsiyete bağlı bağımsız gruplar t testi sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^{**}$	$\sigma$	t testi	
				t	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	Erkek	3.87	0.75	2.979	0.003*
	Kadın	3.71	0.76		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	Erkek	3.72	0.71	2.648	0.008*
	Kadın	3.60	0.72		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	Erkek	3.76	0.85	4.566	0.000*
	Kadın	3.50	0.91		

 $\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, t: t-değeri, p: Anlamlılık düzeyi, \*:  $p < 0.05$  önem düzeyi

\*\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrencilerin cinsiyetlerine bağlı olarak İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi, web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir

( $p < 0.05$ ). Yapılan değerlendirmeler sonucunda erkek katılımcı öğrencilerin kadın katılımcı öğrencilere göre İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerini daha yüksek oranda beğendiklerini belirttikleri belirlenmiştir.

Tablo 5

WEB sitesiyle ilgili özellikler ile öğrencilerin bilgisayarlarının olup olmaması arasında bağımsız gruplar t testi sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^{**}$	$\sigma$	t testi	
				t	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	Var	3.78	0.75	-2.062	0.039*
	Yok	3.88	0.77		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	Var	3.65	0.74	-2.121	0.034*
	Yok	3.75	0.66		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	Var	3.71	0.87	1.819	0.069
	Yok	3.60	0.90		

$\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, t: t-değeri, p: Anlamlılık düzeyi, \*:  $p < 0.05$  önem düzeyi

\*\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrencilerin şahsi bilgisayarlarının olup olmaması değişkeni ile İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi ve web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilirken ( $p < 0.05$ ), web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi faktörü arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir ( $p > 0.05$ ). Yapılan değerlendirmeler sonucunda bilgisayarı olmayan katılımcı öğrencilerin bilgisayarı olan katılımcı öğrencilere göre daha yüksek oranda İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerini beğendiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 6

Web sitesiyle ilgili özellikler ile öğrencilerin okudukları bölümler arasında farklılığın analiz sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^*$	$\sigma$	HG	F	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	OM	3.82	0.77	A	4.462	0.012
	OEM	3.87	0.74	A		
	PM	3.66	0.74	B		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	OM	3.77	0.69	A	23.373	0.000
	OEM	3.44	0.59	B		
	PM	3.50	0.83	B		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	OM	3.72	0.88	A	7.298	0.010
	OEM	3.68	0.91	A		
	PM	3.46	0.83	B		

$\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, HG: Homojenlik grubu, F: F-değeri, p: Anlamlılık düzeyi

\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrencilerin okudukları bölümleri ile İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi, web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Orman mühendisliği ve orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencileri web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi yargılarına peyzaj mimarlığı öğrencilerine göre daha yüksek oranda katılım göstermektedirler. Web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı bakımından orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin daha yüksek oranda katıldıkları belirlenmiştir. Aynı yargıya orman endüstri mühendisliği ve peyzaj mimarlığı öğrencileri aynı grupta yer alarak daha düşük oranda katılım göstermişlerdir. Kılıç ve Çakaröz (2021) tarafından yapılan çalışmada web sitelerinin tasarım özelliklerinin web sitelerinin performansı üzerinde etkili olup olmadığının araştırıldığı çalışmada web site tasarımının iyi olmasının, web sitelerinin ilk görüntülenme süreleri (sn), ortalama odaklanma süreleri (sn), tekrar görüntülenme sıklığı, ortalama tekrar görüntülenme sıklığı ve toplam görüntülenme sıklığı bakımından web sitelerinin performansları üzerinde olumlu bir etki yaptığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında ulaşılan Orman Fakültesi öğrencilerinin firma web adreslerinin genel yapısı ile firma web sitelerinin görsellik açısından beğenilip beğenilmemesi, firma web sitelerine girme ve ulaşmayı kolay bulup bulmama ve firma web sitelerinde yer alan ürünlerin tanıtımının beğenilip beğenilmemesi arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 7

Web sitesiyle ilgili özellikler ile firma URL adreslerinin kısa ve anlaşılır olması arasında farklılığın analiz sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^*$	$\sigma$	HG	F	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	Evet	3.87	0.71	A	12.940	0.000
	Kısmen	3.81	0.78	A		
	Hayır	3.54	0.88	B		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	Evet	3.70	0.68	A	4.418	0.012
	Kısmen	3.71	0.71	A		
	Hayır	3.53	0.85	B		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	Evet	3.73	0.89	A	9.668	0.000
	Kısmen	3.69	0.76	B		
	Hayır	3.40	0.97	B		

$\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, HG: Homojenlik grubu, F: F-değeri, p: Anlamlılık düzeyi

\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrencilerce ISO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmeleri firma URL adreslerinin kısa ve anlaşılır olup olmaması ile firma web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi, web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Firma URL adreslerini kısa ve anlaşılır olarak hem tam düzeyde hem de kısmen düzeyde yeterli bulan katılımcılar web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi, web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi yargılarına URL adreslerini kısa ve anlaşılır bulmayanlara göre daha yüksek oranda katılım gösterdikleri belirlenmiştir. Oliveira ve arkadaşlarının (2020) yaptığı bir çalışmada e-ticaret web sitelerinin ana sayfasının kullanıcılar için giriş noktası olduğundan dolayı kullanılabilirlik ve erişilebilirlik noktasında çok iyi tasarlanmış olması gerektiği belirtilmiştir. Özmen ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışmada katılımcıların web sitelerinin ana sayfa görünüşleri ile ilgili olarak web sitesi ana sayfası hakkındaki görüşlerinin %53.7 oranında pozitif yönlü; %33.3 oranında negatif yönlü ve %13 oranında da öneri niteliği şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 8

Web sitesiyle ilgili özellikler ile firma web sitelerinde reklam içerikli uzantıların olup olmaması arasında bağımsız gruplar t testi sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^{**}$	$\sigma$	t testi	
				t	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	Var	3.64	0.77	-3.602	0.000*
	Yok	3.84	0.75		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	Var	3.56	0.79	-2.375	0.011*
	Yok	3.71	0.70		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	Var	3.59	0.83	-1.528	0.127
	Yok	3.69	0.89		

$\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, t: t-değeri, p: Anlamlılık düzeyi, \*:  $p < 0.05$  önem düzeyi

\*\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrenciler ISO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin firma web sitelerinde reklam içerikli uzantıların olup olmaması değişkeni ile firma web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi ve web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Firma web sitelerinde reklam içerikli uzantıların olup olmaması ile web sitelerinde ürün

tanıtımlarının beğenilmesi faktörü arasında ise istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Firma web sitelerinde reklam içerikli uzantıları olmayan firma web siteleri uzantıları olan firma web sitelerine göre daha yüksek oranda beğenilmiştir.

Tablo 9

Web sitesiyle ilgili özellikler ile öğrencilerin bu tür sitelere girme sıklıkları arasında farklılığın analiz sonuçları

Değişken	Grup	$\bar{x}^*$	$\sigma$	HG	F	p
Web sitesi görselliğinin beğenilmesi	Sık sık	4.15	0.79	A	19.559	0.000
	Nadiren	4.06	0.69	A		
	İşi olduğunda	3.83	0.72	B		
	Hiç	3.56	0.81	C		
Web sitesine girme, ulaşma kolaylığı	Sık sık	3.90	0.68	A	15.594	0.000
	Nadiren	3.94	0.67	A		
	İşi olduğunda	3.68	0.65	B		
	Hiç	3.48	0.84	B		
Web sitesinde ürün tanıtımının beğenilmesi	Sık sık	3.94	1.18	A	14.211	0.000
	Nadiren	3.92	0.70	A		
	İşi olduğunda	3.72	0.86	A		
	Hiç	3.41	0.92	B		

$\bar{x}$  : Ortalama değer,  $\sigma$ : Standart sapma, HG: Homojenlik grubu, F: F-değeri, p: Anlamlılık düzeyi

\* Likert ölçek: 1 Tam red, 2 Kısmen red, 3 Kararsızlık, 4 Kısmen kabul, 5 Tamamen kabul

Katılımcı öğrencilerin çalışma kapsamında ele alınan firmalar gibi firmaların web sitelerine girme sıklıkları ile İSO ilk 1000 sanayisi içerisinde yer alan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerinin görselliğinin beğenilmesi, web sitesine girme ve ulaşma kolaylığı ve web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesi faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Çalışma kapsamında ele alınan firmalar gibi firmaların web sitelerine girme sıklığı arttıkça web sitesinin görselliğinin beğenilmesinde de artışlar olduğu tespit edilmiştir. Katılımcı öğrencilere göre web sitelerine girme ve ulaşmanın kolaylığında bu tür web sitelerine sık sık ve nadiren giren katılımcıların işi olduğunda giren veya hiç girmeyen katılımcılara göre daha yüksek oranda memnun oldukları belirlenmiştir. Katılımcı öğrenciler web sitelerinde ürün tanıtımlarının beğenilmesinde bu tür web sitelerine hiç girmeyen öğrencilerin belli bir sıklıkta da olsa giren öğrencilerden daha düşük memnuniyet duydukları tespit edilmiştir. Gürsel (2019) tarafından yapılan çalışmada başarılı bir e-ticaret web sitesinde web sitesi tasarımının iyi olmasının o sitede işlem yapma kararlarını etkileyen en önemli unsurların başında olduğu belirtilmiştir. Park (2019) tarafından yapılan çalışmada çevrimiçi alışveriş sitelerinin görsel çekiciliği iyi ya da kötü olmasının çevrimiçi anlık satın alma faaliyetini herhangi bir şekilde etkilemediği belirlenmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Çalışma kapsamında ulaşılan öğrencilerin ele alınan orman ürünleri sanayi işletmeleri URL adreslerini kısa ve ilgili işletmeyi yeterince yansıtabilecek şekilde tasarlandığını belirttikleri belirlenmiştir. Katılımcı öğrenciler işletmelerle ilgili web sitelerine ilk girdiklerinde öncelikli olarak firma ürün ve hizmetlerinin tanıtımına dönük bilgilere baktıklarını dile getirmişlerdir.

Çalışma kapsamında orman ürünleri sanayi işletmelerinin firma web sitelerinin görsellik açısından iyi olabilmesi için web sitesi tasarımında kullanılan yazı karakterlerinin uygun ve okunabilir olması ve kullanılan yazım dilinin de anlaşılır olması büyük önem arz ettiği belirlenmiştir. Web sitelerinde dikkat dağıtıcı objelerin kullanılmaması gerektiği de önemle vurgulanmıştır. Web üzerinden ürün tanıtımı ve satış/pazarlama yapan işletmelerin web tasarımının iyi olması ile daha az maliyetle ürün tanıtılabilecekleri, daha fazla müşteriye ulaşabilecekleri, daha sağlıklı halkla ilişkiler kurabilecekleri unutulmamalıdır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin diğer bölüm öğrencilerine göre (orman mühendisliği ve peyzaj mimarlığı) pozitif yönde ayrıştığı ve kendi



sektörlerinde faaliyette bulunan işletme web sitelerine daha yüksek oranda olumlu katkılar sergiledikleri belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında irdelenen orman ürünleri sanayi işletme web sitelerinin kısmen de olsa güncel olduğu ve site içeriklerinde katılımcıların gezinme sürelerinin de kısa olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun tersine ise web sitelerinin çözünürlüğü ya da görüntü kalitesi bakımından web sitelerinin yeterli olduğu belirlenmiştir.

Katılımcı öğrencilerce irdelenen firma web sitelerinde firma ürünlerinin tanıtımında kullanılan objelerin görüntü kalitesinin kısmen de olsa yeterli düzeyde yapıldığı belirlenirken, ürün fiyat bilgisinin yeterliliğine ise en az düzeyde yeterli denmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda cinsiyete bağlı olarak erkeklerin kadın katılımcılara göre çalışma kapsamında ele alınan orman ürünleri sanayi işletmelerinin web sitelerini daha yüksek oranda beğendikleri belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ister büyük ölçekli isterse de küçük ölçekli işletme olsun tüm işletmelerin gelişen bilgi teknolojisi ve iletişim çağında isteseler de istemeseler de web tabanlı pazarlama yapmak zorunda kalacakları aşikârdır. Bu nedenle de web tabanlı pazarlama konusunda yatırım yapan işletmelerin avantajlı konuma geçecekleri unutulmamalı ve bu çalışmada ele alınan temel konulara ağırlık verilmesi gerektiği önerilmektedir.

Yapılan bu çalışmanın gerek öğrenci profili gerekse de işletmelerin web sitelerinin güncelliği noktasında hızla gelişen teknolojiye geride kaldığı söylenilebilir. Bu nedenle yeni yapılacak çalışmalarda daha güncel web siteleri üzerinde ve teknolojiye daha yatkın katılımcılar üzerinde gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

### Yazar Katkıları

Tarık GEDİK: Analizi planlamış ve tasarlamış, çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Canberk BATU: Veri toplamış, analiz yapmış ve makale yazımında yer almıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Anonim, (2017). Düzce Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı Öğrenci istatistikleri.
- Çiçek, Y., Demirel, Y. Onat, Ö. K. (2010). İşletmelerin WEB Sitelerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Araştırma: Burdur İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(3), 187-206.
- Gürsel, U. (2019). *User Experience The Key of A Successfull E-commerce Website* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Ha, Y., Im, H., (2012). Role of Web Site Design Quality in Satisfaction And Word of Mouth Generation. *Journal of Service Management*, 23(1), 79-96.
- İşbulan, O. (2008). *Uzaktan Eğitim Web Sitesinin Kullanılabilirlik Düzeyi (SAÜ Örneği)* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- İşman, A. (2005). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*, 2. Baskı, Sempatı Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Asil Basın Yayın Dağıtım, Ankara, Türkiye.
- Kılıç, S., Çakaröz, K.M., (2021). Web Sitesi Tasarım Özelliklerinin Web Site Performansı Üzerindeki Etki Düzeylerinin İncelenmesine Dair Deneysel Bir Çalışma. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 5(10), 98-112.
- Kırcova, İ. (2005). *İnternette Pazarlama*, 3. Baskı, Beta Basım Yayın, İstanbul.
- Lemeshow, S., Hosmer, Jr. D. W., Janelle, K. Lwanga, S. K. (1990). Adequacy of sample size in health studies, published by world healt organization, Courier International Ltd, Tiptree, ISBN: 0 471 92517 9,

Colchester.

- Montoya-Weiss, M., Voss, G., & Grewal, D. (2003). Determinants of Online Channel. *Journal of the Academy of Marketing Science Use and Overall Satisfaction with a Relational, Multichannel Service Provider*, 31(4), 448-458.
- Nielsen, J. (2002, Mayıs 11). Top Ten Guidelines for Homepage Usability. Erişim adresi: <https://www.nngroup.com/articles/top-ten-guidelines-for-homepage-usability/>
- Okay, A., Güçdemir, Y., (2011). Halkla İlişkilerde İnternet Uygulamaları: Bugüne ve Geleceğe Dair Bir Bakış. M. Işık ve M. Akdağ (ED.), *Dünden Bugüne Halkla İlişkiler İçinde. Eğitim Kitabevi, Konya*.
- Oliveira, R., Afonso, A., Pinto, A., (2020). E-Commerce Website Accessibility Evaluation: Case Study in Portugal, *Escola de Verão Em Transformação Digital* 10:1-14.
- Ongan, G., (1999), Her Şirketin Bir Web Sitesi Olmalı mı?, *Marketing Türkiye Dergisi*, Kasım, 4.3, S.205, s.44.
- Özdamar, K. (2002). Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Ankara, (Türkçe).
- Özmen, E., Karaman, E., & Alkış, N. (2021). Dijital İşletmeler ve Kullanıcı Deneyimi: Nitel Bir Araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 2759–2779.
- Park, W., (2019). *Çevrimiçi Anlık Alışverişi Etkileyen İçsel ve Dışsal Faktörler; Türkiye ve Güney Kore Örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- SPSS, (2003). Institute Inc., SPSS Base 12.0 User's Guide.
- Uğurluoğlu, Ö., (2009). İstanbul'daki Hastanelerin Web Sitesi Özellikleri Üzerine Bir İnceleme, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 12(1), 87-104
- URL-1 (2022). <https://www.kolayihracat.gov.tr/sektorler/agac-mamulleri-ve-orman-urunleri>.
- Watson, R.T. Zinkhan G.M. Pitt, L.F. (2000). Integrated Internet Marketing. *Communications of the ACM*, June, 43(6): 97-102.

# Karaçam Odununun Elastik Sabitlerinin Farklı Rutubet Şartlarında Ultrasonik Yöntem ile Belirlenmesi

Ergün GÜNTEKİN<sup>1,\*</sup>

Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 17.02.2023

Kabul: 09.11.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada Anadolu karaçamı odununun elastik sabitleri, farklı rutubet şartları altında ultrasonik yöntem kullanılarak incelenmiştir. Üç elastikiyet modülü ( $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$ ), üç kesme modülü ( $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$ ) ve altı Poisson oranı ( $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ,  $\nu_{RL}$ ,  $\nu_{RT}$ ,  $\nu_{TL}$ ,  $\nu_{TR}$ ) kenar uzunluğu 2 cm olan kübik örnekler kullanılarak hesaplanmıştır. Lif yönü (L), radyal (R) ve teğet (T) yönlerde boyuna ve enine ultrasonik ses dalgası hızları sırasıyla 2.25 MHz ve 1 MHz sensörler kullanılarak ölçülmüştür. Poisson oranlarının belirlenmesi için L, R ve T yönlerine  $45^\circ$  açıyla enine ses dalgası hızları da 1 MHz sensörle ölçülmüştür. Karaçam örneklerinde ölçülen ses hızları rutubet artışı ile ters orantılıdır. Genel olarak, sonuçlar ses hızları arasındaki iyi bilinen sıralamayı göstermektedir ( $V_{11} > V_{22} > V_{66} > V_{55} > V_{33} > V_{44}$ ). Literatürde bulunan değerlerle karşılaştırıldığında; L, R ve T yönlerinde ultrasonik yöntemle tahmin edilen elastikiyet modülü değerleri benzer, kesme modülü değerleri,  $G_{RT}$  hariç biraz yüksektir. Poisson oranlarında daha yüksek farklar olmasına rağmen kabul edilebilir görünmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, farklı rutubet koşullarında karaçam için elastik sabitlerin belirlenmesinde alternatif olarak ultrasonik yöntemin kullanılabilceği sonucuna varılabilir.

**Anahtar Kelimeler** – Karaçam, elastik sabitler, ultrasonik yöntem

## Determination of Elastic Constants for Black Pine Wood Using Ultrasound under Different Humidity Regimes

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

## Article History

Received: 17.02.2023

Accepted: 09.11.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article

**Abstract** – In this study, elastic constants of Anatolian black pine wood were investigated using ultrasonic method under different humidity conditions. Three modulus of elasticity ( $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$ ), three shear modulus ( $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$ ), and six Poisson's ratios ( $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ,  $\nu_{RL}$ ,  $\nu_{RT}$ ,  $\nu_{TL}$ ,  $\nu_{TR}$ ) were calculated using cubic samples with a length of 2 cm. Longitudinal and transverse ultrasonic sound wave velocities in fiber (L), radial (R) and tangential (T) directions were measured using 2.25 MHz and 1 MHz sensors, respectively. In order to determine the Poisson ratios, transverse sound wave velocities at an angle of  $45^\circ$  to the L, R and T directions were also measured with a 1 MHz sensor. Sound velocities measured in black pine samples are inversely proportional to the increase in humidity. Overall, the results show the well-known order between sound velocities ( $V_{11} > V_{22} > V_{66} > V_{55} > V_{33} > V_{44}$ ). Compared to the values found in the literature; elastic modulus values estimated by ultrasonic method in L, R and T directions are similar, shear modulus values are slightly higher except for  $G_{RT}$ . Although there are higher differences in Poisson's ratios, they are acceptable values. Results of the study indicate that ultrasonic method can be used as an alternative to determine the elastic constants for black pine wood under different humidity conditions.

**Keywords** – Black pine, elastic constants, ultrasound methods

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

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Ahşap, dokuzu bağımsız on iki elastik sabite sahip ortotropik bir malzeme olarak kabul edilir (Kretschmann, 2010). Ortotropik malzeme özellikleri üç Young modülü, üç kesme modülü ve altı Poisson oranı ile temsil edilir (Bodig ve Jayne, 1993). Yaygın ağaç türlerinin elastik sabitleri Dinwoodie (2000), Kretschmann (2010), Ozyhar vd. (2013), Aira vd. (2014), Davies vd. (2016), Güntekin ve Akar (2019), Aydın ve Özveren (2019) ve Güntekin'in (2022) çalışmalarında bulunabilir. Genel olarak, özgül ağırlık ve nem içerikleri, elastik özellikleri etkileyebilecek en etkili iki fiziksel parametredir (Kretschmann, 2010). Literatürde belirtilen elastik sabitlerin çoğu sabit rutubet şartlarında belirlenmiştir ve çoğu türün neme bağlı-elastik özellikleri mevcut değildir (Ozyhar vd., 2013; Ozyhar vd., 2014). Gelişmiş sonlu elemanlar yöntemlerinde üç boyutlu modellerin kullanılması, ayrıntılı sonuçlar elde etmek için tam elastik sabitlerin kullanılmasını gerektirir (Dahl, 2009).

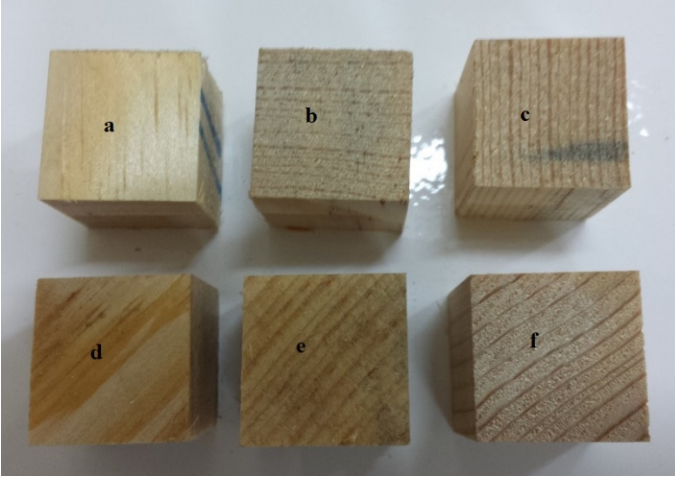
Elastik sabitler, hem statik hem de tahribatsız yöntemler kullanılarak belirlenebilir. Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler alanında tahribatsız muayenenin kullanımı her geçen gün ilerlemektedir (Brashaw vd., 2009; Dündar ve Divos, 2014). Ultrasonik dalga hızının pratik açıdan diğer tekniklere göre avantajları vardır (Esteban vd. 2009). Ahşabın elastik özelliklerinin belirlenmesinde ultrasonik yöntem kullanılarak yapılan araştırmalar, elastik sabitlerin belirlenmesinde Christoffel denklemlerinin kullanılması için 1980'lerden beri yapılmaktadır (Bucur, 2006). Goncalves vd. (2011), prizmatik numuneleri hem ultrasonik yöntem hem de basma testleri kullanarak belirlemiş ve uyumlu sonuçlar elde etmiştir. Bucur ve Archer (1984), Özyhar vd. (2013), Poisson oranlarını çok yüksek sonuçlandıran kübik numuneler kullanmıştır. Gonçalvez vd. (2014) farklı geometrik örnekleri test etmiş ve çokyüzlü geometrinin en iyi sonuçları verdiğini bulmuştur. Vazquez vd. (2015), çokyüzlü numuneler kullanarak benzer sonuçlar bildirmiştir.

Anadolu karaçamı, Türkiye'de yetişen iğne yapraklı ağaçlar arasında ikinci en geniş alanı kaplamaktadır. Türkiye'de yetişen karaçam odununun bazı elastik sabitlerinin rutubete göre değiştiği Güntekin ve Demiratlı (2017) tarafından basma testlerinde belirlenmiştir. Bu çalışmada Anadolu karaçamı odunu için rutubete bağlı elastik sabitler ultrasonik yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan örnekler, Isparta, Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü sorumluluğundaki kızılçam-karaçam karışık meşceresinden çıkarılan karaçam tomruğundan elde edilmiştir. Tomruğun çapı yaklaşık 50 cm'dir. Tomruk bir kereste fabrikasında 2.5 cm kalınlıkta kalaslara biçildikten sonra oda sıcaklığında bekletilerek küçük örneklerin hazırlandığı ölçülere kesilmiştir. Şekil 1'de ultrasonik testlerde kullanılan 20 mm'lik kübik örnekler gösterilmiştir. Bu örneklerden 1a, 1b ve 1c sırasıyla lif yönü (L), radyal (R) ve teğet (T) yönlerdeki boyuna ve enine ses hızlarının ölçülmesinde ve  $E_i$  ve  $G_{ij}$  değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Şekil 1d, 1e ve 1f'deki örnekler ise sırasıyla L, R ve T yönlerine 45° açılı olacak şekilde hazırlanmıştır ve Poisson oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Ölçümler için tekrar sayısı 10'dur. Tüm numuneler 21 °C'de ve % 45, 65 ve 85 bağıl nemde ağırlıkları değişmeyinceye kadar Memmert® iklimlendirme kabiniinde bekletilmiştir. Numunelerin yoğunlukları, hacmi ve kütesinin ölçümlerine dayanan stereo-metrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Ultrasonik ses hızlarının ölçümü ve esneklik sabitlerin belirlenmesinde kullanılan örnekler. (a-  $C_{11}$ ,  $C_{44}$ , b- $C_{22}$ ,  $C_{55}$ , c-  $C_{33}$ ,  $C_{66}$ , d-  $C_{12}$ , e- $C_{13}$ , f- $C_{23}$ )

## 2.2. Yöntem

Olympus® EPOCH 650 ultrasonik hata detektörü kullanılarak, L, R ve T yönlerinde üç boyuna ve altı enine (kesme) dalga hızı ve bunlara ek olarak anizotropinin ana eksenlerine göre  $45^\circ$  açıda üç enine dalga hızı ölçülmüştür. Boyuna dalga frekansı 2.25 MHz ve enine dalga frekansı 1 MHz'tir. Ölçümleri gerçekleştirmek için boyuna dalgalar için Olympus® A133S-RM temas sensörleri ve enine dalgalar için Olympus® V153-RM temas sensörleri kullanılmıştır. Ölçümler sırasında numune ve sensörler arasına jel uygulanmıştır. Ayrıca ölçüm sırasında elle küçük bir basınç uygulanmıştır (Şekil 2).

Ahşabın ortotropik elastik davranışı, Hooke'un üç boyutlu esneklik yasası ile açıklanabilir ve uygunluk matrisi ( $S_{ij}$ ) ile ifade edilir. Uyumluluk matrisi, dokuzu bağımsız olan on iki sabitten oluşur; üç elastikiyet modülü veya Young modülü ( $E_L$ ,  $E_R$ ,  $E_T$ ), üç rijitlik veya kesme modülü ( $G_{LR}$ ,  $G_{LT}$ ,  $G_{RT}$ ) ve altı Poisson oranı (üçü bağımsız;  $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ,  $\nu_{RT}$ ). Rijitlik matrisi ( $C_{ij}$ ) ses hızları esas alınarak ve Christoffel tensörü kullanılarak Ozyhar vd. (2013) tarafından açıklandığı gibi eşitlik 2.1 kullanılarak belirlenmiştir.

$$[C] = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & C_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & C_{66} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Rijitlik matrisinin elemanları eşitlik 2.2-2.10'daki gibi hesaplanabilir.

$$C_{11} = C_{LL} = \rho V_{LL}^2 \quad (2.2)$$

$$C_{22} = C_{RR} = \rho V_{RR}^2 \quad (2.3)$$

$$C_{33} = C_{TT} = \rho V_{TT}^2 \quad (2.4)$$

$$C_{44} = C_{RT} = (\rho V_{RT}^2 + \rho V_{TR}^2) / 2 \quad (2.5)$$

$$C_{55} = C_{LT} = (\rho V_{LT}^2 + \rho V_{TL}^2) / 2 \quad (2.6)$$

$$C_{66} = C_{RL} = (\rho V_{RL}^2 + \rho V_{LR}^2) / 2 \quad (2.7)$$

$$C_{12} + C_{66} = \sqrt{(C_{11} + C_{66} - 2\rho V_{LR/LR}^2) + (C_{66} + C_{22} - 2\rho V_{LR/LR}^2)} \quad (2.8)$$

$$C_{13} + C_{55} = \sqrt{(C_{11} + C_{55} - 2\rho V_{LT/LT}^2) + (C_{33} + C_{55} - 2\rho V_{LT/LT}^2)} \quad (2.9)$$

$$C_{23} + C_{44} = \sqrt{(C_{22} + C_{44} - 2\rho V_{RT/RT}^2) + (C_{33} + C_{44} - 2\rho V_{RT/RT}^2)} \quad (2.10)$$

Burada:

$C_{ij}$  = esneklik sabiti,

$\rho$  = yoğunluk ( $\text{kg/m}^3$ ),

$V_{ij}$  = ultrasonik ses hızı (m/s).

Rijitlik matrisinin elemanları ( $C_{ij}$ ), uygunluk matrisi ( $S_{ij}$ ) cinsinden ifade edilen elastik sabitlerle ilişkilidir ve eşitlik 2.11'deki gibi gösterilebilir.

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_L} & -\frac{\nu_{21}}{E_R} & -\frac{\nu_{31}}{E_T} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{12}}{E_L} & \frac{1}{E_R} & -\frac{\nu_{32}}{E_T} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{13}}{E_L} & -\frac{\nu_{23}}{E_R} & \frac{1}{E_T} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{RT}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{LT}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{LR}} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Burada:  $E_i$  Young modülü veya Elastikiyet modülü,  $G_{ij}$  kesme modülü ve  $\nu_{ij}$  Poisson oranlarıdır (Bodig ve Jayne, 1993).



Şekil 2. Kübik numunelerde ultrasonik ölçümler.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Test edilen kübik numunelerin ortalama ses hızı değerleri ve bu değerlerden belirlenen elastik sabitler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. 21 °C'de ve %65 rutubet şartlarında ses hızları ölçülen numunelerin ortalama yoğunluğu  $500 \text{ kg/m}^3$ 'tür. 21 °C'de ve %45, %65 ve %85 bağıl nem şartlarında bekletilen örneklerin ortalama rutubet miktarları sırasıyla %8.15, %11.75 ve %17.8 olmuştur.

Genel olarak, sonuçlar ses hızları arasındaki iyi bilinen düzeni göstermektedir; ( $V_{11} > V_{22} > V_{66} > V_{55} > V_{33} > V_{44}$ ). Karaçam için bulunan L yönündeki ses hızı, yumuşak ağaç türleri için bildirilen ortalama ses hızlarından daha düşüktür. Ses hızları radyal ve teğet yönlerde benzerdir (Çizelge 1). Literatürde bazı yumuşak ağaç türleri için daha düşük ses hızları da bildirilmiştir (Oliveira vd., 2005; Baradit ve Niemz, 2012). Boyuna yöndeki dalga hızları, Bucur (2006) tarafından rapor edildiği gibi %12 rutubet miktarına sahip küçük ahşap örnekler için en yüksek ve 5000 ila 6000 m/s aralığındadır. Radyal yöndeki ses hızları genellikle boyuna dalga hızının

yaklaşık üçte biri kadardır. Radyal hız, teğetsel hızdan yaklaşık %50 daha yüksektir (Beall, 2002). Ahşabı oluşturan hücrel elemanların konumlanması ses hızının yayılmasında önemli rol oynar (Dackermann vd., 2016).

Tüm yönlerde ses hızları, beklendiği gibi artan rutubet ile bir miktar düşüş göstermektedir. Rutubet miktarı arttıkça lif doygunluğu noktasına kadar ses hızı azalmaktadır (Oliveira vd., 2005; Bucur, 2006). Türe ve ölçüm frekansına bağlı olarak azalma oranı %1 rutubet artışıyla %0.59 ile 0.7 arasında değişmektedir (Llana vd., 2014). Karaçam odununda rutubet içeriğindeki %9.2'lik artış ile L, R ve T yönlerindeki ses hızındaki azalma %17 – 20 arasında değişmiştir. Ses hızları ve ses hızlarından belirlenen elastik sabitler için varyasyon katsayısı %10'dan azdır.

Çizelge 1.

Karaçam için hesaplanan ses hızları (m/s)

RH (%)	V <sub>11</sub>	V <sub>22</sub>	V <sub>33</sub>	V <sub>44</sub>	V <sub>55</sub>	V <sub>66</sub>	V <sub>12</sub>	V <sub>13</sub>	V <sub>23</sub>
45	4631	2065	1169	990	1585	1666	1574	1274	792
65	4470	1961	1095	965	1525	1574	1510	1220	755
85	3930	1729	969	849	1342	1385	1329	1074	664
Yumuşak ağaç türleri <sup>1</sup>	5000-6000	1580-2330	1146-1990	298-600	1030-1660	1050-1630			

<sup>1</sup>Bucur (2006)

Çizelge 2.

Karaçam odununun ultrasonik yöntem kullanılarak belirlenen elastik sabitleri

RH (%)	E <sub>L</sub>	E <sub>R</sub>	E <sub>T</sub>	G <sub>RT</sub>	G <sub>LT</sub>	G <sub>LR</sub>	U <sub>LR</sub>	U <sub>LT</sub>	U <sub>RT</sub>	U <sub>TR</sub>	U <sub>RL</sub>	U <sub>TL</sub>
45	9193	1517	536	500	1281	1388	0.90	0.29	0.99	0.32	0.18	0.02
65	8685	1390	476	475	1186	1239	0.87	0.28	0.98	0.30	0.17	0.02
85	6170	906	299	311	819	857	1.16	0.53	0.93	0.27	0.20	0.03

Güntekin ve Demiralp (2017) tarafından basma testlerinde farklı rutubet şartlarında hesaplanan elastik sabitler Çizelge 3'te verilmiştir. Ayrıca benzer yoğunluk değerlerine sahip yumuşak ağaç türleri seçilerek Çizelge 4'te sunulmuştur.

Elastikiyet modülünün L, R ve T yönlerinde oranı (L:R:T) yaklaşık 18:2.9:1 (%65 bağıl nemde) olup, Kretschmann (2010) tarafından bildirilen yumuşak ağaç türlerindeki oranlara benzemektedir. Bodig ve Jayne'e (1993) göre, Elastikiyet modülünün ana yönlerdeki oranı türe bağlı olarak büyük ölçüde değişir, ancak ortalama oran 20:1.6:1 olarak kabul edilir.

Genel olarak, elastikiyet modülü L, R, T yönlerinde beklendiği gibi artan rutubet miktarı ile doğrusal olarak azalma eğilimindedir (Çizelge 2 ve 3). Ultrasonik yöntemle belirlenen elastikiyet modülünde L, R, T yönlerinde azalma yüzdeleri sırasıyla %48, %40 ve %44'dir. Ultrason kullanılarak tahmin edilen elastikiyet modülü değerleri, literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında benzerdir. Bucur'a (2006) göre, ultrasonik yöntemden elde edilen elastikiyet modülü statik modülden daha büyük olabilir, ancak dinamik ve statik modüller arasında genellikle güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. Dinamik olarak belirlenen elastik özelliklerin, statik testlerden hesaplanan değerlerle karşılaştırıldığında %10 ila %20 (hatta ultrasonik dalgaların frekansına bağlı olarak daha da fazla) arttığı bilinmektedir (Keunecke vd., 2011).

LR, LT ve RT düzlemlerindeki enine dalga hızlarından hesaplanan kesme modülü, özellikle RT düzleminde, literatürdeki değerlerden çok yüksektir. Bodig ve Jayne (1993), G<sub>LR</sub>, G<sub>LT</sub> ve G<sub>RT</sub> arasındaki oranın 10:9.4:1 ve E<sub>L</sub> / G<sub>LR</sub> oranının 14:1 olduğunu belirtmiştir. Karaçam için daha düşük oranlar elde edilmiştir (%65 bağıl nemde 8:7.7:1). E<sub>L</sub> ve G<sub>LR</sub> arasındaki oran, Bodig ve Jayne (1993) tarafından sunulan değerlerin neredeyse yarısı

kadardır ( $E_L/G_{LR} = 8$ ).  $E_L$  ve  $G_{LT}$  arasındaki oran 9'dur. Bu değer de yumuşak ağaçlar için verilen değer aralığından düşüktür (Çizelge 4). Kesme modülleri için hesaplanan değerlerin iyi bilinen  $G_{LR} > G_{LT} > G_{RT}$  sıra ilişkisini takip ettiği açıktır. Kesme modülleri ile rutubet miktarı arasında ters orantı mevcuttur. Yapılan araştırmalar E:G oranının 8 ile 65 arasında değiştiğini göstermiştir (Divos vd., 1998, Harrison, 2006).

### Çizelge 3.

Karaçam odununun basma testlerinden hesaplanan elastik sabitleri (Güntekin ve Demiralı, 2017).

RH (%)	$E_L$	$E_R$	$E_T$	$G_{RT}$	$G_{LT}$	$G_{LR}$	$\nu_{LR}$	$\nu_{LT}$	$\nu_{RT}$	$\nu_{TR}$	$\nu_{RL}$	$\nu_{TL}$
45	9175	1755	440	152	1105	1158	0.55	0.6	0.70	0.7	0.09	0.05
65	8552	1395	376	130	1002	1058	0.64	0.69	0.6	0.6	0.06	0.04
85	5190	882	216	103	780	840	0.57	0.55	0.55	0.78	0.11	0.04
<sup>1</sup>	5500- 13700	747- 2357	349- 1146	90- 167	579- 1043	644- 1056	0.28- 0.48	0.27- 0.46	0.37- 0.53	0.24- 0.4	0.036- 0.083	0.025- 0.058

<sup>1</sup> Kretschmann, 2010

Kretschmann'a (2010) göre Poisson oranları ağaç türleri içinde ve arasında değişiklik göstermekte ve rutubet miktarı ile özgül ağırlıktan etkilenmektedir. Rutubetin odun türlerinin Poisson oranları üzerindeki etkisi litaretürde tutarlı değildir. Rutubet miktarının Poisson oranları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı Ozyhar vd. (2013) tarafından; artan rutubet miktarı ile Poisson oranlarında hafif bir düşüş Hering vd. (2012) tarafından bildirilmiştir. Güntekin vd. (2016a, b) ise artan rutubet miktarı ile küçük bir artış bildirmiştir. Mizutani ve Ando'nun (2015) çalışmalarında lif doyumluk noktasının altındaki rutubet miktarının artmasıyla Poisson oranlarında ( $\nu_{LR}$ ,  $\nu_{LT}$ ) önemli bir düşüş rapor edilmiştir; Kretschmann ve Green'e (1996) göre rutubet etkisinin tutarsızlığı, Poisson oranlarındaki yüksek değişkenlik ile de açıklanabilir. Dinwoodie'nin (2000) işaret ettiği gibi, aynı ağaç içinde odun özellikleri her yönde değişiklik göstermektedir.

Ultrasonik yöntem kullanılarak tahmin edilen bazı Poisson oranları oldukça yüksektir. Yüksek Poisson oranları Bucur ve Archer (1984), Gonçalves vd. (2011) ve Ozyhar vd. (2013) tarafından da bulunmuştur. Yüksek Poisson oranları için makul bir açıklama yoktur. Ancak, ahşap için mükemmel elastik ortotropik simetri varsayımının tam olarak karşılanmayabileceğine dikkat edilmelidir. Çelişkili sonuçlar örnek farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Brezilya'da yetişen bazı ağaç türleri için çokyüzlü numuneler üzerinde ultrasonik yöntem kullanılarak makul sonuçlar elde edilmiştir (Gonçalves vd., 2014; Vazquez vd., 2015). Yüksek Poisson oranları Aira vd. (2014) tarafından da rapor edilmiştir.

### Çizelge 4.

Literatürden bazı yumuşak ağaç türlerinin elastik oranları

Tür	d (g/cm <sup>3</sup> )	$E_L$	$E_L/E_R$	$E_L/E_T$	$E_L / G_{LR}$	$E_L / G_{LT}$	$E_L / G_{RT}$
Duglas göknarı <sup>1</sup>	0.5	12600	15	20	16	13	143
Batı melezi <sup>1</sup>	0.52	12900	13	15	16	14	143
Lobloli çamı <sup>1</sup>	0.51	12300	9	13	12	12	77
Uzun yapraklı çam <sup>1</sup>	0.59	13700	10	18	14	17	83
Bataklık çamı <sup>1</sup>	0.56	12100	14	24	20	22	111
Eğik çam <sup>1</sup>	0.59	13700	14	22	18	19	100
Sarıçam <sup>2</sup>	0.504	10283	5	10	8	8	14
Sarıçam <sup>3</sup>	0.55	16300	15	29	14	24	247
Duglas göknarı <sup>3</sup>	0.59	16400	13	18	14	18	208
Karaçam <sup>4</sup>	0.5	8685	6	19	7	7	19
Karaçam <sup>5</sup>	0.52	8552	6	20	8	9	65

<sup>1</sup> Kretschmann (2010), <sup>2</sup> Aira vd. (2014), <sup>3</sup> Dinwoodie (2000), <sup>4</sup> bu çalışmada ultrasonik yöntem, <sup>5</sup> Güntekin ve Demiralı (2017).



Poisson oranları söz konusu olduğunda, ultrasonik yöntem ve literatürdeki değerler arasında önemli farklar bulunmuştur. Ses hızlarından hesaplanan Poisson oranları  $v_{LR}$ ,  $v_{RT}$  ve  $v_{RL}$  daha yüksek, Poisson oranları  $v_{LT}$ ,  $v_{TR}$  ve  $v_{TL}$  daha düşük bulunmuştur. Ultrasonik testlerden belirlenen Poisson oranlarının çoğu artan rutubet miktarı ile artarken,  $v_{RT}$  ve  $v_{TR}$  azalmıştır.

#### 4. Sonuçlar

Çalışma sonuçları, karaçamın elastik sabitlerinin ultrasonik yöntem kullanılarak tahmin edilebileceğini göstermektedir. Odunun değişkenliği göz önünde bulundurulduğunda, çalışma sonuçları kabul edilebilir düzeydedir. Bu çalışmada hesaplanan elastik oranlar diğer iğne yapraklı odunlarına göre daha düşüktür, ancak literatürde benzer oranlar bulunmaktadır. Elastikiyet modülü ve kesme modülü, artan rutubet miktarı ile önemli ölçüde azalmaktadır. Rutubet miktarının Poisson oranları üzerindeki etkisi tutarlı değildir. Ultrasonik yöntemin elastik modülü ve kesme modülünü tahmin etmede güvenilir olması beklenirken, Poisson oranlarını ölçmedeki güvenilirliği sorgulanabilir. Ses hızları farklı örneklerden ölçüldüğünde, Poisson oranlarını belirlemek için ultrason uygun bir yöntem olmayabilir. Çalışma sonuçları nümerik modellemelerde kullanılabilir.

#### Yazar Katkıları

Çalışmanın tamamı yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

#### Çıkar Çatışması

Yazar, herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

- Aira, J. R., Arriaga, F. & 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.
- Aydin, T.Y. & Ozveren, A. 2019. Effects of moisture content on elastic constants of fir wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77, 63–70.
- Baradit, E. & Niemz, P. (2012). Elastic Constants of Some Native Chilean Wood Species Using Ultrasound Techniques. *Wood Research*, 57(3), 497-504.
- Beall, F. C. (2002). Overview of the use of ultrasonic technologies in research on wood properties. *Wood Science and Technology*, 36(3), 197-212.
- Bodig, J. & Jayne, B. A. (1993). Mechanics of wood and wood composites, Malabar, USA: Krieger Publishing Company.
- Brashaw, B. K., Bucur, V., Divos, F., Goncalves, R., Lu, J. & Meder, R. (2009). Nondestructive testing and evaluation of wood: A worldwide research update. *Forest Products Journal*, 59(3), 7-14.
- Bucur, V. (2006). Acoustics of wood, Springer Verlag, Berlin.
- Bucur, V. & Archer, R. R. (1984). Elastic constants for wood by an ultrasonic method. *Wood Science and Technology*, 18, 255-265.
- Dackermann, U., Elsener, R., Li, J. & Crews, K. (2016). A comparative study of using static and ultrasonic material testing methods to determine the anisotropic material properties of wood. *Construction and Building Materials*, 102, 963-976.
- Dahl, K. B. (2009). Mechanical properties of clear wood from Norway Spruce. Doctoral theses. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway. (Yayımlanmamış doktora tezi)
- Davies, N. T., Altaner, C. M. & Apiolaza, L. A. (2016). Elastic constants of green *Pinus radiata* wood. *New Zealand Journal of Forest Science*, December, 46:19.
- Dinwoodie, J. M. (2000). Timber: Its Nature and Behavior, CRC Press, London.

- Divos, F., Tanaka, T., Nagao, H. & Kato, H. (1998). Determination of shear modulus on construction size timber. *Wood Science and Technology*, 32, 393-402.
- Dündar, T. & Divos, F. (2014). European wood NDT&NDE research and practical applications. *Eurasian Journal of Forest Science*, 1(1), 35-43.
- Esteban, L. G., Fernandez, F. G. & de Palacios, P. (2009). MOE prediction in *Abies pinsapo* Boiss. timber: Application of an artificial neural network using nondestructive testing. *Computers and Structures*, 87, 1360-1365.
- Gonçalves, R., Trinca, A. J. & Cerri, D. G. P. (2011). Comparison of Elastic Constants of Wood Determined by Ultrasonic Wave Propagation and Static Compression Testing. *Wood and Fiber Science*, 43(1), 64-75.
- Gonçalves, R., Trinca, A. J. & Pellis, B. P. (2014). Elastic constants of wood determined by ultrasound using three geometries of specimens. *Wood Science and Technology*, 48, 269-287.
- Güntekin, E. 2022. Sedir Odununun (*Cedrus libani* A.) Elastik Sabitleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(3), 436-443.
- Güntekin, E. & Akar, S. 2019. Influence of moisture content on elastic constants of scots pine wood subjected to compression. *Drewno*, 62(204), 41-53.
- Güntekin, E. & Demiral, S. 2017. Influence of Moisture Content on Some Elastic Constants of Black Pine Subjected to Compression. *Pro Ligno*, 13(2), 21-26.
- Güntekin, E., Aydın, T. Y. & Niemz, P. (2016a). Some Orthotropic Elastic Properties of *Fagus orientalis* as Influenced by Moisture Content. *Wood Research*, 61(1), 95-104.
- Güntekin, E., Aydın, T. Y. & Niemz, P. (2016b). Some Orthotropic Mechanical Properties of Sessile Oak (*Quercus Petrea*) as Influenced by Moisture Content. *Eurasian Journal of Forest Science*, 4(1), 40-47.
- Harrison, S. K. (2006). Comparison of Shear Modulus Test Methods. Master's Thesis, Virginia Polytechnic and State University, Blacksburg, USA. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi)
- Hering, S., Keunecke, D. & Niemz, P. (2012). Moisture-dependent orthotropic elasticity of beech wood. *Wood Science and Technology*, 45, 927-938.
- Keunecke, D., Merz, T., Sonderegger, W., Schneider, T. & Niemz, P. (2011). Stiffness moduli of various softwood and hardwood species determined with ultrasound. *Wood Material Science and Engineering*, 6, 91-94.
- Kretschmann, D. E. & Green, D. W. (1996). Modeling moisture content-mechanical property relationships for clear Southern Pine. *Wood and Fiber Science*, 28(3), 320-337.
- Kretschmann, D. E. (2010). Mechanical Properties of Wood "in: Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, R.J. Ross (ed.), *General Technical Report FPL-GTR 190*, USDA Forest Products Laboratory, Madison.
- Llana, D. F., Gonzalez, G. I., Arriaga, F. & Niemz, P. (2014). Influence of Temperature and Moisture Content on Non-Destructive Measurements in Scots Pine Wood. *Wood Research*, 59(5), 769-780.
- Mizutani, M. & Ando, K. (2015). Influence of a wide range of moisture contents on the Poisson's ratio of wood. *Journal of Wood Science*, 61(1), 81-85.
- Oliveira, R. G. F., de Candian, M., Lucchette, F. F., Salgon, J. L. & Sales, A. (2005). Moisture content effect on ultrasonic velocity in *Goupia glabra*. *Material Research*, 8, 11-14.
- Ozyhar, T., Hering, S., Sanabria, S.J. & Niemz, P. (2013). Determining moisture-dependent elastic characteristics of beech wood by means of ultrasonic waves. *Wood Science and Technology*, 47, 329-341.
- Ozyhar, T., Mohl, L., Hering, S., Hass, P., Zeindler, L., Ackermann, R. & Niemz P. (2014). Orthotropic hygric and mechanical material properties of oak wood. *Journal of Wood Material Science and Engineering*, 11(1), 36-45.

Vazquez, C., Golçalvez, R., Bertoldo, C., Bano, V., Vega, A., Crespo, J. & Guaita, M. D. (2015). Determination of the mechanical properties of *Castanea sativa* Mill. using ultrasonic wave propagation and compression with static compression and bending methods. *Wood Science and Technology*, 49, 607-622.

# Melamin ve Üre Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yonga Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Kadir DOĞAN<sup>1\*</sup>, Alperen KAYMAKCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kronospan Orman Ürünleri Kalite Güvence Müdürü, Kastamonu, Türkiye

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 11.05.2023

Kabul: 30.10.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmanın amacı, farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, 8x2100x2800 mm boyutlarında yonga levha üretimi fabrika ortamında gerçekleştirilmiştir. Yongalevha üretiminde üretim reçetesine bağlı olarak yüzeylerde ve orta tabakada farklı oranlarda melamin içeriğine sahip tutkallar kullanılmıştır. Burada elde edilen verilere göre yüzey ve orta katmanlarda kullanılan tutkalın melamin içeriğinin artmasına bağlı olarak levha gruplarında 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında mekanik özelliklerden eğilme direnci ve çekme direnci belirlenmiştir. Eğilme direncine ilişkin sonuçlara göre; melamin ile modifiye edilen üre formaldehit reçineleri ile üretilen yonga levhaların eğilme direnci özelliklerinin genel olarak iyileştiği tespit edilmiştir. Çekme direncine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek çekme direncinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direnci değerlerinin kontrol grubu olarak ifade edilen levha gruplarında (%0 melamin) belirlenmiştir. Serbest formaldehit emisyon değerlerinin ise artan melamin içeriğine bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Yonga levha (YL), melamin içeriği, üre formaldehit, mekanik ve fiziksel özellikler.

# The Effect of Urea Formaldehyde (UF) Resins with Different Melamine Content on the Mechanical and Physical Properties of Particleboard Production

<sup>1</sup>Quality Assurance Manager of Kronospan wood based Product, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Forest Industries Engineering, Forestry Faculty, Kastamonu University, Kastamonu, Türkiye

## Article History

Received: 11.05.2023

Accepted: 30.10.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article

**Abstract-** The aim of this study was to investigate some physical and mechanical properties of particle boards produced with urea formaldehyde (UF) glue with different melamine content. For this purpose, particleboard with dimensions of 8x2100x2800 mm was produced. Depending on the production formulation, adhesives with different ratios of melamine content were used on the surface and core layer in particleboard production. According to the data obtained, it was determined that the swelling ratios of the board groups decreased in the thickness of 24 hours depending on the increase in melamine content in the surface and middle layers. According to the results related to bending strength, it was determined that the bending strength properties of particleboards produced with urea-formaldehyde resins modified with melamine generally improved. When the tensile strength values were examined, it was determined that the highest tensile strength was determined in the board groups containing 2.5% melamine in the core and surface layer, while the lowest tensile strength values were determined in the board groups expressed as control group (0% melamine). Free formaldehyde emission values were found to increase with increasing melamine content.

**Keywords** – Particleboard (PB), melamine content, urea formaldehyde, board mechanic, and physical properties

<sup>1</sup>  k.dogan@kronospan.com.tr

<sup>2</sup>  akaymakci@kastamonu.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Yonga levha, odun yongası parçalarının sıcaklık ve basınç altında tutkal ile bir araya getirilerek oluşturulan genellikle mobilya üretiminde kullanılan bir malzemedir (Bozkurt ve Göker, 1990). Yonga levha, ayrıca inşaat sektörü ve yük taşımacılığı işinde de yaygın şekilde kullanılmaktadır (Güler ve Sancar, 2016). Odun yongalarından üretilmiş levha olarak tanımlanması yonga levha için genel bir ifadedir. Yonga levha farklı şekil ve ebatlarda yongalar ile üretilmektedir (Thoemen et al., 2010). Yonga levha üretiminde genellikle, yüksek sıcaklık ve basınç altında reaksiyona giren üre formaldehit, melamin formaldehit vb. tutkallar ile az miktarda termoplastik tutkallar kullanılmaktadır. Odun esaslı levhalarının üretiminde ucuzluğu ve hızlı reaksiyon nedeniyle üre formaldehit (UF) tutkalı önemli oranda kullanılmaktadır. Levhayı oluşturmak için kullanılan tutkallar nedeni ile ortama yayılan formaldehit miktarı değişmektedir (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1994). Levha sanayiinde genelde maliyet avantajları ve üretimde rahat kullanılabilirliği nedeniyle formaldehit esaslı reçineler tercih edilmektedir (Aydın vd., 2010). Bu tutkallardan olan üre formaldehit tutkalı dayanıklılığı ve ucuzluğu nedeniyle çok geniş bir uygulama alanında kullanılan yonga levhanın üretiminde tüketilmektedir (Nemli, 2002). Odun esaslı levha üretiminde kullanılan üre formaldehit, melamin üre formaldehit gibi tutkalların kullanımı, levha üretiminde ve kullanım yerlerinde formaldehit salınımı insan sağlığını tehdit etmektedir (Gündüz ve Ayan, 2014). UF ve MUF tutkalları gibi formaldehit esaslı reçinelerin bulunduğu levhalarda, üretim sürecinde ve daha sonraki aşamalarda, depolama ve kullanım alanlarında, çevreyi, canlıları ve insan sağlığını tehdit eden formaldehit ayrışması uzun bir süre devam etmektedir. Levha içerisinde bulunan ve dış ortama salınımı devam eden formaldehit emisyon miktarının azaltılması zorunlu hale gelmiştir (Aydın vd., 2010).

Tutkalın türü, miktarı, uygulama şekli gibi pek çok faktörler levha kalitesini etkilemektedir. Tutkal miktarının normal sınırlar içerisinde artması levha özelliklerini iyileştirirken maliyeti de artırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mümkün olan en az tutkal ile etkili bir yapıştırma sağlayıp optimum levha özellikleri elde etmek büyük önem taşımaktadır (Akbulut, 1999). Güler vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada melamin ve üre formaldehit tutkalı ile yaptıkları çalışmada levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışma neticesinde elde edilen verilerden levhalarda mekanik dirençlerin daha yüksek olması istenildiğinde MUF tutkalı ile yapılacak üretimin daha verimli olacağını, tutkalların levhanın özelliklerini etkileyen en önemli etken olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile nemli ortamlarda ve şartlarda melamin üre formaldehit tutkalı ve amonyum klorür sertleştiricisi ya da melamin üre formaldehit tutkalı ve amonyum sülfat kullanılarak üretimin yapılmasının daha uygun olduğu, kuru şartlarda ise üre formaldehit tutkalı ile üretimin yapılmasının daha uygun olduğunu ileri sürmüşlerdir. Diğer bir çalışmada Şahin ve Çavdar (2019) MUF (melamin üre formaldehit) ve izosiyanat esaslı tutkal kullanımının yonga levhanın bazı özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, numunelerin su içerisinde 24 saat kaldıktan sonra kalınlık şişme değeri ölçüm değerlerini %14'den daha düşük olarak bulmuşlardır. Yapılan tüm mekanik direnç test değerleri ile kontrol numuneleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı, fakat sadece vida tutma direnci değerinde bir farklılık olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı farklı melamin içeriğine sahip tutkal ile üretilen yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda karışım halindeki yongalardan farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı kullanmak suretiyle yonga levhaların üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen numunelerin yoğunluk, rutubet ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikleri ile eğilme ve çekme direnci gibi mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca farklı oranlardaki melamin içeriğine bağlı olarak levhalarda serbest formaldehit miktarının nasıl bir değişim gösterdiği de belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Odun türleri ve karışım oranları

Bu çalışmada, üretilen 8mm kalınlıktaki yonga levhalarda, %40 oranında kavak, %10 oranında kayın odunu ve %50 oranında piyasadan toplanan çoğunluğu çam ve kavak ağacı karışımı şeklinde bulunan planya ve şerit

yongaları kullanılmıştır. Levha üretiminde yüzey ve orta tabakaya farklı seçeneklerde, katı madde oranı %60, melamin içeriği %0 olan üre formaldehit (UF) tutkalı ve katı madde oranı %60 melamin içeriği %2.75 olan melamin olan üre formaldehit (MUF, M:%2.75) tutkalı verilmiştir. Tutkal ve sertleştiricinin analiz değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Sertleştirici olarak su içerisinde %20 oranında çözeltisi hazırlanmış amonyum sülfat kullanılmıştır.

Tablo1  
Tutkal özellikleri

Tutkal	F/Ü	Katı Madde (%)	Yoğunluk (kg/lt)	Viskozite (cPs)	pH	Jel Zamanı (sn)
UF (M:%0)	1.07	60	1.265	260	8.8	48
MUF (M:%2.75)	1.13	60	1.265	250	8.0	55

## 2.2. Levha üretimi

Üretim aynı koşullarda, iki farklı melamin oranına sahip üre formaldehit tutkalı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı melamin oranlarına sahip tutkallar levhaların yüzey ve orta tabakalarına ayrı olarak uygulanmıştır. Deneme levhaların üretimi fabrika ortamında tek katlı siempelkamp marka sürekli preste gerçekleştirilmiştir. Üretim detayları aşağıda anlatılmıştır. Üretim deseni Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2  
Üretim deseni

Üretim deseni	Tutkal Cinsi ve Kombinasyon							
	UF %60 M:%0	UF %60 M:%0	UF %60 M:%0	MUF M:%2.75	MUF M:%2.75	UF %60 M:%0	MUF M:%2.75	MUF M:%2.75
	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta
Deney Grubu	A		B		C		D	
Üretim	Yonga Levha 8mm x2100x2800 mm							
Pres Sıcaklığı (c°)	190							
Presleme Dön. (s)	101							
Presleme Fak. (s/mm)	6.1							
Tutkal Faktörü	7.5							

Levha üretimine hazırlık aşamasında odunlardan öncelikli olarak yongalama makinesi yardımıyla yonga elde edilmiştir. Daha sonra yongalar döner tip üç yollu tambur kurutucu yardımıyla yonga rutubeti %2-%3 olacak şekilde kurutulmuştur. Kurutulan yongalar sabit bıçaklı değirmenden geçirilerek üst tabakalarda ve orta tabakada kullanılmak üzere farklı ölçülerde yongalar elde edilmiştir. Daha sonra yongalar bantlı taşıyıcılar vasıtasıyla tutkal karıştırıcılarına aktarılmıştır. Tutkallama sonrası yongalar serme hattına yönlendirilmiştir. Levha üretimi tek katlı siempelkamp pres ile 190 C° pres sıcaklığında ve toplam 101sn presleme süresinde preslenerek numunelerin üretimi gerçekleştirilmiştir.

## 2.3. Deneyler

Üretilen numunelerin fiziksel özelliklerini belirlemek için yoğunluk değeri, rutubet ve kalınlığına şişme yüzdesi belirlenmiştir. Levha içerisindeki formaldehit içeriğinin belirlenmesi deneyleri perforatör yöntemine göre yapılmıştır. Mekanik özelliklerini belirlemek için ise iç yapışma direnci, eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü deneyleri universal test cihazı (IMAL IB 600 ) yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.1 Levha yoğunluk değeri

TS EN 323 (Anonim, 1999) standardına göre belirlenmiştir. Ölçülen numune ağırlığı (g), numunenin eni, boyu ve kalınlığı (mm) olarak bilgisayara kaydedilmiştir. Bilgisayar tarafından ağırlık (kg)'a çevrilip en, boy, kalınlık çarpımına (m<sup>3</sup>) olarak oranlanmasıyla bilgisayar tarafından numune yoğunluk değeri (kg/m<sup>3</sup>) olarak hesaplanmıştır.

$$\rho = \left( \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \right) \times 100 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1.1)$$

Burada;  $\rho$  = deney parçasının yoğunluğu (g/cm<sup>3</sup>), m=numune ağırlığı (g), b<sub>1</sub>=numune parçasının eni (mm), b<sub>2</sub>= numune parçasının eni (mm), t= numune parçasının kalınlığı (mm)

### 2.3.2. Levha içerisindeki rutubet miktarının tayini

TS EN 322 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Kurutma fırını (Etüv) kullanılmıştır. Deney kesim şemasına uygun olarak levhanın farklı yerlerinden 20 gr deney numunesi alınmıştır. Numune ağırlıkları numuneler alınır alınmaz 0,01 gr hassasiyete sahip terazide tartılmıştır. Numuneler, kurutma fırını cihazında 103 ± 2°C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutma fırınından çıkartılarak tekrar tartılmıştır. Numunenin rutubet miktarı (r), yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$r = \left( \frac{mr - m_0}{m_0} \right) * 100 \text{ (\%)} \quad (5.1)$$

### 2.3.3. Kalınlığına şişme deneyi

TS EN 317 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Nüve marka BS 30 su banyosu cihazı kullanılmıştır. Numune ebatları 50 x 50 mm dir. Numunelerin ilk kalınlıkları ölçüldükten sonra 20°C sabit sıcaklıktaki suya dik olacak şekilde yerleştirilip, 24 saat bekletilmiştir. Sudan çıkarılan numunenin son kalınlığı ölçülür ve aşağıdaki formül yardımıyla 24 saatlik kalınlığa şişme değeri bulunmuştur.

$$\xi = \left( \frac{t_2 - t_1}{t_1} \right) * 100 \text{ (\%)} \quad (4.1)$$

Burada; t<sub>1</sub> = deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm), t<sub>2</sub> = deney parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm)

### 2.3.4. Eğilme direnci ve elastikiyet değeri

TS EN 310 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Deney için kullanılacak numune ebatları numune eni 50 mm, boyu (levha kalınlığı x 20 + 50 mm yani 270 mm) olarak alınmıştır. Numune üzerine uygulanacak sabit bir kuvvet ile numunenin kırıldığı en büyük kuvvet değerinde eğilme kuvveti ve elastikiyet değeri aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır.

$$Ed = \left( \frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \right) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.1a)$$

Burada; Ed= eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>), F<sub>max</sub>= en büyük kuvvet (Newton), l<sub>1</sub> = dayanak (destek) lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mm), b= deney parçasının genişliği (mm), t= deney parçasının kalınlığı (mm)

$$Em = \left( \frac{I_3 \times (F_2 - F_1)}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)} \right) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.1b)$$

Burada; Em= elastikiyet, I<sup>3</sup>= dayanak (destek)'lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mesafe) mm, b= deney parçasının genişliği: mm, t= deney parçasının kalınlığı: mm, (F<sub>2</sub> - F<sub>1</sub>) yüksek-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı: Newton, Yaklaşık olarak, en büyük kuvvetin %10 u, F<sub>2</sub> maksimum yükün %40 olmalıdır. (a<sub>2</sub> - a<sub>1</sub>)= (F<sub>2</sub> - F<sub>1</sub>) kuvvet artışı nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır (Anonim, 1999b).

### 2.3.5. Levha yüzeyine dik çekme deneyi

TS EN 319 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. 50 x 50 mm ebatında kesilen numuneler öncelikle metal bloklara sıcak silikon tutkal ile yapıştırılmıştır. Numuneye uygulanan yük maksimum kuvvete ulaşıldığında numune ortadan ayrılmaktadır. Ulaşılabilen maksimum kuvvet makine tarafından otomatik olarak ölçülür ve aşağıdaki formüle göre çekme mukavemeti belirlenmiştir.

$$\zeta d = \left( \frac{F_{\max}}{a \times b} \right) (\text{N/mm}^2) \quad (3.1)$$

Burada;  $\zeta_d$  = yüzeye dik çekme mukavemeti,  $F_{\max}$  = yük (kuvvet) (Newton),  $a$  = deney numunesinin eni (mm),  $b$  = deney numunesinin boyu (mm)

### 2.3.6. Levha içerisindeki formaldehit miktarının tayini

TS EN ISO 12460-5 (Anonim, 2016) standartlarına göre, perforatör metodu ile yapılmaktadır. Her gruptan 3'er numune üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. Perforatör düzeneği ile levha içerisinden formaldehit ayrıştırıldıktan sonra formaldehit miktarını tespit etmek için kullanılan özel kimyasallar ile karıştırılarak spektrofotometre cihazında okutulmuş 1 litre kimyasal içerisinde bulunan mg olarak formaldehit miktarı bulunmuştur. Levha içerisinde bulunan formaldehit miktarı levha rutubetine bağlı olarak formül ile hesaplanmaktadır. Formaldehit içeriği belirlenirken kullanılan numunelerden aynı zamanda levha rutubet içeriği deneyi de yapılır. Levhanın formaldehit içeriği ile levhanın E sınıfı belirlenmektedir. 100 g numune içerisinde bulunan formaldehit içeriği

$$F = \leq 8mg / 100g \text{ E1 sınıfı,} \quad (6.1a)$$

$$F = > 8mg / 100g \text{ E2 sınıfı} \quad (6.1b)$$

olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 1999).

## 2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada istatistiksel değerlendirmeler SPSS 23 (IBM Statistics) istatistik paket programı kullanılmıştır. Faktörlerin etkinliğini belirlemek için Varyans analizleri (ANOVA) uygulanmış, farkın önemli çıkması halinde, Duncan testi uygulanmış ve elde edilen ortalama değerlerin arasındaki farklar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

## 2 Bulgular ve Tartışma

Tablo 4'te farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen yongalevhaların bazı fiziksel özelliklerine ilişkin veriler gösterilmiştir.

Tablo 4

Yongalevhaların fiziksel özellikleri

Levha ID	Birim Hacim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	24 Saat Kalınlık Şişme (%)	Levha Rutubeti (%)
A	687 <sup>a</sup> (13.7)	28.6 <sup>a</sup> (3.3)	4.37 <sup>a</sup> (0.51)
B	682 <sup>b</sup> (1.4)	25.6 <sup>b</sup> (4.5)	4.12 <sup>b</sup> (0.11)
C	688 <sup>a</sup> (5.7)	24.7 <sup>bc</sup> (1.7)	3.97 <sup>bc</sup> (0.29)
D	688 <sup>a</sup> (13.1)	24.2 <sup>c</sup> (1.6)	3.92 <sup>c</sup> (0.35)

Tablo 4'de gösterilen veriler incelendiğinde; birim hacim ağırlık değerlerinin genel olarak benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Buradan farklı orandaki melamin içeriğinin genel olarak birim hacim ağırlığı üzerine etkisinin sınırlı olduğu söylenebilir. Yine Tablo 4'deki veriler incelendiğinde 24 saatlik kalınlığına şişme verileri incelendiğinde en yüksek sonuçların A grubu levha gruplarında (%28.6) olduğu tespit edilirken, en düşük 24 saatlik kalınlığına şişme değerlerine D grubu levha gruplarında tespit edilmiştir. Burada elde edilen verilere göre yüzey ve orta katmanlardaki melamin içeriğinin artmasına bağlı olarak levha gruplarında 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde verilen verilerle paralellikler göstermektedir. Akyıldız ve ark (2018) yapmış oldukları çalışmada farklı oranlarda melamin içeriğine sahip yönlendirilmiş yonga levhaların bazı özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar artan melamin oranına bağlı olarak yönlendirilmiş yonga levhaların kalınlığına şişme oranlarının azaldığını tespit etmişlerdir.



Tablo 5  
Yongalevhaların mekanik özellikleri

Levha ID	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme Direnci(N/mm <sup>2</sup> )
A	13.71 <sup>a</sup> (0.64)	0.42 <sup>a</sup> (0.02)
B	13.86 <sup>a</sup> (0.67)	0.43 <sup>ab</sup> (0.01)
C	13.90 <sup>a</sup> (0.61)	0.44 <sup>b</sup> (0.01)
D	15.01 <sup>b</sup> (1.18)	0.49 <sup>c</sup> (0.06)

Tablo 5'te farklı melamin oranına sahip üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların bazı mekanik özelliklerine ilişkin veriler gösterilmektedir. Tablo 5'te verilen eğilme direncine ilişkin sonuçlar incelendiğinde en yüksek eğilme direnci değerlerinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Yine Tablo 5'te verilen sonuçlar incelendiğinde artan melamin oranına bağlı olarak yonga levha grupların eğilme direncinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durum literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile paralellikler göstermektedir. No ve Kim (2007) melamin modifiye üre-formaldehit reçinelerinin yonga levha bağlayıcıları olarak değerlendirilmesi konusunda araştırmalar yapmışlardır. Çalışma neticesinde elde edilen verilere göre; araştırmacılar melamin ile modifiye edilen üre formaldehit reçineleri ile üretilen yonga levhaların mekanik özelliklerinin genel olarak iyileştiği tespit edilmiştir. Akyıldız ve ark (2018) melamin yoğunluğu ve karışım oranının yönlendirilmiş yonga levhanın bazı özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma neticesinde artan melamin oranına bağlı olarak yonga levhaların mekanik özelliklerinin iyileştiği belirlenmiştir. Tablo 5'te verilen çekme direncine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek çekme direncinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direnci değerlerinin kontrol grubu olarak ifade edilen A gurubu levhalarda ( %0 melamin) belirlenmiştir. Tabloda verilen sonuçlar incelendiğinde artan melamin oranına bağlı olarak tüm levha gruplarında çekme direnci değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 6'da gösterilen farklı melamin içeriklerine sahip yonga levhalara ilişkin serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler belirtilmiştir. Tablo 5'te verilen serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek serbest formaldehit emisyon değerinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direncinin kontrol grubu olarak ifade edilen A gurubu levhalarda ( %0 melamin) belirlenmiştir. Akbulut (1999), yaptığı araştırmada taslak rutubeti ve F/Ü mol oranının formaldehit emisyonu ve yonga levhaların bazı teknolojik özelliklerini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda üç farklı F/U mol oranı belirlenmek suretiyle yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F/U mol oranı düşük tutkal gruplarıyla üretilen Yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) formaldehit emisyonu değerlerinin daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Tablo 6  
Yongalevhaların formaldehit emisyon değerleri

Levha ID	Formaldehit Emisyon Değerleri (mg/100g)
A	17,70 (2,42)
B	24,84 (0,68)
C	25,20 (0,89)
D	25,42 (1,10)

### 3 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen veriler uyarınca artan melamin oranına bağlı olarak yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde melamin içeriğinin artmasına paralel olarak artış göstermiştir. Yonga levha, MDF ve OSB gibi odun esaslı levhaların üretimlerinde kullanılan tutkalın serbest

formaldehit içeriği, TS EN ISO 12460-5 formaldehit perforatör yöntemi ile elde edilen, E1 emisyon sınır değeri 8 mg/100 g'dan küçük ise E1, emisyon sınır değeri 8 mg/100 g değerinden büyük ise E2 olarak sınıflandırılmaktadır. Serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin bu verilere göre bu çalışma kapsamında üretilen yonga levhaların E2 sınıfına dahil olduğu tespit edilmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinasyon birimi başkanlığı tarafından KÜ-BAP03/2021-05 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### Yazar Katkıları

Kadir Doğan: Deneylerin yapılması, verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

Alperen Kaymakçı: Çalışma konusunun belirlenmesi ve deney tasarımının yapılması, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Anonim (1999). TS EN 323 Ahşap Esaslı Levhalar. Birim Hacim Ağırlığı Tayini.
- Anonim (1999). TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar. Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün tayini.
- Anonim (1999). TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar. Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının tayini.
- Anonim (1999). TS EN 317 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar. Su içerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini.
- Anonim (1999). TS EN 322 Ahşap Esaslı Levhalar - Rutubet Miktarının Tayini.
- Anonim (2016). TS EN ISO 12460-5 Ahşap Esaslı Levhalar. Formaldehit Salınımının Belirlenmesi. Bölüm 5: Ekstraksiyon (perforatör yöntemi).
- Akbulut, T. (1999). *Çeşitli Üretim Değişkenlerinin Yonga Levhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*. İ.Ü Orman Fakültesi Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 19.02.1999, Bahçeköy, İstanbul.
- Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak ve S., Çolakoğlu G. (2010), Çeşitli Ağaç Kabuğu Unlarının Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010 Cilt: V Sayfa: 1825-1833.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Güler, C. ve Sancar, S.(2016). Yonga levha Fabrikasının Çalışma Prensibi ve Farklı Presleme Tekniğinin Levha Kalitesi Üzerine Etkisi. *Ormancılık Dergisi* 12(1) (2016) 1-10.
- Güler, C., Altıntaş, B. ve Yüksek, A.K. (2016), Melamin ve Üre Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Ormancılık Dergisi* 12(2) (2016) 143-152.
- Gündüz, M. ve Ayan, S. (2014), Melamin Kaplı Yonga ve Lif Levhalarda Formaldehit Emisyonu Belirleme Yöntemleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2014): 433-443.
- Kalaycıoğlu, H. ve Çolakoğlu, G.(1994). Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplak ve Yonga levhalardan, Üretim şartlarına bağlı olarak Formaldehit Çıkışının Sınırlandırılma İmkânları. *Tarım ve Ormancılık Grubu Projesi*, proje no, TOAG-935, Aralık 1994, Trabzon.
- Nemli, G. (2002). E1 Tipi Yonga Levha Üretimini Etkileyen Faktörler. *Tübitak Türk J.Agric For* 26 (2002) 31-36.
- Şahin, H.İ. ve Çavdar, V. (2019). PMDI İlaveli Melamin Üre Formaldehit (MÜF) Tutkalının Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Teknoloji ve Bilim Dergisi Araştırma Makalesi*. 7 (2019) 1957-1968.
- Thoemen, H., Irlle, M., Sernek, M. (2010), Wood Based Panel An Introduction for Specialists. *Published by Brunel University. Press*, 55 – 56.

# A Laboratory Trial on the Usability of Waste Impregnated Papers in Standard Quality High Density Fiberboard (HDF) Production

Nazif Özgen KUTLUATA<sup>1</sup>, Çağrı OLGUN<sup>2,\*</sup>, Mahmut GÜR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Impregnation Paperline, Kastamonu OSB. Plant, Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu, Türkiye

<sup>2,3</sup> Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, 37150, Türkiye

## Article History

Received: 15.02.2023

Accepted: 08.09.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article



**Abstract**– The aim of this study is that determination of the usability of the different types of waste impregnated papers (IP) in a standard HDF production line. For this purpose, the HDF panels were produced from industrial prepared fibers and waste of IP, called decor and overlay, preparation lines by three different ratios (from 5% to 15%). Some important properties of HDF's were determined according to standard test methods and were evaluated by statistical analysis in a 95% confidence interval. According to the evaluation results, it was concluded that it is possible to statistically evaluate the use of overlay and decor papers up to 15% in a standard production in terms of density, and equilibrium moisture, thickness swelling (2 h and 24 h), and modulus of rupture values. In addition, it was observed that the modulus of elasticity and tensile strength values generally improved as the amount of waste paper increased, regardless of the type of waste paper. However, the significant increase in formaldehyde emission showed that evaluating these waste papers without changing in the standard production line is difficult.

**Keywords** – Impregnated papers, HDF, Mechanical properties, Physical properties, Formaldehyde emission

# Atık Emprenyeli Kağıtların Standart Kalite Yüksek Yoğunluklu Lif Levha (HDF) Üretiminde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Laboratuvar Denemesi

<sup>1</sup> Kastamonu Entegre A. Ş. Kastamonu OSB. Fabrikası Emprenyeli Kağıt Üretim Hattı, Kastamonu, Türkiye

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 15.02.2023


Kabul: 08.09.2023


Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi

**Öz** – Bu çalışmanın amacı, farklı türlerdeki empenye edilmiş atık kağıtların (IP) standart bir HDF üretim hattında kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Bu amaçla endüstriyel olarak üretilen ve levha üretimine hazır liflere, dekor ve overlay olarak adlandırılan empenye edilmiş kağıt atıklarından üç farklı oranda (%5'ten %15'e kadar) eklenerek HDF paneller üretilmiştir. Üretilen HDF'lerin bazı önemli özellikleri standart test yöntemlerine göre belirlenmiş ve %95 güven aralığında istatistiksel analiz ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre, standart bir üretimde %15'e kadar olan overlay ve dekor kağıtlarının kullanımının yoğunluk ve denge rutubeti, kalınlığı şişme (2 saat ve 24 saat) ve eğilme direnci değerleri açısından istatistiksel olarak değerlendirilmesinin mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, atık empenyeli kağıt türü fark etmeksizin, atık empenyeli kağıt miktarı arttıkça elastikiyet modülü ve çekme dayanımı değerlerinin genel olarak iyileştiği gözlemlenmiştir. Fakat formaldehit emisyonundaki ciddi derecedeki artış, standart üretim hattında herhangi bir değişiklik yapılmadan bu atık kağıtların değerlendirilmesinin zor olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Emrenyeli kağıt, HDF, Mekanik özellikler, Fiziksel özellikler, Formaldehit emisyonu

<sup>1</sup>  okutluata@keas.com.tr

<sup>2</sup>  colgun@kastamonu.edu.tr

<sup>3</sup>  mahmutgur@kastamonu.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Introduction

The majority of interior wood-based panels, such as particleboard (PB), medium-density fiberboard (MDF), and high-density fiberboard (HDF), are commonly utilized as surfaces with laminating applications (Dönmez Çavdar *et al.*, 2013). Coating papers, such as decor and overlay papers, are one of these applications and are made of alpha-cellulose and impregnated with amino plastic thermosetting adhesives, such as melamine-formaldehyde (MF), urea-formaldehyde (UF), melamine-urea-formaldehyde (MUF), or some of them together (Ayrılmış, 2012). During the coating process at a MDF factory that consumes nearly 420 million m<sup>2</sup>/year of impregnated paper (IP), almost 2.5 million m<sup>2</sup> of waste IP are generated (Başboğa *et al.*, 2016; Mengeloğlu *et al.*, 2016). Besides, it was known that 75% of the PB produced is laminated, and 96% of that is impregnated paper coated (Varga *et al.*, 2004). Impregnated decor paper wastes contain nearly 40% alpha cellulose, and 60% resin and additive chemicals (Alpár and Winkler, 2006; Başboğa *et al.*, 2018). However, Impregnated overlay paper wastes comprise 22% alpha-cellulose, 13% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and 77.1% resin and their additive chemicals. Reusing or recycling these waste materials is the most effective way to reduce the amount of waste that ends up in landfills (Ayrılmış, 2012).

Today, many studies have been carried out to bring these wastes to industry instead of disposal. Varga *et al.* (2004) found that IP was applied to urea-formaldehyde as a mixture to improve particleboard's mechanical properties. Another study stated that powdered melamine impregnated paper (MIP) was used successfully as a binder for wooden chips (Le Fur *et al.*, 2004). Ayrılmış (2012) investigated the use of grinded waste MIPs as a binder in MDF. The result of this study was the same as Varga *et al.* (2004) study, but the authors stated that decorative paper had less positive effects than overlay papers. It was stated that it was possible to improve mechanical and physical properties by extending more than 40% of the waste MIPs in the oriented strand board (OSB) core layer (Dönmez Çavdar *et al.*, 2013). In another study, Mengeloğlu *et al.* (2016) tried to use waste MIP as a binder instead of UF in PB. Also, the authors stated that improvements were achieved in internal bond strength, bending strength and modulus of elasticity by using UF adhesives on the surface layers and MIP in the core layer. Another study found that the size of the particles and the ratio of the waste MIPs were important factors that affected the mechanical and physical properties of particleboards (Başboğa *et al.*, 2016). It was observed that waste IP provided worse results than the resin mixture, when waste MIP and an impregnation resin mixture were compared. However, some studies emphasized that the usability of IP as a connector was satisfactory (Başboğa *et al.*, 2018; Ramezani Sani and Enayati, 2020).

HDF is used in many applications, such as workbenches, floors, and siding, which need thin thickness and high technological properties (Rowell, 2014). These desired high strength values in HDFs can be achieved with long fibers, but long fibers create a porous structure in the board mat, which results in the decline of some physical properties. Therefore, they are generally used as a mixture with short fibers in production (Park *et al.*, 2001). At this point, waste IPs can be used as filler instead of short fibers in the production of standard quality HDF. Because, all the studies on this topic show that the dimensional stability and mechanical properties of boards were improved by using waste IP; these wastes are also very suitable for HDF production to meet the desired properties. Although a significant amount of waste IP occurs, it is essential to use it within the quality control values in the HDF production line regarding standard quality product continuity. For this purpose, the focus of this study was to determine the usability as a filler material of the waste impregnated decor paper and waste impregnated overlay paper compared to other technological properties of HDFs without a statistically significant change in thickness swelling properties.

## 2. Material and Method

### 2.1. Materials

Industrially prepared wood fibers, obtained by the thermomechanical pulping method under factory conditions,

were made from a softwood chip mixture of 70% fir and 30% pine wood chips. Wood fibers were glued with urea-formaldehyde resin (urea/formaldehyde molar ratio of 1/1, solid content of 56%, pH of 8.5, viscosity cPs of 20 s, density 1.240 gr/cm<sup>3</sup>, gelation time of 76 s) at 95 kg per cubic meter, and hardener (ammonium chloride 0.05 kg per cubic meter) and paraffin (20 kg per cubic meter) were added in the blow line. After the bunker before pre-pressure, the prepared softwood fiber mixtures were supplied from the fiberboard production line of the Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu O.S.B. plant (Kastamonu, Türkiye). The waste décor and overlay paper wastes (Table 1) were provided by the impregnated paper lines of the Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu O.S.B. plant (Kastamonu, Türkiye).

Table 1  
Waste IP's properties

Type	Decor	Overlay
Weight (g/m <sup>2</sup> )	125	95
Thickness (mm)	0.11	0.16
Alpha-cellulose (%)	38.4	20.9
Melamine-formaldehyde (%)	37.1	66.6
Urea-formaldehyde (%)	23.3	-
Additives (hardener,... etc.) (%)	1.2	1.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	-	11.5

## 2.2. Preparation of test samples

Wastes were milled in a hummer miller (2-2.5 mm width and 3-3.5 mm length) and mixed with prepared softwood fibers at different ratios of 5%, 10%, and 15% (Table 2). All HDF panels were manufactured with 32 kg/cm<sup>2</sup> at between 190-195 °C for 5 min at the target density of 850 kg/m<sup>3</sup> with dimensions of 450 x 450 x 8.1 mm by a laboratory-scale single layer press at Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu O.S.B. plant. Manufactured HDF panels were conditioned in ambient conditions (20±2 °C and 65±5% relative humidity) to reach a constant weight before determining the properties.

Table 2  
Experimental design

Group name	Waste IP type	Waste IP Ratio
A	Decor	5%
B	Decor	10%
C	Decor	15%
D	Overlay	5%
E	Overlay	10%
F	Overlay	15%
G	-	-

## 2.3. Methods

Manufactured HDF panels' densities were determined by calculating the weight of the panels per unit volume according to EN 323 (1993) norms as eight replicates. The equilibrium moisture of constant-weight HDF samples was determined under EN 322 (1993) as four replicates. According to EN 317 (1993), twelve 50 x 50 x h mm samples for each group were put in water for 2 and 24 hours, and thickness swelling values were found by measuring the thickness of the pieces before and after water application. A universal testing machine (Imal IB 600 ®) performed a three-point loading test according to EN 310 (1993) with six sample replicates to determine the modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR). Internal bonding test samples were prepared using a silicone adhesive with 50x50 mm HDF panel samples bonded with the metal blocks. After tensile strength perpendicular to a surface test was performed for calculation of internal bond strength (IBS) for eight replicates using the universal testing equipment (Imal IB 600 ®) under EN 319 (1993). The

formaldehyde release content was determined at two stages. Firstly the approximately, 100 g sample extracted by the perforator apparatus according to EN 120 (1992). After the extraction process, the formaldehyde content was analyzed photometrically using a LANGE LT 200 UV spectrophotometer in four replicates. The test results of the HDF samples were analyzed with the univariate variance test (ANOVA) and DUNCAN test by SPSS 23 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) for statistical comparison between groups.

### 3. Results and Discussion

The average of obtained results of the physical properties was presented in Table 3. Table 4 shows the results of the ANOVA test to evaluate the effect of waste IP type and waste IP ratio. According to ANOVA results, physical properties were not significantly changed with the waste IP addition to the HDF panels increased to 15%. The fact that there are no statistically significant changes in the density and the thickness swelling values (2 h and 24 h), where the dimensional stability of the boards is measured, this situation is an indication that the waste IPs can be easily integrated into the production line in terms of production in uniform quality. Ramezani Sani and Enayati (2020) reported that the waste MIP did not affect the thickness swelling value according to statistically. In addition, it has been proven in different studies in the literature that it is possible to add waste IP to the boards at higher rates if higher dimensional stability is desired, unlike providing a standard quality value (Ayrılmış, 2012; Başboğa *et al.*, 2018, 2023).

Table 3  
Physical properties of high density fiberboards

Group	Density	Equilibrium moisture	Thickness swelling 2 h	Thickness swelling 24 h
A	860.85 (13.81)	7.39 (0.04)	5.59 (0.28)	12.27 (0.96)
B	866.12 (8.80)	7.18 (0.11)	5.46 (0.18)	11.65 (0.93)
C	869.67 (21.10)	7.09 (0.24)	5.34 (0.19)	11.53 (0.80)
D	863.23 (11.38)	7.05(0.12)	5.51 (0.31)	11.76 (1.22)
E	872.41 (7.57)	6.89(0.35)	5.44 (0.67)	11.70 (1.02)
F	870.20 (20.42)	7.17(0.11)	5.43 (0.45)	11.18 (0.92)
G	859.56 (7.99)	7.62(0.21)	5.70 (0.52)	12.56 (1.10)

Table 4  
Variance analysis of physical properties of HDF panels

Property	Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.*
Density	Waste IP Type (A)	112.976	1	112.976	0.573	0.453
	Waste IP Ratio (B)	613.273	2	306.637	1.555	0.221
	A* B	69.138	2	34.569	0.175	0.840
	Error	9664.106	49	197.227		
	Total	42009128.117	56			
Equilibrium moisture	Waste IP Type (A)	0.131	1	0.131	3.483	0.076
	Waste IP Ratio (B)	0.009	2	0.004	0.120	0.888
	A* B	0.380	2	0.190	5.076	0.016
	Error	0.787	21	0.037		
	Total	1459.942	28			
2 h Thickness swelling	Waste IP Type (A)	4.737E-5	1	4.737E-5	0.000	0.986
	Waste IP Ratio (B)	0.349	2	0.174	1.129	0.329
	A* B	0.094	2	0.047	0.304	0.739
	Error	11.427	74	0.154		
	Total	2462.906	81			

Tablo 4 devam ediyor

24 h Thickness swelling	Waste IP Type (A)	1.255	1	1.255	1.261	0.265
	Waste IP Ratio (B)	5.241	2	2.621	2.633	0.079
	A* B	0.865	2	0.433	0.435	0.649
	Error	73.643	74	0.995		
	Total	11386.562	81			

\*( $p \leq 0.05$ ) is significant

Regarding the mechanical properties (Table 5), ANOVA analysis (Table 6) revealed that waste IP type had no significant effect. However, the waste IP ratio significantly affected the MOE and IBS values. For this purpose, Figure 1, for MOE, and Figure 2, for IBS, were created by the DUNCAN test results to understand how waste IP ratio affects the type on panel values. In Table 5, although it is not statistically significant, it was investigated that the best MOR values were obtained from the overlay paper groups. The main reason for this can be explained by the fact that overlay papers contain more melamine formaldehyde than decor papers (Table 1). Because, melamine formaldehyde provides stronger bonds than urea-formaldehyde. As a result, overlay wastes provided a high level of wood fiber bonding (Ayrılmış, 2012). In addition, with the increase in waste paper content in general, mechanical properties also increased in parallel with the literature studies (Alpár and Winkler, 2006; Başboğa *et al.* 2016, 2018).

Table 5

Mechanical properties of high density fiberboards

Group	MOR	MOE	IBS
A	36.68 (2.79)	3468.74 (234.72)	1.29 (0.11)
B	38.70 (2.54)	3711.63 (276.47)	1.31 (0.09)
C	39.95 (1.53)	3779.33 (213.31)	1.37 (0.04)
D	39.22 (2.44)	3640.37 (234.45)	1.31 (0.04)
E	39.72 (0.75)	3650.87 (149.97)	1.32 (0.04)
F	40.35 (2.00)	3979.68 (208.93)	1.44 (0.12)
G	37.33 (2.59)	3586.13 (186.40)	1.18 (0.05)

Table 6

Variance analysis of mechanical properties of HDF panels

Property	Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.*
MOR	Waste IP Type (A)	15.629	1	15.629	3.235	0.081
	Waste IP Ratio (B)	29.115	2	14.558	3.013	0.062
	A* B	7.299	2	3.649	0.755	0.477
	Error	169.108	35	4.832		
	Total	63631.997	42			
MOE	Waste IP Type (A)	96861.001	1	96861.001	2.037	0.162
	Waste IP Ratio (B)	643807.295	2	321903.648	6.769	0.003
	A* B	123012.743	2	61506.372	1.293	0.287
	Error	1664426.487	35	47555.042		
	Total	573890985.605	42			

Tablo 6 devam ediyor

IBS	Waste IP Type (A)	0.013	1	0.013	2.203	0.144
	Waste IP Ratio (B)	0.096	2	0.048	8.112	0.001
	A* B	0.007	2	0.004	0.629	0.537
	Error	0.289	49	0.006		
	Total	97.452	56			

\* ( $p \leq 0.05$ ) is significant

It was clearly understood from Figure 1 that up to 10% waste IP can be used to produce standard quality production in terms of modulus of elasticity. The same figure shows that the mean values of the groups added with 15% are statistically significantly different and have a higher value compared to the control and 5% added groups. As a result, it can be easily said that waste IP could be evaluated in HDF production in terms of modulus of elasticity up to 10% in terms of a standard quality control.

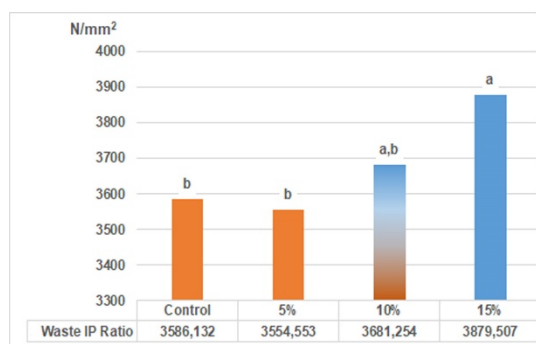


Figure 1 DUNCAN groups of the MOE values of HDF panels in terms of waste paper ratio

Figure 2 represented that the IBS values increased with increasing the waste IP ratio. The main reason is that the amount of adhesive in the composite board samples per unit area increases with the amount of the waste of IPs (Ramezaniyan Sani and Enayati, 2020). Generally, as the amount of adhesive increases in fiberboards, the IBS values increase (Hong *et al.*, 2017; Siradağ *et al.*, 2018). Although the paper type was not statistically significant, Table 5 indicates that the overlay groups have higher values than decor papers because this paper type contains more adhesive than decor papers. When Figure 2 was examined, the control group had the lowest IBS value at 1.18 N/mm<sup>2</sup>, while the average for the 15% waste IP including groups was 1.40 N/mm<sup>2</sup>, which was nearly 19% higher than the control groups.

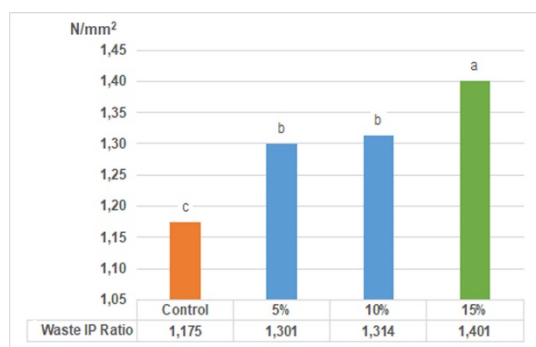


Figure 2 DUNCAN groups of the tensile strength values of HDF panels in terms of waste paper ratio

The most important disadvantage of fiberboards is formaldehyde emission, which arises from the formaldehyde based adhesives (such as urea formaldehyde, melamine formaldehyde and phenol



formaldehyde) used and increases the risk of cancer with long-term exposure of the users (Mengeloğlu *et al.*, 2018). Figure 3 shows the formaldehyde emission values of the tested board samples. None of the groups' results met the E1 norm of standards (EN 622-1, (2003); EN 13986, (2004)). Formaldehyde emission values of the groups increased with the increase in the percentage of waste IP. The lowest value was obtained from the control group with 8.66 mg/100 gr. The highest value 13.40 mg/100 gr belongs to the 15% Overlay group and more than 54% of the control group values. It was thought that the main reason why the control samples did not meet the standards was that the fibers prepared according to the normal production conditions of the factory were produced under laboratory conditions. Because factors such as production temperature and pressure influence the amount of formaldehyde emissions from the boards (Istek *et al.*, 2018).

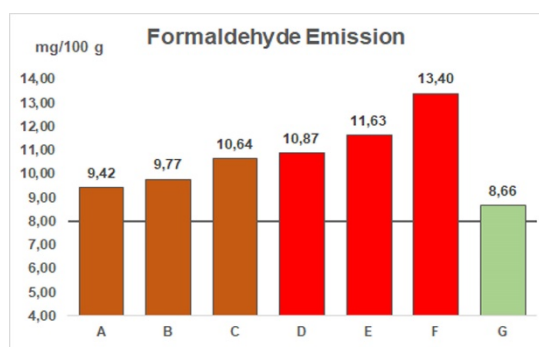


Figure 3 Formaldehyde emission values of tested panels

ANOVA test results were given in Table 7 to examine the effect of waste IP type and amount of waste IP on formaldehyde emission values. According to Table 7, the change of waste IP type and the ratio of used of waste IP changed, and the interaction effect of these two on formaldehyde emission values was found to be statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

Table 7

Variance Analysis of Formaldehyde emission Properties of HDF panels

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.*
Waste IP Type (A)	24.462	1	24.462	1609.230	0.000
Waste IP Ratio (B)	14.908	2	7.454	490.348	0.000
A* B	1.791	2	0.896	58.924	0.000
Error	0.319	21	0.015		
Total	3221.533	28			

\* ( $p \leq 0.05$ ) is significant

The results of the DUNCAN analysis performed according to the results of the ANOVA analysis were given in Figure 4. It was observed from Figure 4a that there was a significant difference in the 95% confidence interval between the control group, the waste decor paper added groups, and the waste overlay paper added groups in the samples' formaldehyde emission test. The waste overlay paper added groups have higher formaldehyde emission values than the waste decor paper added groups. The main reason for this can be shown by the fact that overlay paper wastes contain more formaldehyde based adhesive than decor paper wastes, according to Table 1. In addition, in Figure 4b, an increase in formaldehyde emissions was observed with the increase in the amount of waste IP at the 95% confidence interval. The main cause of this situation is an increase in the amount of glue in the fiberboards produced as the amount of waste IP increases. Also, an increase in formaldehyde emission values is an expected situation for boards with waste IP, and this is the case

in many literature studies (Alpár and Winkleri, 2006; Başboğa *et al.*, 2018, 2023). Such an increase in formaldehyde emissions is a major issue that must be addressed to maintain standard production practices. In order to solve this problem, different formaldehyde scavengers, such as amine-based chemicals, should be applied, as in the study of Mengeloğlu *et al.* (2018).

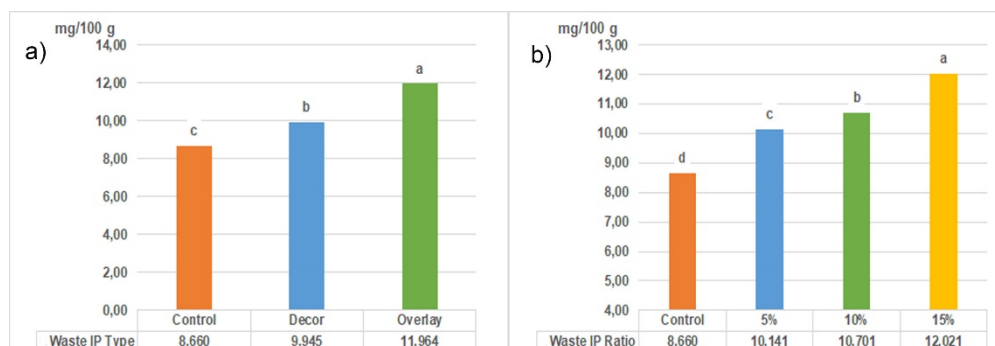


Figure 4 Duncan Analysis Results of Formaldehyde Emission values a) waste IP type b) waste IP ratio

#### 4. Conclusion

Briefly, the following conclusions can be concluded from this study:

- It has been observed that waste IPs can be used in standard HDF production up to 15%, since IPs do not statistically affect thickness swelling (2h and 24 h), density, and equilibrium moisture values.
- All parameters tested in this study can be accepted for a standard HDF production in terms of modulus of rupture according to the variance analysis tested in this study.
- As a result of MOE values, up to 10% of waste IP can be evaluated to produce a standard quality HDF.
- The IBS of HDF improves with the amount of waste IP into the fiberboard, regardless of the waste IP type.
- The formaldehyde emission values of HDF samples increase due to the intense formaldehyde-based adhesives in waste IPs. This situation is a major disadvantage for evaluating the IPs' in the HDF production line. Future studies should focus on reducing formaldehyde emissions in different ways.

#### Acknowledgements

The authors would like to thank Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu OSB Plant for supplying materials and allowing the use of their laboratories in carrying out this study.

#### Author Contributions

Nazif Özgen KUTLUATA: carried out experiments, data collection, and reporting.

Çağrı OLGUN: analyzed the data, drafted the article and revisions

Mahmut GÜR: designed and planned the analysis.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

#### References

- Alpár, T.L., Winkler, A. (2006) Recycling of Impregnated Décor Paper in Particleboard. *Acta Silv Lignaria Hungarica* 2:113–116
- Ayrılmış, N. (2012) Enhancement of dimensional stability and mechanical properties of light MDF by adding melamine resin impregnated paper waste. *Int J Adhes Adhes* 33:45–49. <https://doi.org/10.1016/J.IJADHADH.2011.11.001>
- Başboğa, İ.H., İlkay, A., Karakuş, K., Özcan, Y., Mengeloğlu, F. (2018) Effectiveness of melamine impregnated paper (MIP) waste as an adhesive in particleboard manufacturing. *Kastamonu Univ J For Fac* 18 (3):292–303

- Başboğa, I.H., Mengeloğlu, F., Karakus, K., Atar, I. (2016) Proper Mesh Size Determination of Melamine Impregnated Paper (MIP) in Particleboard Manufacturing as an Adhesive Replacement. Proceedings of the 2016 International Conference on Engineering and Natural Science, (pp 1665–1670) Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Access address:  
[https://www.icens.eu/sites/default/files/index\\_v7\\_icens\\_2016\\_edited.pdf](https://www.icens.eu/sites/default/files/index_v7_icens_2016_edited.pdf)
- Başboğa, İ.H., Taşdemir, Ç., Yüce, Ö., Mengeloğlu, F. (2023) Utilization of different size waste melamine impregnated paper as an adhesive in the manufacturing of particleboard. *Int J Adhes Adhes* 120:103275. <https://doi.org/10.1016/J.IJADHADH.2022.103275>
- Dönmez Çavdar, A., Yel, H., Kalaycıoğlu, H., Hiziroğlu, S. (2013) Effect of waste melamine impregnated paper on properties of oriented strand board. *Mater Des* 51:751–755.
- EN 120 (1992) Wood based panels- Determination of formaldehyde content- Extraction method called the perforator method. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 13986 (2004) Wood-based panels for use in construction – Characteristics, evaluation of conformity and marking. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 310 (1993) Wood-based panels: Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 317 (1993) Particleboards and fiberboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 319 (1993) Particleboards and fiberboards- Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 322 (1993) Wood based panels- Determination of moisture content. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 323 (1993) Wood based panels- Determination of density. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 622-1 (2003) Fibreboards. Specifications General requirements. European Committee for Standardization, Brussels.
- Hong, M.-K., Lubis, M.A.R., Park, B.-D. (2017) Effect of panel density and resin content on properties of medium density fiberboard. *J Korean Wood Sci Technol* 45:444–455
- Istek, A., Özlüsoylu, İ., Onat, S.M., Özlüsoylu, Ş. (2018) Formaldehyde Emission Problems and Solution Recommendations on Wood-Based Boards. *J Bartın Fac For* 20:382–387
- Le Fur, X., Galhac, M., Zanetti, M., Pizzi, A. (2004) Recycling melamine-impregnated paper waste as board adhesives. *Holz als Roh- und Werkst* 62:419–423. <https://doi.org/10.1007/s00107-004-0519-5>
- Mengeloğlu, F., Başboğa, İ.H., Atar, İ., Karakus, K., Yüce, Ö. (2018) The usage of ABCM as a formaldehyde scavenger during particleboard manufacturing with melamine impregnated paper waste (MIPW). *Pro Ligno* 14(3): 19-28
- Mengeloğlu, F., Başboğa, I.H., Karakus, K., Atar, I. (2016) Utilization of Melamine Impregnated Paper (MIP) and Urea Formaldehyde (UF) Adhesives in Different Layers of Particleboard. Proceedings of the 2016 International Conference on Engineering and Natural Science, (pp 2022–2007) Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Access address:  
[https://www.icens.eu/sites/default/files/index\\_v7\\_icens\\_2016\\_edited.pdf](https://www.icens.eu/sites/default/files/index_v7_icens_2016_edited.pdf)
- Park, B-D., Kim, Y-S., Riedl, B. (2001) Effect of wood-fiber characteristics on medium density fiberboard (MDF) performance. *J Korean Wood Sci Technol* 29:27–35
- Ramezani Sani, F., Enayati, A.A. (2020) Reduced use of urea-formaldehyde resin and press time due to the use of melamine resin-impregnated paper waste in MDF. *J Indian Acad Wood Sci* 17(1):100–105.
- Rowell, R.M. (2014) The use of biomass to produce bio-based composites and building materials. In Waldron, K. (Eds ) *Adv Biorefineries Biomass Waste Supply Chain Exploit* (pp. 803–818),. Cambridge, Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857097385.2.803>
- Sıradağ, H., İstek, A., Özlüsoylu, İ., Mercik, Ş. (2018) Orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) bazı özellikleri üzerine tutkal kullanım oranının etkisi. *International Congress on Agriculture And Forestry Research*, (pp 688–694) Marmaris, Türkiye.
- Varga, M., Alpár, T.L., Németh, G. (2004) General waste handling and recycling in particleboard production. *Manag Environ Qual An Int J* 15 (5):509–520.  
<https://doi.org/10.1108/14777830410553951>

# Physical, Mechanical and Biological Properties of Beech and Fir Wood Modified with Gamma-aminopropyltriethoxysilane

Hüseyin SIVRIKAYA<sup>1\*</sup>, Ahmet CAN<sup>2</sup>, Mesut YALCIN<sup>3</sup>, Jeffrey MORRELL<sup>4</sup>

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

<sup>3</sup>Düzce University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, Düzce, Türkiye

<sup>4</sup>Oregon State University, Department of Wood Science & Engineering, Corvallis, USA

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 18.06.2023

Kabul: 07.11.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Abstract** – Silanes have potential for modifying wood materials to improving their properties. The aim of this study was to determine the physical and mechanical properties of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) wood samples impregnated with gamma-aminopropyltriethoxysilane (APTES) as well as their performance against decay fungi. Beech and fir wood samples were impregnated with APTES at 20% and 40% concentrations. Control and treated samples were subjected to water uptake, bending strength and thermogravimetric analysis (TGA) tests as well as exposure to the white-rot fungus *Trametes versicolor* and the brown-rot fungus *Coniophora puteana*. Weight percentage gain (WPG) was higher in fir samples than in beech samples after APTES treatment. Water uptake was higher in fir samples than beech for control and impregnated samples. Water uptake decreased with higher APTES concentrations. APTES treatment slightly increased modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). Mass loss caused by decay fungi was much lower in APTES treated timbers.

**Keywords** – Wood modification, gamma-aminopropyltriethoxysilane, water uptake, bending strength, decay resistance

# Gama-aminopropiltrietoksisilan ile Modifiye Edilmiş Kayın ve Gökmar Odunlarının Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özellikleri

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

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

<sup>4</sup>Oregon Eyalet Üniversitesi, Ahşap Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Corvallis, ABD

## Article History

Received: 18.06.2023


Accepted: 07.11.2023


Published: 15.12.2023

## Research Article


**Öz** – Silanların ahşap malzemeyi modifiye etme ve özelliklerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı gama-aminopropiltrietoksisilan (APTES) ile empenye edilmiş kayın ve gökmar odun örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri ile birlikte çürüklük mantarlarına karşı performansını belirlemektir. Kayın ve gökmar odun örneklerine APTES ile %20 ve %40 konsantrasyonlarda empenye işlemi yapılmıştır. Kontrol ve empenye edilmiş örnekler beyaz çürüklük mantarı *Trametes versicolor* ve kahverengi çürüklük mantarı *Coniophora puteana*'nın yanı sıra su alımı, eğilme mukavemeti ve termogravimetrik analize (TGA) tabi tutuldu. Yüzde ağırlık artışı, APTES ile empenye işleminden sonar gökmar örneklerinde kayın örneklerinden daha yüksekti. Kontrol ve empenyeli örneklerde, kayın odununa göre gökmar örneklerinde su alımı daha yüksek elde edilmiştir. Daha yüksek APTES konsantrasyonunun su alımını azalttığı bulunmuştur. Odunların APTES ile empenyesi sonucunda eğilme direnci ve elastikiyet modülünü artırdığı tespit edilmiştir. Çürüklük mantarlarının neden olduğu kütle kaybı APTES empenyesiyle önemli ölçüde iyileştirildi.

**Anahtar Kelimeler** – Odun modifikasyonu, gama-aminopropiltrietoksisilan, su alımı, eğilme direnci, çürüklük direnci

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

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

<sup>3</sup>  mesutyalcin@duzce.edu.tr

<sup>4</sup>  jmorrell@usc.edu.au

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Introduction

Wood has many excellent properties (carbon neutrality, high strength to weight ratio, aesthetic appearance, etc.), but is prone to dimensional changes with varying moisture regimes, is sensitive to ultraviolet light damage and is susceptible to biological degradation when wetted above the fiber saturation point (Zabel and Morrell, 2020). Conventional preservative treatments can protect wood from biological degradation, while water repellents can reduce moisture fluctuations that lead to physical damage. However, many timber users are eager to find non-biocidal methods for wood protection.

An alternative approach for protecting wood is to modify the chemical structure of the wood to reduce the hygroscopicity and rendering it less susceptible to dimensional changes and biological attack (Hill, 2006). Wood modification can take many forms including thermal modification, acetylation and furfurylation. All of these processes modify the hygroscopicity of the timber, making it less likely to experience the swelling and shrinkage that induces physical damage. The sharply reduced moisture uptake also reduces the risk of biological attack. While these are the most commonly studied modification processes, there are a variety of other strategies for non-biocidal wood protection including silanes. Silanes are silicon-based systems with the potential to include four functional groups that can be either organic or inorganic. Functional groups can impart water repellency, antimicrobial activity, compatibility between hygroscopic and hydrophobic materials and a range of other properties. Silanes provide considerable opportunities for improving wood properties without using biocides.

Silanes are used in plastics, textiles, buildings and papers as modification agents. They are utilized, for instance, to hydrophobize ceramics, create scratch-resistant surfaces, for soil proofing and anti-graffiti coatings, and improve adhesion between organic and inorganic materials (Donath et al. 2004). Silane modification has been shown to impart water repellency of wood (Tshabalala and Gangstad, 2003; Donath et al., 2007), increase biocide effectiveness and enhance fire retardancy (Saka et al., 2001). Unlike other water repellents such as oils or waxes, silanes do not strongly affect the sorption properties of wood. For example, tetraalkoxysilane treatment improved dimensional stability especially when hydrolysis and condensation of silanes was directed into the cell wall (Mai and Militz, 2004). Organo-silanes are bifunctional molecules containing three silicon functional alkoxy groups, mostly methoxy and ethoxy groups, and an organo-functional group. These materials can increase hydrophobicity or form covalent bonds with cell wall polymers.

Acyloxyalkoxysilanes and arylalkoxysilanes have been used to achieve hydrophobization of ligno-cellulose materials. For example, a mixture of alkyl triethoxysilanes and dialkylthioethoxysilanes increased water repellency in wood compared to conventional silanes. The alkoxysilanes used also achieved some penetration of the wood cell wall, but further studies are needed to polymerize oligomers in the wood cell wall to create more substantial moisture resistance (Panov and Terziev, 2009). Hochmanska et al., (2014) reported that silane-modified wood exhibited improved hydrophobicity and resistance to UV degradation. Solvent-borne formulation with 5% aminoethylaminopropyltrimethoxysilane (AEAPTMO) and an alkyd emulsion containing 5% methyltrimethoxysilane (MTMO) provided the best protection against the accelerated weathering. Laboratory decay tests of amino-functional silane treated blocks in a separate study showed excellent efficacy against the brown rot fungus *Coniophora puteana* up to 18 weeks, while amino oligomeric silane systems limited decay by the white rot fungus *Trametes versicolor* over a 6-week period. However, the alkyl groups had little effect on water uptake of the wood (Donath et al., 2006).

Scots pine and beech wood samples impregnated with organo-silicones provided protection against *Postia placenta* and *C. puteana* fungi even at low low weight gains. Beech specimens were also partially protected against *C. puteana* and *T. versicolor*. Full protection was provided by some silicones against *C. puteana* for scots pine sapwood and *T. versicolor* for beech. The most promising products used solvent-based blends of the alkoxysilanes methyltrimethoxysilane (MTM) and octyltriethoxysilane (OTES) or a water-based micro-emulsion of polydimethylsiloxane (PDMS) and triethoxysilane (TES) at 20 and 30 % weight gains for Scots pine or 30 and 40 % weight gains for beech wood (De vetter et al., 2009).

The previous studies illustrate the potential for using silanes to reduce hydrophobicity, but there are other potential silanes worthy of study. Gamma-aminopropyltriethoxysilane (APTES) has been used to bond organics to metal oxides and has the potential to react with the wood to improve the physical and mechanical properties as well as enhance decay resistance. The objective of this study was to explore the potential effects of APTES on a softwood and a hardwood.

## 2. Materials and Methods

Freshly sawn beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*) boards, free of defects, were obtained from a sawmill in Bartın, Turkey. The boards were cut into test specimens measuring 10 by 10 by 10 mm long for water uptake tests, 10 by 10 by 180 mm long for mechanical properties assessments, and 5 by 15 by 30 mm long for decay tests. The samples were oven-dried (103 °C) and weighed prior to testing. The dimensions of the water absorption samples were measured using digital calipers.

Gamma-aminopropyltriethoxysilane (APTES) was provided in liquid form from Azelis (Istanbul, Turkey). APTES was a liquid form, clear and colorless with a specific gravity of 0.95, silane coupling agent has the following structural formula:  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ . Merck malt extract agar with pH: 5.8 was used.

### 2.1. Impregnation

The wood samples were leached in 500 ml ethanol for 24 hours prior to impregnation. ASBESTO 20 or 40% (v/v) solution in ethanol was prepared. The specimens were submerged in the appropriate solution and subjected to a 30-minute vacuum (0.08 MPa) followed by 1 hour of pressure at 0.5 MPa. The samples were kept in the oven at 40°C for 2 days, and then they were subjected to the temperature of 103°C for 24 hours for curing. Weight Percentage Gain (WPG) was calculated based on the dry state of the samples before and after impregnation according to equation.

$$\text{WPG (\%)} = ((W_t - W_0) / W_0) \times 100 \quad (2.1)$$

where  $W_0$  and  $W_t$  are the oven dry weights before and after treatment. A total of 60, 60, and 36 samples were treated with each solution for water uptake, mechanical properties and decay tests, respectively.

### 2.2 Water Uptake

Wood samples treated with 20 or 40 % APTES were immersed in distilled water in separate glass jars at room conditions for 6, 24, 48, 72 and 120 hours. Ten replicates were used for each experiment and untreated samples. The specimens were weighed, and their dimensions were measured using digital caliper without changing the water at each time point. The difference between wet weight and original oven dry weight was used to calculate net water uptake and the differences in dimensions between the pre-and post-soaking measurements were used to determine % swelling.

At the end of the water immersion period, the blocks were redried at 103°C and weighed. The oven dry mass difference before and after the water immersion was used to calculate % leaching loss.

### 2.3 Thermogravimetric Analysis (TGA)

Thermogravimetric analysis (TGA) of untreated and treated samples was performed with a Netzsch TG 209 F1 Iris TGA (NETZSCH Group Selb, Germany). About 2 mg of wood sample was placed on an alumina crucible dish (17 mm diameter) that was heated from 25°C to 500°C at a rate of 15°C min<sup>-1</sup> under nitrogen atmosphere. The resulting curves were examined for differences between the treated and untreated samples.

### 2.4 Bending Strength and Modulus of Elasticity

The effect of treatment on flexural properties was assessed on 10 samples of each of the three groups (untreated, 20 % APTES and 40 % APTES) that were conditioned to constant weight at 20°C and 65% RH.

The samples were tested to failure on a Universal Testing Machine (U-TEST) with a 100kN max. load cell. The samples (10x10x200 mm) were loaded at a rate of 5 mm/mm and load and deflection were continuously recorded to failure. The resulting data were used to calculate modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR).

## 2.5 Decay tests

Untreated and treated blocks for the decay tests were oven-dried (103°C) and weighed to obtain a starting weight. For the agar media test according to principles of EN 113, malt extract agar solution of 4.8% concentration and samples were sterilized in an autoclave at a pressure of about 0.1 MPa at 121 °C for 20 min. The decay chambers were Petri dishes containing 4,8% malt extract agar inoculated with either *Trametes versicolor* (L: Fr.) Pilat. (Mad-697) or *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) P. Karst (Mad-515). The fungi were incubated until the agar surface was covered, then each plate received an untreated control and an APTES modified sample. The beech blocks were exposed to *T. versicolor* while the fir samples were exposed to *C. puteana*. The plates were incubated for 8 weeks at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  and  $75 \pm 5\%$  relative humidity. At the end of the test, the blocks were removed, scraped clean of any adhering mycelium and oven dried at 103°C before being weighed. Mass before and after fungal exposure was used as the measure of decay resistance. Each treatment was replicated on 6 blocks per fungus.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Water Absorption

Table 1

Effect of APTES modification on density, weight percent gain, swelling, and leaching mass loss of beech and fir blocks

Wood species	APTES Level (%)	Oven density (g/cm <sup>3</sup> )	WPG (%)	Swelling (%)	Leaching mass loss (%)
Beech	Control	0,60±0,01	-	18,01±0,68	2,32±1,12
	20	0,65±0,01	9,04±0,73	18,55±1,04	6,71±0,91
	40	0,70±0,02	17,72±1,51	18,97±0,73	14,47±0,85
Fir	Control	0,39±0,03	-	11,68±0,88	0,71±1,14
	20	0,51±0,04	15,14±2,09	14,92±1,59	9,53±1,25
	40	0,57±0,05	31,66±4,89	15,33±1,78	19,98±2,91

APTES impregnation was associated with increased density and weight percent gain (WPG) for both species, but the effect was much greater in fir which increased 67.5 and 78.7 % more than beech samples treated with 20 or 40 % APTES, respectively (Table 1). APTES treated fir samples also tended to experience the greatest mass gains, perhaps reflecting their higher initial void volume, which created more capacity for cell lumen filling.

APTES treatment had no noticeable effect on swelling of beech, regardless of concentration. These results suggest that treatment had very little direct interaction with the cellulose hydroxyls. Conversely, APTES treated fir blocks swelled 27.7 % and 31.3 % more than the untreated controls for the 20 % and 40 % concentrations, respectively. These results suggest that APTES interacted with the wood cell walls in fir to render the cellulose more rather than less susceptible to swelling.

Leaching losses from the untreated beech controls were slightly greater than those for fir, but generally low. Leaching losses almost doubled for the 20 % APTES treated beech and then increased by 6.7 times the control for the 40 % treatment level. Leaching losses for the 20 and 40 % APTES treatment levels were proportional to the increased concentration. Leaching losses for the untreated fir control were lower than those for the beech; however, losses from the 20 and 40 % APTES treatments were 13.4 and 28.1 times those for the untreated control. Leaching losses were again nearly proportional to the increase in APTES concentration. These results suggest that a considerable amount of the APTES remained unreacted within either the lumen or the wood cell wall. These materials would then be expected to leach out in service. These results suggest that the use of lower APTES concentration might produce the same effects. Sebe et al. (2004) observed the highest leaching after 4 days of water soaking. Maximum silane loss obtained with n-propyltrimethoxysilane (PTMS) was 2 % after 14 days water soaking. According to Babicka et al. (2018), FTIR study showed that aminosilanes were leached from cellulose after water extraction. Wood impregnated with various tetra-alkoxysilanes with acetic acid as a catalyst showed stability against leaching with water. (Donath et al. 2004; Saka et al. 1992).

Water uptake tended to be lower in untreated beech than in fir, reflecting the greater void volume of the fir (Figures 1, 2). Most of the water uptake occurred within the first 6 hours of immersion and then rose more slowly with continued immersion. APTES impregnation reduced water uptake for both species and the effect was greater at the higher treatment concentration.

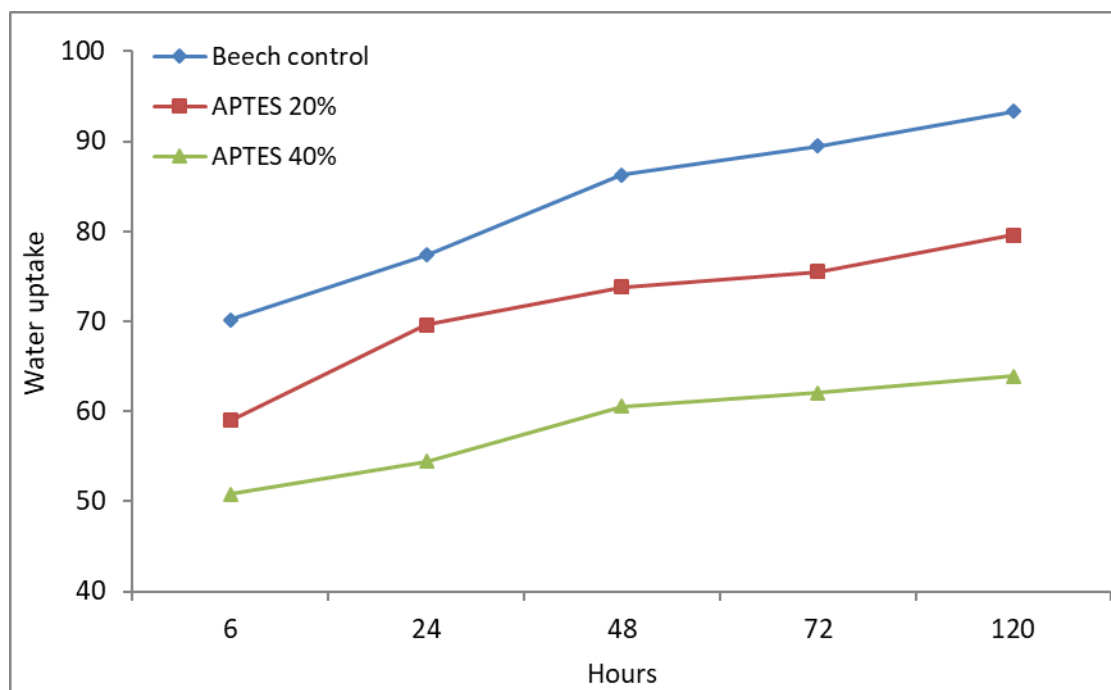


Figure 1. Effect of APTES treatment on water uptake of beech over a 5-day immersion period



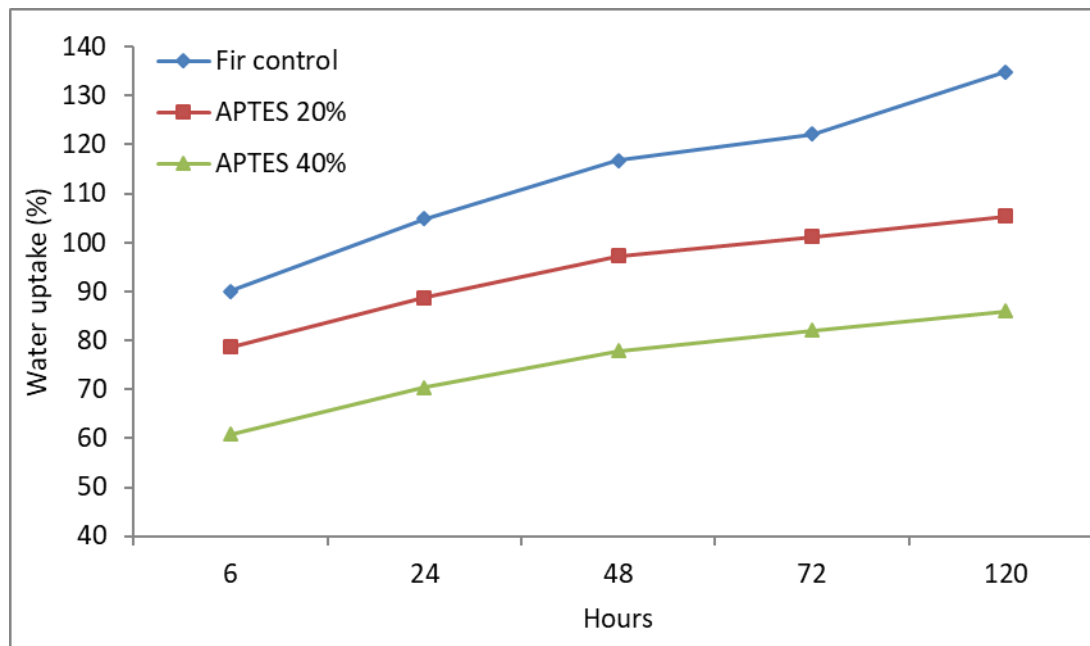


Figure 2. Effect of APTES treatment on water uptake of fir over a 5-day immersion period

### 3.2 Thermal Analysis of Wood Samples Modified with APTES

TGA results for untreated and APTES treated beech and fir were similar early in the heating phase up to 250 °C, but then losses slowed for APTES treated samples of both species (Figure 3). APTES concentration had little effect on weight loss for either species, but both levels produced a noticeable difference in final weight loss suggesting that APTES treatment rendered the substrate more resistant to heating.

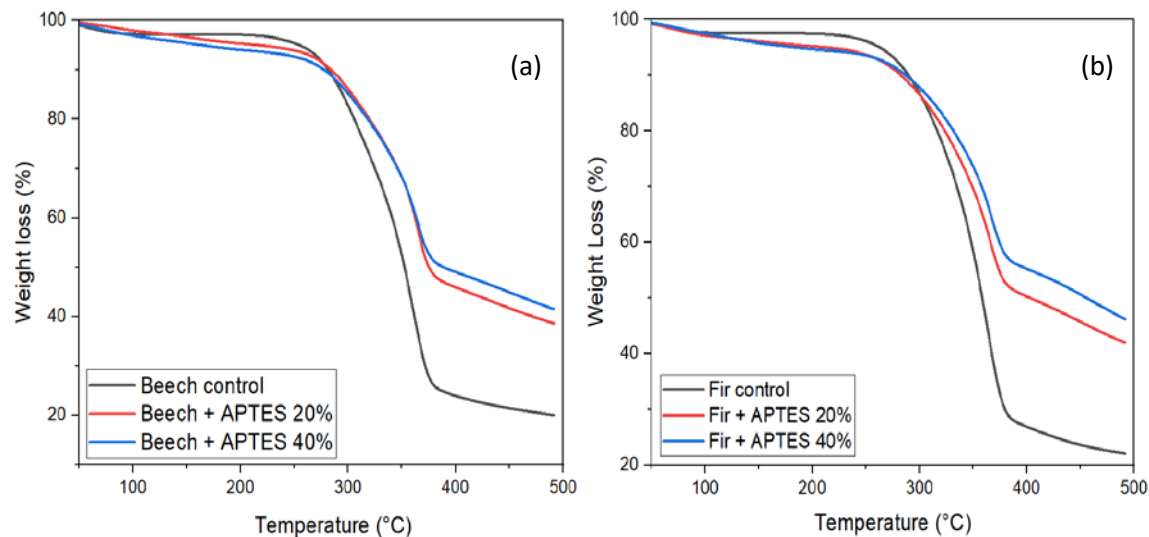


Figure 3. TGA curves of untreated beech (a) and fir (b) as well as samples of the same species treated with 20 or 40 % APTES

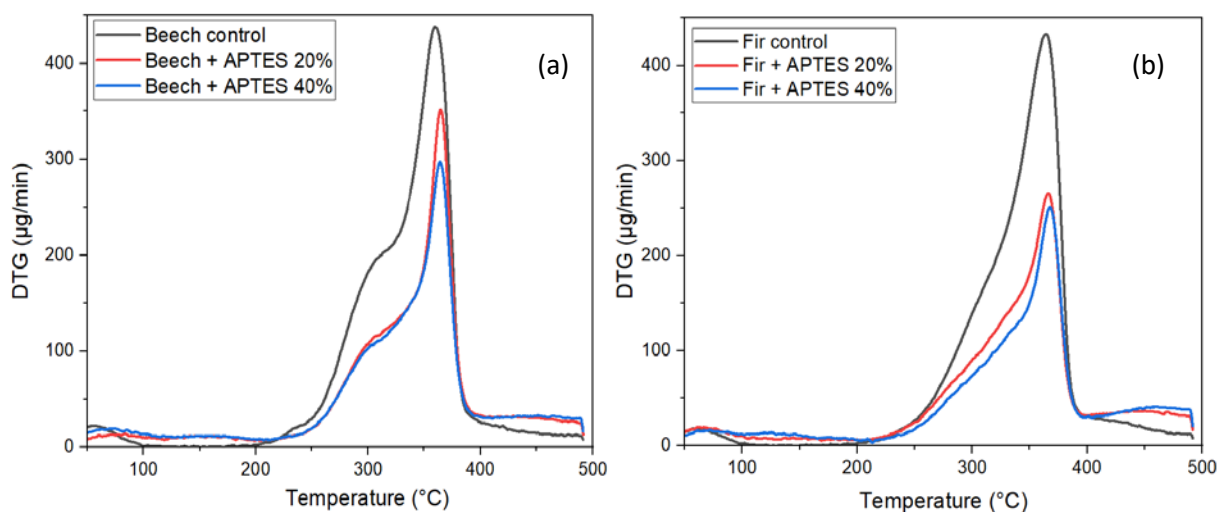


Figure 4. DTG curves of untreated beech (a) and fir (b) as well as APTES treated samples of the same species.

DTG curves were similar for the beech and fir for the untreated as well as APTES treated samples up to around 200°C, but then the untreated samples of each species experienced a sharp spike compared to either of the treatments (Figure 4). The peaks for both the 20 and 40 % APTES treated samples were far lower than those for the untreated controls, but there was little difference between the two concentrations. The results suggest that APTES modification had a limited effect on thermal behaviour.

Silane chemicals have been studied with composite materials by several authors. For example,  $\gamma$ -aminopropyl triethoxy silane showed improved thermal stability with the wood fiber component, which was attributed to the homogeneous distribution of the silane (Coutinho et al. 1998). Kim et al. (2011) investigated the effect of silane treatments on some properties of wood fiber-reinforced polypropylene composites and did not observe any effect of silane treatments on the thermal properties.

### 3.3 Mechanical Properties

Table 2

Flexural properties of untreated and APTES treated beech and fir

Species	APTES Conc (%)	MOR (N/mm <sup>2</sup> )	MOE (N/mm <sup>2</sup> )
Beech	None (control)	98,67 <sup>b</sup> ±4,75	13165,52 <sup>a</sup> ±806,67
	20	106,01 <sup>b</sup> ±8,13	13990,31 <sup>a</sup> ±1046,22
	40	103,95 <sup>b</sup> ±6,74	13855,40 <sup>a</sup> ±667,43
Fir	None (control)	67,19 <sup>a</sup> ±8,24	11119,62 <sup>a</sup> ±2074,42
	20	72,06 <sup>a</sup> ±13,01	12006,14 <sup>a</sup> ±2148,63
	40	67,76 <sup>a</sup> ±6,74	11365,14 <sup>a</sup> ±1883,83

Average MOR values for beech were greater than those for fir, which is consistent with previous reports for these two species. MOR's of APTES treated beech appeared to increase slightly compared to the controls,

but there was considerable variation among the treatments and the differences were not significant (Table 2). Similar results were observed with APTES treatment of fir and suggest that the treatment had no significant negative effects on bending strength. These results also support the premise the APTES did not react with the cellulose or otherwise negatively affect the lignocellulosic matrix.

MOE values followed similar trends with slightly higher values for beech, and no real differences between untreated and the two APTES treatments (Table 2). One concern with compounds that react with the wood cell wall is that crosslinking or disruption of the lignocellulose matrix will embrittle the wood. This does not appear to be the case with either treatment level, and again supports the premise that APTES is not reacting with the cell wall polymers but is more likely bulking the cells.

### 3.4 Decay Resistance

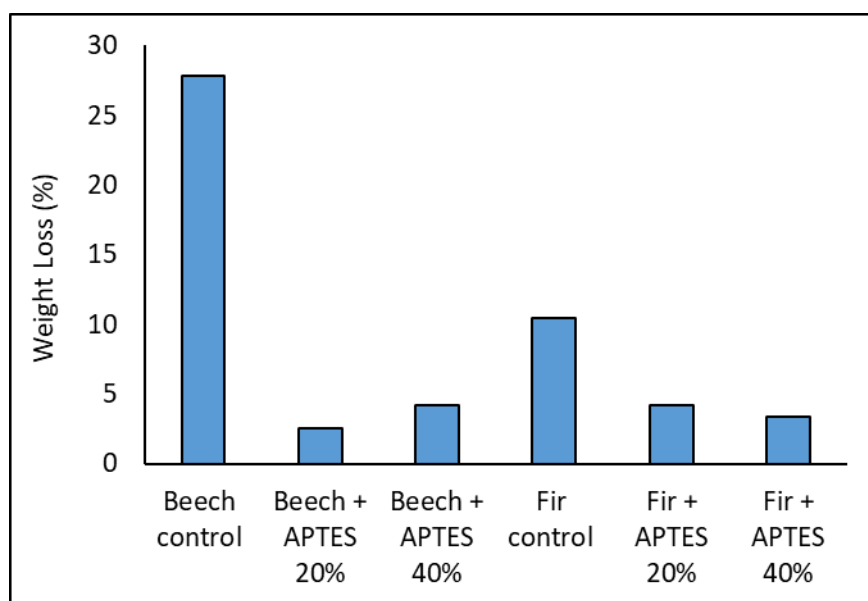


Figure 5. Effect of APTES treatment on mass losses of beech blocks exposed to *T. versicolor* or fir blocks exposed to *C. puteana* in an agar block decay test

Mass losses averaged 27.8 % for the untreated beech blocks exposed to *T. versicolor* and 10.5 % for the fir blocks exposed to *C. puteana*. The mass losses associated with beech indicated that conditions were suitable for aggressive fungal attack while those for fir were less vigorous, but still sufficient to begin to discern treatment differences. Increased decay resistance was also obtained with pine wood modified with a silicone-oligomer system containing amino groups (Mai et al. 2005).

Mass losses for beech blocks treated with 20 or 40 % APTES were both below 5 %, indicating that impregnation markedly improved decay resistance. While mass losses were slightly higher for the 40 %, the differences were slight and given the mass losses found in the water uptake test, could reflect leaching losses rather than fungal attack. Mass losses on APTES treated fir exposed to *C. puteana* were also lower than those for the controls but were less dramatic because of the low weight losses obtained with the untreated controls. In both cases, however, APTES treatment appeared to improve decay resistance. Alkoxysilanes treatments of *Araucaria angustifolia* including aminopropyl methyldiethoxysilane, aminopropyl triethoxysilane and an aminopropyl methyldiethoxysilane/aminopropyl triethoxysilane mixture were studied against brown rot (*Polyporus meliae*) and white rot (*Coriolus versicolor*) fungi. The best result was obtained with aminopropyl triethoxysilane, followed by the mixture of both alkoxides and finally aminopropyl methyldiethoxysilane (Giudice et al. 2013).

Earlier studies reported that organo-silanes methyltrimethoxysilane (MTMS), vinyltrimethoxysilane (VTMS), and propyltrimethoxysilane (PTMS) the impregnated into Scots pine sapwood were slightly effective against the brown-rot fungus *C. puteana* and the white-rot fungus *T. versicolor*, while 3-aminopropyltrimethoxysilane (APTMS) with an amino group (NH<sub>2</sub>) showed higher decay resistance (Reinprecht and Grznarik 2015).

According to Reinprecht et al. (2017), Scots pine sapwood modified with methyltrimethoxysilane (MTMS) alone did not provide sufficient decay resistance against *C. puteana* or *T. versicolor*. However, they obtained more effective results when they two-step treatment incorporated a fungicide.

#### 4. Conclusions

The APTES (Amino Propyl Triethoxy Silane) treatment has demonstrated significant improvements in the performance of wood samples. This treatment has notably reduced water uptake, slowed down thermal decomposition, and enhanced resistance to fungal attacks, particularly standing out for these benefits. However, it should be noted that when applied to fir wood samples, there seemed to be a slight increase in swelling.

Importantly, these treatments did not have any adverse effects on the flexural properties of the wood. The absence of any negative impact suggests that, at the tested levels, APTES primarily functions as a bulking agent with minimal interactions with the lignocellulosic matrix.

#### Author Contributions

Hüseyin Sivrikaya, designed the research, participated in the analysis process, and wrote the article.

Ahmet Can, analyzed the data and conducted a literature review.

Mesut Yalçın, collected data and conducted a literature review.

Jeffrey Morrell, commented the test results and made final edits of the article.

#### Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

#### References

- Babicka, M., Wozniak, M., Szentner, K., Rissmann, I., Ratajczak, I. (2018). The application of instrumental methods for estimation of bonding between cellulose and aminosilanes. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Forestry and Wood Technology*, (103), 169-173.
- Coutinho, F. M., Costa, T. H., Carvalho, D. L., Gorelova, M. M., de Santa Maria, L. C. (1998). Thermal behaviour of modified wood fibers. *Polymer Testing*, 17(5), 299-310.
- De Vetter, L., Stevens, M., Van Acker, J. (2009). Fungal decay resistance and durability of organosilicon-treated wood. *Int Biodeterior Biodegrad* 63(2):130–134
- Donath, S., Miltz, H., Mai, C. (2004). Wood modification with alkoxysilanes. *Wood Sci. Technol*, 38(7), 555-566.
- Donath, S., Miltz, H., Mai, C. (2006). Treatment of wood with aminofunctional silane for protection against wood destroying fungi. *Holzforschung* 60(2):210–216
- Donath, S., Miltz, H., Mai, C. (2007). Weathering of silane treated wood. *Holz Roh Werkst* (2007) 65: 35–42

- European Committee for Standardization EN 113 (2006). Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes-determination of the toxic values. European Committee for Standardization, Brussels
- Giudice, C. A., Alfieri, P.V., Canosa, G. (2013). Decay resistance and dimensional stability of *Araucaria angustifolia* using siloxanes synthesized by sol-gel process. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 83, 166-170
- Hochmanska, P., Mazela, B., Krystofiak, T. (2014). Hydrophobicity and weathering of wood treated with silane-modified protective systems. *Drewno* 57:99–110
- Hill, C. A. S. (2006). *Wood Modification Chemical Thermal and Other Processes*, John Wiley & Sons Press
- Kim, T.-W., Lee, S.-Y., Chun, S.-J., Doh, G.-H., Paik, K.-H. (2011). Effect of silane coupling on the fundamental properties of wood flour reinforced polypropylene composites. *Journal of Composite Materials*, 45(15), 1595-1605.
- Mai, C., Militz, H. (2004). Modification of wood with silicon compounds. Treatment systems based on organic silicon compounds—a review. *Wood Sci. Technol.*, 37, pp. 453-461
- Mai, C., Donath, S., Weigenand, O., Militz, H. (2005). Aspects of wood modification with silicon compounds: Material properties and process development. In: *Proceedings of the Second European Conference on Wood Modification*, Gottingen, Germany. Pp 222-231.
- Panov, D., Terziev, N. (2009). Study on some alkoxyxilanes used for hydrophobation and protection of wood against decay. *Int Biodeterior Biodegrad* 63:456–461.
- Reinprecht, L., Grznarik, T. (2015). Biological durability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sapwood modified with selected organo-silanes. *Wood Research*, 60(5), 687-696.
- Reinprecht, L., Vacek, V., Grznarik, T. (2017). Enhanced fungal resistance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sapwood by treatment with methyltrimethoxysilane and benzalkoniumchloride. *European Journal of Wood and Wood Products*, 75(5), 817-824.
- Saka, S., Sasaki, M., Tanahashi, M. (1992). Wood-inorganic composites prepared by sol-gel processing I. Wood-inorganic composites with porous structure. *Mokuzai Gakkaishi* 38:1043–1049
- Saka, S., Miyafuji, H., Tanno, F. (2001). Wood-inorganic composites prepared by the sol-gel process. *J Sol-Gel Sci Technol* 20:213–217
- Sebe, G., Tinguat, P., Safou-Tchiana, R., Petraud, M., Grelier, S., De Jeso, B. (2004). Chemical reaction of maritime pine sapwood (*Pinus pinaster* Soland) with alkoxyxilane molecules: A study of chemical pathways. *Holzforschung* 58(5):511–218
- Tshabalala, M.A., Gangstad J.E. (2003). Accelerated weathering of wood surfaces coated with multifunctional alkoxyxilanes by sol-gel deposition. *J Coat Technol* 75:37–42
- Zabel, R. A. and Morrell, J. J. (2020) *Wood Microbiology* (San Diego, CA: Academic Press). 556 p.

# Properties of Experimental Panels Made From a Mixture of Dolomite and Olivine With Calabrian Pine Wood Chips. Part 2. Technological Properties

Halil Turgut SAHİN<sup>1\*</sup>, Ömer Ümit YALCIN<sup>2</sup>, Ali İhsan KAYA<sup>3</sup>, Ugur OZKAN<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, Isparta, Türkiye

<sup>3</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Technical Sciences Vocational School, Design Department, Burdur, Türkiye

## Article History

Received: 22.01.2023

Accepted: 05.09.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article



**Abstract** – The selected physicochemical properties of urea-formaldehyde bonded experimental panels which produced with two mineral adducts (dolomite and olivine) as proportion in Calabrian pine wood chips were evaluated. It appears each mineral adducts improve the surface discoloration changes rather than control samples. The highest lightness change (darker surface) was found with control ( $\Delta L$ : -13.13). However, only a sample of PY1 shows greener color surface ( $\Delta a$ : -0,39) while others show less red color properties ( $\Delta a$ : 1.06 to 3.40 for dolomite-based panels and  $\Delta a$ : 0.80 to 1.49 for olivine-based panels) than control (PX0/PY0: 3.55). It has been found that the lowest discoloration (improvement) was found to be PX1 sample which is approximately 63% lower than the control ( $\Delta E$  PX0: 13.62,  $\Delta E$  PX1: 5.03) for dolomite-formulated boards. For olivine-formulated boards that the lowest discoloration was found with sample PY2 which shows approximately 87% lower than the control ( $\Delta E$  PY0: 13.62,  $\Delta E$  PY2: 1.73). Olivine appears to be more effective for preservation against discoloration from outdoor exposure at similar experimental conditions than dolomite. Although experimental panels show some level lower heat conduction which improves insulation properties, all dolomite- and olivine-based panel's conduction values were found to be higher than the standard value of  $\lambda$ : 0.065 W/mK. The adducts formulated panels have shown lowering mass loss (%) in burning tests which was found to be in the range of 11.98% (PX1) to 17.39% (PX0) for dolomite-based panels and in the range of 10.85% (PY5) to 17.35% (PY0) for olivine-based panels. It is noticeable that olivine-based panels show lower mass loss against heat than dolomite-based panels at similar experimental conditions. It is also found that dolomite and olivine improve the combustion properties of experimental panels to a certain extent.

**Anahtar Kelimeler** – Olivin, dolomit, weathering, yanma özelliği, TGA, renk bozunması

## Dolomit ve Olivin ile Kızılçam Odun Yonga Karışımından Üretilen Deneme Levhalarının Özellikleri. Bölüm 2. Teknolojik Özellikler

<sup>1,2,4</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>3</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Burdur, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 22.01.2023


Kabul: 05.09.2023


Yayın: 15.12.2023


## Araştırma Makalesi


**Öz** – Üre-formaldehit tutkalı ile kızılçam odun yongaları kullanılarak hazırlanmış formülasyona, iki mineral madde (dolomit ve olivin) eklenerek deneme levhaları üretilmiş ve önceden belirlenmiş fizikokimyasal özellikleri ile ilave edilen mineral maddelerin levha özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. İki mineral maddenin de dış atmosferik şartlara karşı (weathering), levhaların yüzey renk bozulmasına karşı olumlu etki sağladığı anlaşılmıştır. En yüksek parlaklık azalması ( $\Delta L$ : -13.13) (daha koyu yüzey) kontrol örneğinde elde edilmiştir. Örnek PY<sub>1</sub> daha yeşil yüzey renk özelliği gösterirken ( $\Delta a$ : -0,39) diğer levhalar ise kontrol örneklerine göre (PX<sub>0</sub>/PY<sub>0</sub>: 3.55) daha düşük kırmızı renk özellikleri ( $\Delta a$ : 1.06 ile 3.40 arası dolomit ilave edilmiş levhalarda,  $\Delta a$ : 0.80 ile 1.49 arasında olivin ilave edilmiş levhalarda) gözlemlenmiştir. Dolomit ilave edilmiş levhalarda, toplam renk değişimine ( $\Delta E$ ) karşı en yüksek pozitif etki PX<sub>1</sub> deneme levhasında gözlemlenmiş ve bu levhada, kontrol örneğinden yaklaşık %63 daha düşük bulunmuştur ( $\Delta E$  PX<sub>0</sub>: 13.62,  $\Delta E$  PX<sub>1</sub>: 5.03). Olivin ile formüle edilmiş deneme levhalarında ise en yüksek etki PY<sub>2</sub> örneğinde, kontrolden yaklaşık 87% daha düşük ölçülmüştür ( $\Delta E$  PY<sub>0</sub>: 13.62,  $\Delta E$  PY<sub>2</sub>: 1.73). Olivin, deneme levhaların dış atmosferik şartlarda renk bozunmasına karşı benzer deneysel ortamda, dolomite göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Herne kadar deneme levhaları daha düşük ısı iletim özelliği dolayısıyla yalıtım özelliğine pozitif etki ettiği gözlemlenmiş olmakla birlikte, tüm olivin ve dolomit ilave edilmiş deneme levhaların ısı iletim katsayıları, standart değer olan  $\lambda$ : 0.065 W/mK den daha yüksek bulunmuştur. Mineral ilave edilmiş levhalar yanma testinde, kütle kaybını (%) azaltıcı etki sağladığı; dolomit ilave edilmiş deneme levhaları için 11.98% (PX<sub>1</sub>) ile 17.39% (PX<sub>0</sub>) arasında, olivin ilave edilmiş deneme levhalarında ise 10.85% (PY<sub>5</sub>) ile 17.35% (PY<sub>0</sub>) arasında hesaplanmıştır. Her iki mineral maddenin (dolomit ve olivin) ilave edilmesiyile üretilen deneme levhalarının yanma denemelerinde özelliklerinin iyileştiği, fakat benzer deneme şartlarında, olivin-esaslı deneme levhalarının kütle kaybının, dolomit esaslı levhalardan daha düşük olduğu farkına varılmıştır.

**Keywords** – Olivin, dolomite, boards, weathering, burning properties, TGA, discoloration

<sup>1</sup>  halilsahin@isparta.edu.tr

<sup>2</sup>  omeryalcin@isparta.edu.tr

<sup>3</sup>  aikaya@maku.edu.tr

<sup>3</sup>  ugurozkan@isparta.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Introduction

Typically, wood-based composites are made from wood sources with using formaldehyde-formulated adhesives as a bonding agent (Maloney, 1996; McKeever, 1997; Bergland *et al.*, 2005). However, most of the research in the field of bio-composites deals with particleboards, fiberboards, OSB, and plywoods that compatibility of wood with synthetic binding agent (Maloney, 1996; McKeever, 1997; Bergland *et al.*, 2005; FPS, 2010; McKeever, 1997). These materials, generally used for construction and decorative purposes, depend on their matrix elements and adhesive types (McKeever, 1997; Sahin and Simsek, 2021; Papadopoulos, 2020; Suchland and Woodson 1987). In this regard, the lowest discoloration was found with sample PY2, these engineering design products have become popular, particularly worldwide, to meet increasingly stringent design regulations in case of strength and failure in service. In order to improve certain properties, some adducts should be included in board formulations which make the material more resistant to desired properties. Optimization of adducts plays a significant role in enhancing engineering properties (FPS, 2010; McKeever, 1997; Sahin and Simsek 2021; Papadopoulos, 2020). Hence, special care should be taken during manufacturing particularly improving special properties (i.e. insulation).

As a result of the growth of the population, the need for wood and wood-based composites is continuously increasing throughout the world. But these have generated pressure on forestlands. One alternative solution is to utilize non-conventional sources (wastes, residues) by using them as supplementary, which avails in the conservation of nature's deposits and reduces environmental problems (Ndazi *et al.*, 2006; Rials and Wolcott 1997; Sahin and Arslan 2011). Many of minerals as a reinforced- and/or matrix element in composite systems have already been investigated (Aamr-Daya *et al.*, 2008; Aggarwal *et al.*, 2008 and 2021). The physical properties of mineral particles are usually angular and irregular in shape and have crystalline surface textures. A number of studies have already been established with some valuable results regarding mineral adducts are capable of forming stable products with acceptable properties (Aamr-Daya *et al.*, 2008; Aggarwal *et al.*, 2008; Kozlowski *et al.*, 1995; Yalcin 2018). Most of these studies deals with cement- and gypsum bonded panels, compatibility of wood and/or non-wood species. Among mineral-lignocellulosic formulations, olivine and dolomite may prove to be promising candidates with some improving properties (Yalcin, 2018; Yalçın *et al.*, 2019 and 2020; Özdemir, 2016; Özdemir *et al.*, 2016). However, the application of dolomite and olivine wastes have already reported to be useful in construction, and metallurgical applications depending on their particle size, where it may be used as a substitute material (Özdemir 2016; Özdemir *et al.*, 2016; Yalçın *et al.*, 2020; Agrawal *et al.*, 2021). Calabrian pine (*Pinus brutia*) is a species of pine native to the eastern Mediterranean region while the bulk of its range is in Turkey. However, it is one of the important tree species in these regions. It generally occurs at low altitudes, mostly from sea level to 600 m, up to 1,200 m in the south of its range. Because of its resistance to drought and warm climate conditions, It is also widely planted for timber and recreational sites both in its native area and elsewhere in the Mediterranean region (Nicolacii *et al.*, 2014; Sahin *et al.*, 2020).

A vast literature reports, regarding physical and chemical properties on lignocellulosic-based composites, have been presented by a number of researchers. However, majority of these research have been mainly deals with wood-based materials including organic and inorganic (mineral) adducts. But there is limited information have been found on both olivine and dolomite formulated wood-based materials. Even some of the important findings with these minerals as adduct to lignocellulosics have already been reported by our research group (Yalcin, 2018; Yalçın *et al.*, 2019 and 2020). In this study, a systematic investigation has been carried out with various formulated Calabrian pine chips-selected mineral adducts to determine the effects of physicochemical properties. The first parts of this study, "Properties of Experimental Panels Made from Mixture of Dolomite and Olivine with Calabrian pine Wood Particles. Part 1. Physical properties" was accepted for publication in the Journal Journal of Bartın Faculty of Forestry in 2023. In the second part of this study, we seek to demonstrate clear technological properties of panels made from mixture of dolomite and olivine with Calabrian pine wood particles.

## 2. Material and Methods

Calabrian pine (*Pinus brutia*) wood chips (3x2x1 cm) and urea-formaldehyde adhesive were supplied from a commercially operating particleboard plant, in Isparta province, Türkiye. The minerals of olivine and dolomite materials were collected from Isparta-Aksu mining sites in Turkey. Detailed information on experimental panel preparation and process variables could be found in first parts of this study.

The color characteristics were measured by X-Rite SP-68 spectrophotometer on weathered samples. The experimental small samples were kept in external atmospheric conditions for 60 days and according to CIE L \* a \* b \* (1976) standard, differences ( $\Delta$  values) from controls were calculated as surface color values. The standard test method for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire (Platinum Resistance Thermometer Technique) was used to determine the thermal insulation behavior of composites according to ASTM C 1113-90 Hot Wire Method (Agrawal *et al.*, 2021). To determine the mass burning rate, the test samples were cut as standard dimensions of 100x100x10 mm pieces and placed on the test apparatus at a vertical position (ASTM, 2019). The boards were flamed at approx. 800 °C with a distance of 30-50 mm from the heater surface in a duration of 5.0 min. At the end of the test, the boards were weighted and mass loss was calculated based on weight differences. TGA/DTA analysis of the sample was performed with a thermogravimetric analyzer (Seiko SII TG/DTA 7200, TA Instruments). Analyzes were performed under a nitrogen flow of 60.0 ml/min and the samples were heated from room temperature to 80 °C. The weight of each sample at baseline (original condition) was measured at approximately 5 mg in TGA analysis. Fourier transform infrared (FT-IR) spectra were recorded on a Perkin Elmer Frontier spectrometer. The flammability of the sample was examined with the flammability test according to the TS EN ISO 11925-2 standard and mass loss is calculated. In the combustion behavior experiment, the temperature differences on the surface were determined by placing the sample between the flame source and the infrared measuring device.

Many combinations were tested, and some code numbers and abbreviations were established throughout the study given in Figures and Tables. These are; X: Dolomite in composite formulations, Y: Olivine in composite formulations, P: Red pine wood chip in composite formulations, X-/Y-, 0, 1, 2, 3, 4, 5: Dolomite (X) and olivine (Y) proportions (w/w, %) of 0-, 10-,20-,30-,40- and 50%, respectively.

## 3. Results and Discussion

The surface color changes ( $\Delta$ ) of experimental panels are given in Table 1. All panels show lower lightness changes than control samples. The highest lightness change (darker surface) was found with control ( $\Delta L$ : -13.13). It seems to both olivine and dolomite positive impact on surface lightness reductions in all conditions. However, only a sample of PY<sub>1</sub> shows more green color surface ( $\Delta a$ : -0,39) while others show less red color properties ( $\Delta a$ : 1.06 to 3.40 for dolomite-based panels and  $\Delta a$ : 0.80 to 1.49 for olivine-based panels) than control (PX<sub>0</sub>/PY<sub>0</sub>: 3.55). However, more yellow surfaces ( $\Delta b$ : 0.83 to 5.65) were found (PX<sub>0</sub>: 0.67) for dolomite-based panels, while there is no clear trend was observed for surface yellowness (+) /blueness (-) properties for olivine-based panels.

Yellowness is one of the important color parameters for determining surface color changes after weathering process (Sahin *et al.*, 2011; Sahin and Arslan 2011). In this regard, the yellowness properties of weathered samples were measured and given in Table 1. It could be seen only the sample of PX<sub>4</sub> showed more white surface than the control (PX<sub>0</sub>/PY<sub>0</sub>: 9.42 vs PX<sub>4</sub>: 12.48) while all other experimental boards show lower white surfaces. It is very complicated to explain or correlate color changes in a simple way. But it is clearly seen that adducts formulated boards show some level of lowering whiteness at two months of weathering. These could not be expected, considering the selected adducts could have some chemical groups that may be influenced by outdoor conditions.

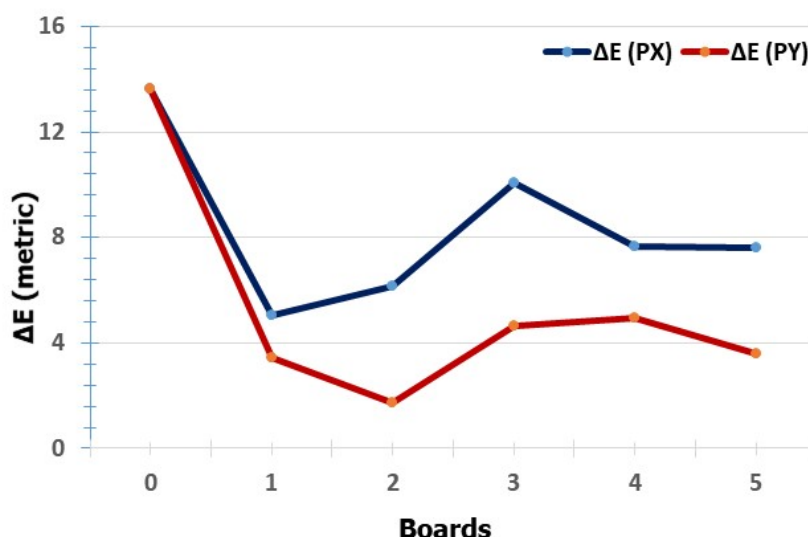


Table 1.

The surface color properties of experimental panels

Boards	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	E313 Whiteness
<b>Dolomite-based boards</b>				
PX <sub>0</sub>	-13.13	3.55	0.67	9.42
PX <sub>1</sub>	1.19	1.95	4.49	7.37
PX <sub>2</sub>	-5.50	2.32	1.45	6.23
PX <sub>3</sub>	-10.0	1.06	0.83	7.47
PX <sub>4</sub>	-3.88	3.40	5.65	12.48
<b>Olivine-based boards</b>				
PY <sub>0</sub>	-13.13	3.55	0.67	9.42
PY <sub>1</sub>	2.20	0.95	-0.62	6.76
PY <sub>2</sub>	1.67	-0.39	-0.24	<b>1.57</b>
PY <sub>3</sub>	-3.55	1.02	2.83	8.47
PY <sub>4</sub>	2.62	1.49	3.94	5.90

In order to evaluate total color changes in terms of the effects of mineral adduct on weathered samples, the measured values were plotted (Figure 1). It could be clearly visible that both plot shapes look similar to each other. However, it appears there is a clear trend was found with dolomite and olivine in panel formulations. The highest color reduction change of 13.62 was found with the control sample (PX<sub>0</sub>/PY<sub>0</sub>). Moreover, the dolomite-based panels show color changes in a range of  $\Delta E$ : 5.03 (PX<sub>1</sub>) to 10.09 (PX<sub>5</sub>). The olivine-based panels show total color changes in the range of  $\Delta E$ : 1.73 (PY<sub>2</sub>) to 4.96 (PY<sub>4</sub>). The highest discoloration resistance (improvement) was found to be PX<sub>1</sub> sample which is approximately 63% lower than the control (X<sub>0</sub>: 13.62 vs. X<sub>1</sub>: 5.03) for dolomite-formulated boards. An almost similar trend was also found for olivine-formulated boards the lowest discoloration was found with sample PY<sub>2</sub> which shows approximately 87% lower than the control (PY<sub>0</sub>: 13.62 vs PY<sub>2</sub>: 1.73). It is also noticeable olivine appears to be more effective for preservation against discoloration from outdoor exposure at similar experimental conditions than dolomite.

Figure 1. The total color change properties ( $\Delta E$ ) of weathered experimental panels

As it is known, heat is an energy and it tends to flow from the higher side than lower side when two surfaces contact to each other. During this transfer (flow), depends on the thermal conductivity coefficients of the materials, it encounters a resistance (Meng, et al.,2018). In general, this resistance is expressed as thermal insula-

tion and reported as materials heat transmission coefficient ( $\lambda$ ). The thermal insulation (heat conduction coefficient) properties of experimental panels obtained with the addition of dolomite and olivine into pine wood chips are given in Table 2. Except for sample of PY<sub>4</sub> which shows a 7.6% higher heat conduction coefficient value than the control (PY<sub>4</sub>: 0.407 vs PX<sub>0</sub>/PY<sub>0</sub>: 0.378 W/mK), all others show some level lower heat conduction properties which improve insulation properties of experimental boards. For the dolomite-wood-based panels (PX types), the lowest heat transfer coefficients were measured as  $\lambda$ : 0.265 W/mK in PX<sub>1</sub>, followed by  $\lambda$ : 0.288 W/mK in PX<sub>3</sub>,  $\lambda$ : 0.290 W/mK in PX<sub>5</sub>,  $\lambda$ : 0.312 W/mK in PX<sub>2</sub> and  $\lambda$ : 0.329 W/mK in PX<sub>4</sub> in that order. For the olivine-wood-based panels (PY types), the lowest heat transfer coefficients were measured as  $\lambda$ : 0.270 W/mK in PY<sub>1</sub>, followed by  $\lambda$ : 0.292 W/mK in PY<sub>2</sub>,  $\lambda$ : 0.324 W/mK in PY<sub>4</sub>, and  $\lambda$ : 0.377 W/mK in PY<sub>3</sub>, respectively. But it is important to note that all dolomite- and olivine-based panel's conduction values were found to be higher than the standard value of  $\lambda$ : 0.065 W/mK which is an important threshold level for classification of materials either inside insulation groups or not. This is important because it clearly shows the experimental boards, produced with olivine and dolomite as adducts in pine wood, are not in the heat insulation material class.

W/mK in PX<sub>3</sub>, respectively. But it is important to note that all dolomite- and olivine-based panel's conduction values were found to be higher than the standard value of  $\lambda$ : 0.065 W/mK which is an important threshold level for classification of materials either inside insulation groups or not. This is important because it clearly shows the experimental boards, produced with olivine and dolomite as adducts in pine wood, are not in the heat insulation material class.

Table 2.

Heat conduction coefficient properties of experimental panels

Boards	Heat conduction coefficient ( $\lambda$ : W/mK)
<b>Dolomite-based boards</b>	
PX <sub>0</sub>	0.378
PX <sub>1</sub>	0.265
PX <sub>2</sub>	0.312
PX <sub>3</sub>	0.288
PX <sub>4</sub>	0.329
PX <sub>5</sub>	0.290
<b>Olivine-based boards</b>	
PY <sub>0</sub>	0.378
PY <sub>1</sub>	0.270
PY <sub>2</sub>	0.292
PY <sub>3</sub>	0.377
PY <sub>4</sub>	0.324
PY <sub>5</sub>	0.407

The combustion test of experimental panels were performed with a single flame source (DIN 4102,) the heat passes one surface to other (heat flow) with 60-second intervals for total of 5.0 min durations are shown comparatively in Table 3. It is observed the insulation levels of boards have closely related with mineral content. Except sample of PY<sub>5</sub> which show lower heat insulation properties than control after 5.0 min conditions (205 °C vs. 240.5 °C), but other measured results clearly imply that olivine is more effective for improving insulation properties than dolomite at similar board preparation conditions. The lowest measured surface temperature of 124.4 °C was found with a sample of PY<sub>1</sub>, followed by 129.9 °C with a sample of PY<sub>2</sub>, and 134.8 °C with a sample of PY<sub>3</sub>.

Table 3.  
The insulation properties of experimental panels

Boards	0	60s	120s	180s	240s	300s
<b>Dolomite-based boards</b>						
PX <sub>0</sub>	21.2	78.0	99.7	131.3	153.4	205.0
PX <sub>1</sub>	22.0	40.6	61.6	84.1	134.0	150.1
PX <sub>2</sub>	21.9	55.8	86.6	98.0	125.8	174.9
PX <sub>3</sub>	16.5	69.2	94.9	115.0	134.6	219.1
PX <sub>4</sub>	18.0	58.9	96.7	129.4	182.0	257.4
PX <sub>5</sub>	21.6	90.5	124.4	162.2	198.1	263.0
<b>Olivine-based boards</b>						
PY <sub>0</sub>	21.2	78.0	99.7	131.3	153.4	205.0
PY <sub>1</sub>	19.1	25.8	54.5	78.7	92.6	124.4
PY <sub>2</sub>	20.1	36.3	70.6	80.1	102.8	129.9
PY <sub>3</sub>	17.6	45.4	67.2	77.9	108.5	134.8
PY <sub>4</sub>	17.0	44.1	77.8	87.8	139.5	189.5
PY <sub>5</sub>	17.6	49.5	72.2	90.6	146.8	240.5

The mass loss (w, %) of experimental panels after 5.0 min presented in Figure 2. Although some samples show some level higher heat levels than controls, all boards show lower mass loss values (%) than controls. The mass loss was found to be in range of 11.98% (PX<sub>1</sub>) to 17.39% (PX<sub>0</sub>) for dolomite-based panels and in range of 10.85% (PY<sub>5</sub>) to 17.35% (PY<sub>0</sub>) for olivine-based panels. It appears olivine based-panels show higher resistance against heat than dolomite based panels at similar experimental conditions.

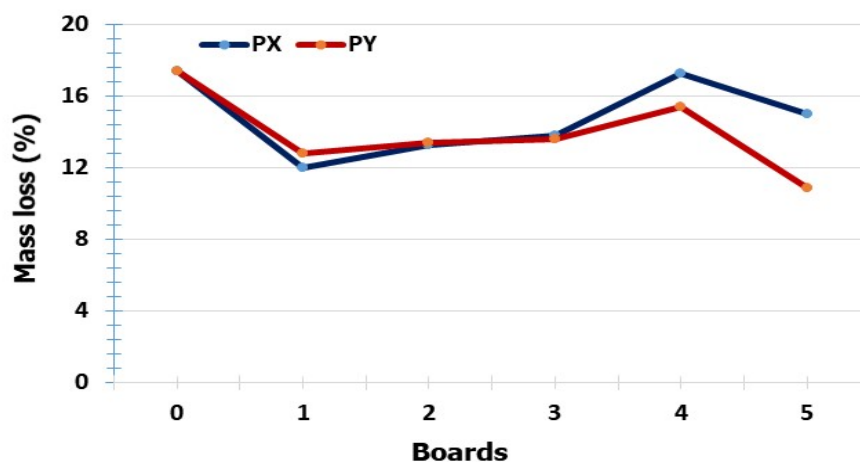


Figure 2. The mass loss (w, %) of experimental panels

Pyrolysis of experimental panels were investigated in the temperature range of 25-900 °C by thermogravimetry method (TGA) (Figure 3). At initially (warm-up stage), up to 100 °C, it is assumed that 7-10% mass loss occurs as a result of drying of substances. However, the decomposition of polysaccharides takes place in the temperature range of 200–380 °C which mass loss occurs in the range of 65-80% on average, while lignin and other substance decomposition seems to be ranging from 180 °C up to 900°C.

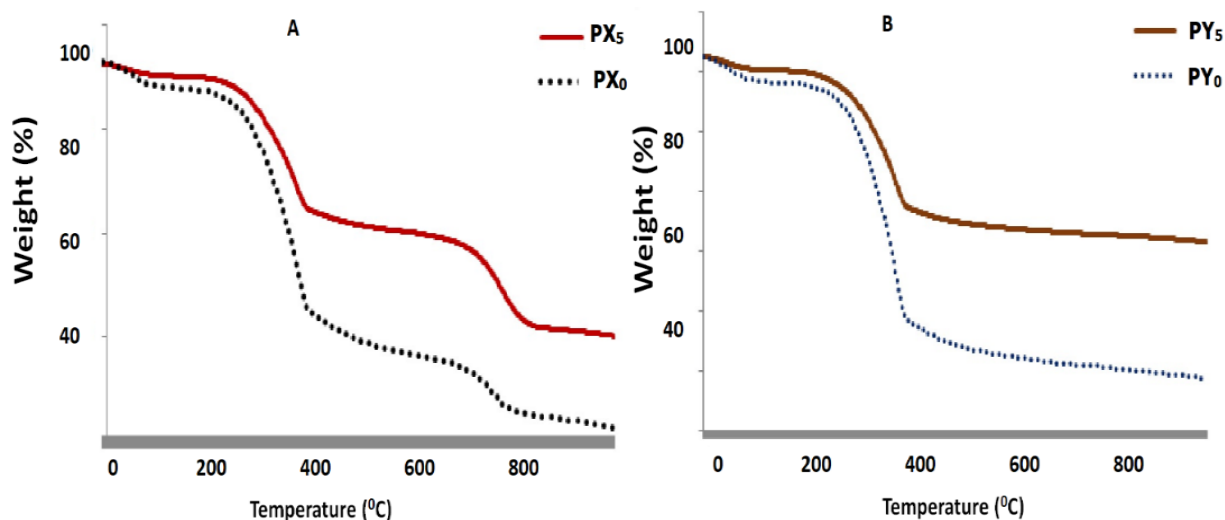


Figure 3. TGA analysis of experimental boards.

TGA analysis at three different temperature degradation, starting temperature ( $T_b$ ), first maximum temperature ( $T_m$ ) and final temperature ( $T_s$ ), with mass loss properties are given in Table 4. The control samples ( $AX_0$ / $AY_0$ ) show only 1 °C and 3 °C higher degradation temperature levels than  $PX_5$  and  $PY_5$  panels initially (at  $t_b$ ) while 6 °C higher than  $PY_5$  at  $T_s$ . When Table 4 is carefully overviewed, both  $PX_5$  and  $PY_5$  panels show lower mass loss (%) at all three temperature levels than control. One may conclude that each mineral adducts have clear effects on the heat resistance of boards at elevated temperatures (> 400 °C).

Table 4.

The mass loss properties of experimental panels after TGA analysis

Boards	$T_b$ (°C)	Mass loss (%)	$T_m$ (°C)	Mass loss (%)	$T_s$ (°C)	Mass loss (%)
$AX_0$ / $AY_0$	200	6.59	357	45.30	416	56.92
$AX_5$	197	3.63	357	30.13	426	37.57
$AY_5$	199	4.46	357	32.41	410	40.17

Figure 4 show the surface flame spreading and burning pattern of test samples after a single flame test, comparatively. It was observed the burning pattern on all test samples produced with various proportions of olivine with red pine wood chips did not reach the 150 mm threshold limit while the closest feature to this threshold limit is in the board produced from 100% wood chips ( $PX_0$ / $PY_0$ ). It can be suggested that adding dolomite and olivine to the mixture improves the combustion condition on the surface of the material to a certain extent. Similar results were also found with samples that were subjected to burning. The control sample shows higher fire propagation and spreading features than other adducts formulated samples. This is clear evidence both mineral adducts have some level of improving effects on the burning properties of boards.

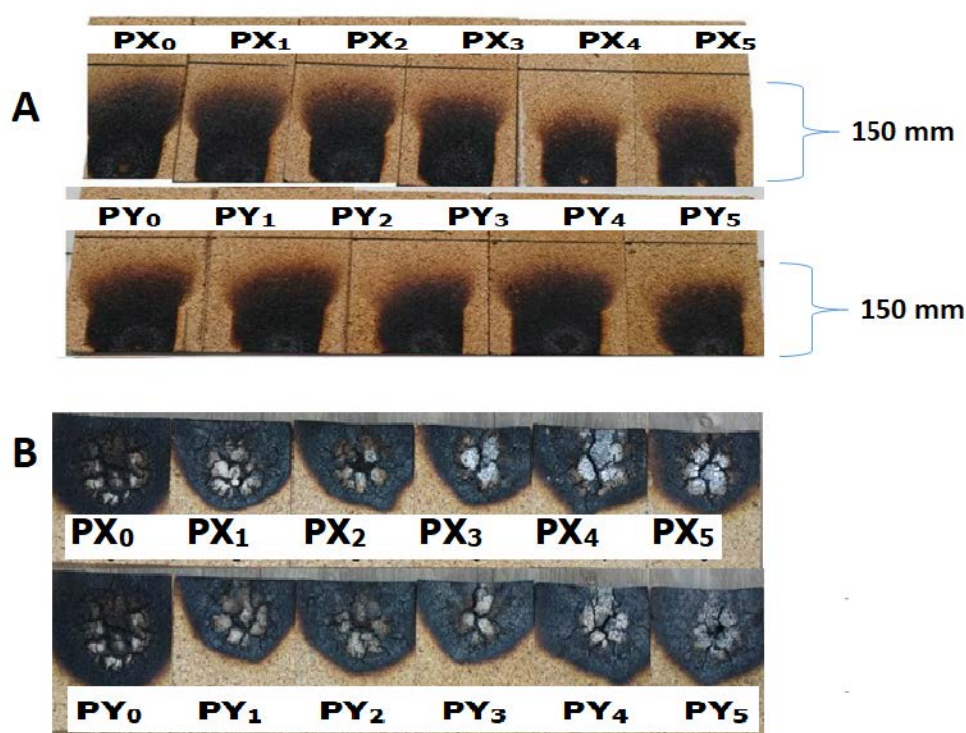


Figure 4. Burning and flame spreading properties of samples

During experimental board manufacturing process (wood and mineral proportions), which consists of disintegration, drying, pre-formation and pressing may influence wood-mineral binding to each other. But data presented in above (Tables 2 and 3 and Figures 2-4) clearly show well compatibility between wood chips to mineral adducts in boards matrix structure. This could be expecting considering very high thermal resistance properties have been reported for both dolomite and olivine minerals (Yalcin, 2018; Yalçın, et al., 2019 and 2020).

Figure 5 show FT-IR spectra of some test boards which produced with proportion mixture of pine wood chips-olivine and dolomite. The spectra of the samples appear to be generally similar to each other. However, some spectra shifted to be lower or higher wavenumbers. Some typical peaks for lignocellulosic substrates were clearly detected. The FT-IR spectra clearly reveal all experimental boards had similar functional groups and that some differences in the intensities of the peaks occurred. The peaks in the range of 2850-3500  $\text{cm}^{-1}$  are explained as a characteristic peaks for lignin components due to the O-H- (phenolic and aliphatic -OH), C-H- ( $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{OCH}_3$ ) stretching (Can and Sivrikaya 2017; Ceylan & Pekgözlü 2019; Yalcin, 2018).

The peaks between 1100-1510  $\text{cm}^{-1}$  show some variations (increase or decrease). However, the peak, in the range of 1350-1376  $\text{cm}^{-1}$ , is important in terms of indicating the C-H degradation in hemicellulose and cellulose. It should be noted that the decrease in these peak (PX<sub>0</sub>) is probably hydrophobic nature of the substrate (Can and Sivrikaya 2017). It is also reasonable to suggest that the high temperature (> 100 °C) was used during the hot pressing of experimental boards which could be destroyed some chemical components (especially lignin and hemicellulose). It could be concluded the differences between spectra could be a result of a new matrix formation with board formulations while chemical bonding of these groups under heat.

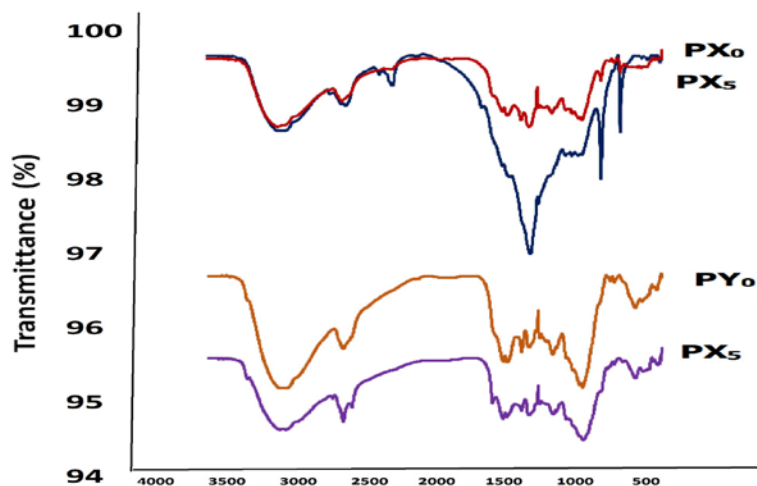


Figure 5. FTIR spectra of samples

#### 4. Conclusion

Extensive research has examined the utilization of various wood and non-wood materials for composite manufacturing. There is limited research on the properties of boards which made from mixture of wood with olivine and dolomite as mineral adducts under synthetic adhesive bonding process. However, new bio-composite manufacturing with using alternative sources have become important issue in recent years. This is due to environmental and economical issues. The cement- and gypsum-based boards have well known materials and utilized worldwide. Although to find the effectiveness of dolomite and olivine at various research studies are available in the literature, limited studies were reported in place of natural lignocellulosic substitute in composite structures.

This study presents a study of dolomite and olivine as an adducts material in composite matrix and its effect on various properties. The experimental methods evaluated in this study reveals both olivine and dolomite as mineral adducts in pine wood chips could be feasible and possible to improve some selected properties of experimental panels at certain conditions. There are numerous literature reports on wood-adducts interaction effects on composite properties.

#### Author Contributions

This work was carried out in collaboration among all authors.

**Halil Turgut Sahin:** managed and designed the study, analyzed the data, drafted the article and revisions.

**Omer Umit Yalcin:** carried out experiments, data collection, and reporting.

**Al Ihsan Kaya and Ugur Ozkan:** designed and planned the analysis.

#### Conflict of interest

The authors declare that they have received no funds and there is no conflict of interest.

#### References

- Aamr-Daya E, Langlet T, Benazzouk A, Quéneudec M (2008). Feasibility study of lightweight cement composite containing flax by-product particles: Physico-mechanical properties. *Cement Concrete Comp.* 30: 957–963.
- Aggarwal LK, Agrawal SP, Thapliyal PC, Karade SR (2008). Cement-bonded composite boards with arhar stalks. *Cement Concrete Comp.* 30: 44–51.
- Agrawal, Y., Gupta, T., Siddique, S., & Sharma, R. K. (2021). Potential of dolomite industrial waste as construction material: a review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(4), 1-15.
- ASTM C1113/C1113M-09 (2019). Standard Test Method for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire (Platinum Resistance Thermometer Technique). *ASTM International West Conshohocken, PA.*

- Bergland, L. and Rowell, R.M. (2005). Wood composites, Ch.10, In: *Handbook of wood chemistry and wood composites*, Roger M. Rowell (Ed), CRC Press, New York, pp.279-302.
- Can, A., & Sivrikaya, H. (2017). *Combined effects of copper and oil treatment on the properties of Scots pine wood*. *Drewno*: 60 (199), 89-103.
- Ceylan, E., & Pekgözlü, A. K. (2019). *Utilization of Trapa natans*. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(4), 688-694.
- Forest Products Laboratory (2010). Wood Handbook-Wood as an engineering material, *General Technical Report FPL-GTR-190*, Madison, WI, 508p.
- Kozłowski R, Helwig M, Przepiera A. (1995). Light-weight, environmentally friendly, fire retardant composite boards for panelling and construction. *Inorganic-bonded wood and fiber composite materials*, USA, 1995. p. 6±11.
- Maloney, T.M. (1996). The family of wood composite materials, *Forest Products Journal*, 46 (2), 19-26.
- McKeever, D. B. (1997). Engineered wood products: a response to the changing timber resource. *Pacific Rim Wood Market Report*, 123(5), 15.
- Ndazi, B., Tesha, J. V. and Bisanda E.T.N. (2006). Some opportunities and challenges of producing bio-composites from non-wood residues, *J. Mater Sci.*, 41,6984–6990.
- Meng, X., Huang, Y., Cao, Y., Gao, Y., Hou, C., Zhang, L., & Shen, Q. (2018). Optimization of the wall thermal insulation characteristics based on the intermittent heating operation. *Case studies in construction materials*, 9, e00188.
- Nicolaci, A., Travaglini, D., Menguzzato, G., Nocentini, S., Veltri, A., & Iovino, F. (2014). Ecological and anthropogenic drivers of Calabrian pine (*Pinus nigra* JF Arn. Ssp. *Laricio* (Poiret) Maire) distribution in the Sila mountain range. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8(4), 497.
- Özdemir, F. (2016). Yüksek Yoğunluklu Lif Levhanının Bazı Özellikleri Üzerine Dolomit Mineralinin Etkisinin Araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 19, 93-98.
- Özdemir, F., Tutuş, A., Çiçekler, M. (2016). Effect of Dolomite Mineral on Surface Roughness of High Density Fiberboard (HDF). In *2nd International Furniture Congress* (pp. 498-501).
- Papadopoulos, A. N. (2019). Advances in wood composites. *Polymers*, 12(1), 48.
- Rials, G. T. and Wolcott, M.P. (1997). Physical and mechanical properties of agro-based fibers, In: Paper and composites from agro based resources, Rowell, R.M., Young, R.A., Rowell, J.K. (Eds), *CRC Press Inc*, Boca Raton, Florida, 63-81 pp.
- Sahin, H.T., Arslan, M.B., Korkut, S., & Sahin, C. (2011). Colour changes of heat-treated woods of red-bud maple, European hophornbeam and oak. *Color Research & Application*, 36(6), 462-466.
- Sahin, C. K., Topay, M., & Var, A. A. (2020). A study on suitability of some wood species for landscape applications: surface color, hardness and roughness changes at outdoor conditions. *Wood Research*, 65(3), 395-404.
- Sahin, H.T., Arslan, M.B. (2011). Weathering performance of particleboards manufactured from blends of forest residues with Red pine (*Pinus brutia*) wood, *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 13 (3), 337-346.
- Sahin, H. T., Simsek, Y. (2021). Mineral-Bonded Wood Composites: An Alternative Building Materials. In *Engineered Wood Products for Construction*. IntechOpen.
- Suchland, O., Woodson, G. (1987). Fiberboard Manufacturing Practices in the United States, Department of Agriculture Forest Service Agriculture Handbook No. 640, Washington DC.
- TS-EN 11925-2:2002. Reaction to fire tests- Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame- Part 2: Single-flame source test, *TSE*, Ankara.
- Yalcin, O.U. (2018). Investigation of performance properties of panels produced from some lignocellulosic sources with mineral (dolomite and olivine) additives, (Ph.D thesis; Turkish, abstract is in English), *Isparta University of Applied Sciences, the Institute for Graduate Education, Department of Forest Product Engineering*, Isparta-Turkey (169p.).
- Yalçın, Ö. Ü., Şahin, H. T., & Kaya, A. İ. (2019). Investigation of some performance properties of panels produced from Red pine Bark and Cone sources with dolomite. *ICONST LST 2019*, 41
- Yalçın, Ö. Ü., Kaya, A. İ., & Şahin, H. T. (2020). Mineral Based Boards made from Lignocellulosic Wastes: 1st Part-Physical And Mechanical Properties. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 142-149.
- Yilgor, N., Dogu, D., Moore, R., Terzi, E., & Kartal, S.N. (2013). Evaluation of fungal deterioration in Liquidambar orientalis Mill. Heartwood by FT-IR and light microscopy. *BioResources*, 8, 2805–2826.

# Veri Madenciliğine Dayalı Olarak Çalışanların Örgütsel Bağlılık Düzeyinin Belirlenmesi: İstanbul ve Kocaeli Örneği

Nadir ERSEN<sup>1</sup>, Timuçin BARDAK<sup>2,\*</sup>, Uğur Can USTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Artvin, Türkiye

<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Genel Sekreterlik, Bilgisayar İşletmeni, Artvin, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 21.07.2023

Kabul: 07.11.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmada, kereste, mobilya, odun esaslı levha ve kontrplak/kaplama üretimi yapan işletmelerde çalışanların örgütsel bağlılık düzeyleri ve bağlılık düzeylerinin demografik özelliklere (cinsiyet, yaş, medeni durum, işletmedeki pozisyon gelir, eğitim, çalışma süresi, sektör) göre farklılık gösterip göstermediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmanın evreni İstanbul ve Kocaeli illerinde kereste, mobilya, kontrplak/kaplama ve odun esaslı levha üretimi yapan tesislerdeki çalışanlar oluşturmaktadır. Hazırlanan anket formu 305 kişiye uygulanmış olup 295 anket değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışanlara anketler yüz-yüze uygulanmıştır. Verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Aynı zamanda veri analizi alanında önemli bir algoritma olan Apriori ile veri kümeleri arasındaki ilişkileri belirlenmiştir. Bilimsel çalışmalarda yaygın olarak tercih edilen WEKA yazılımı kullanılarak, %75 güven düzeyini aşan 568 adet kural tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda katılımcıların örgütsel bağlılık seviyeleri düşük düzeyde bulunmuştur. Katılımcıların bağlılık seviyeleri pozisyon, yaş, eğitim, çalışma süresi ve sektöre göre farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, Apriori algoritmasının sonuçlarına göre, %97 güvenilirlik oranıyla bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi hiç etik görmeyenler ile bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğu öğretildiğini söyleyenler erkekler çalışanlardır. Bu çalışmanın bulguları, işletmede çalışanların kişisel bağlılık ve aidiyet duygularını etkileyen faktörleri anlamak için önemli bir perspektif sunmaktadır. Veri bilimi, çalışanların işletmeye olan duygusal bağlılıklarının geliştirilmesi ve sürdürülmesi için stratejik önlemlerin alınmasına yardımcı olabilir.

**Keywords** – Apriori, örgütsel bağlılık, orman ürünleri sektörü

## Determining the Level of Organizational Commitment of Employees Based on Data Mining: The Case of Istanbul and Kocaeli

<sup>1</sup> Artvin Çoruh University, Artvin Vocational School, Department of Forestry, Artvin, Türkiye

<sup>2</sup> Bartın University, Bartın Vocational School, Department of Materials and Material Processing Technologies, Bartın, Türkiye

<sup>3</sup> Artvin Çoruh University, General Secretariat, Computer Operator, Artvin, Türkiye

## Article History

Received: 21.07.2023


Accepted: 07.11.2023


Published: 15.12.2023


## Research Article

**Abstract**– In this study, it was tried to determine the organizational commitment levels of the employees in the enterprises producing timber, furniture, wood-based boards and plywood / veneer and whether their commitment levels differ according to demographic characteristics (gender, age, marital status, position, income, education, working time, sector). The universe of the research consists of employees in the enterprises producing timber, furniture, plywood/veneer, and wood-based boards in Istanbul and Kocaeli provinces. The survey forms were applied to 305 people, and 295 questionnaires were evaluated. Employees were surveyed face-to-face. SPSS packet program was used in the analysis of the data. At the same time, the relations between datasets were determined with Apriori, an essential algorithm in the field of data analysis. Using the WEKA software, which is widely preferred in scientific studies, 568 rules exceeding the 75% confidence level were determined. As a result of the study, the organizational commitment levels of the participants were found to be low. The commitment levels of the participants differ according to position, age, education, working time, and sector. In addition, according to the results of the Apriori algorithm, with a reliability rate of 97%, those who do not consider it ethical to switch from one business to another and those who say that they have been taught how valuable it is to remain loyal to a business are male employees. The findings of this study provide an essential perspective to understand the factors affecting the employees' personal commitment and sense of belonging. Data science can help take strategic action to develop and sustain employees' emotional commitment to the business.

**Anahtar kelimeler** – Apriori, organizational commitment, forest products sector

<sup>1</sup>  nadirersen20@artvin.edu.tr

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

<sup>3</sup>  ugurusta@artvin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author



## 1. Giriş

Günümüzde işletmeler, çalışanlarının iş yerine duydukları sevgi, işe olan bağlılık ve işleriyle bütünleşme gibi duygusal bağların ötesinde, çalışanların işletmeyi bireysel kimlikleriyle özdeşleştirmelerini ve kurum üyeliğini kişiliklerinin önemli bir parçası haline getirmelerini beklemektedir. Çalışanların kurum üyeliğine olan bağlılık ve gurur duygusunu artırmak, işletmelerin rekabet ortamında stratejik avantajlar elde etme açısından son derece kritik bir öneme sahiptir. Örgüt üyeliğine olan güçlü bir bağlılık, çalışanların iş yerine daha sadık olmalarına ve özveriyle çalışmalarına katkı sağlayabilir. Bu durum, çalışanların işletmenin hedefleri ve değerleriyle daha iyi özdeşleşmelerini ve dolayısıyla uzun dönemli iş birliğini destekleyebilir. Dolayısıyla, günümüz işletmeleri için örgütsel bağlılık konusu, anlaşılması gereken hayati bir kavramdır ve başarılı bir şekilde uygulandığında işletmelerin rekabet gücünü artırmada önemli rol oynamaktadır (İşcan, 2006; Merihli Taştan, 2020).

Çalışmalarda örgütsel bağlılık kavramıyla ilgili birçok farklı tanım ve yaklaşım mevcuttur. Farahani et al. (2011) örgütsel bağlılığı, çalışanların örgütlerine karşı sahip oldukları psikolojik beğeni ve bağlılık olarak tanımlamıştır. Qureshi et al. (2011) örgütsel bağlılığı “bir çalışanın örgütün misyonuna karşı sahip olduğu sorumluluk duygusu” olarak tanımlamaktadır. Meyer ve Allen (1997) ise örgütsel bağlılığı, bir örgütün amaç ve değerlerine güçlü bir inanç ve kabul etme olarak tanımlamıştır. Örgütsel bağlılıkta en yaygın kullanılan teorilerden biri Allen ve Meyer'in (1990) üç bileşenli modelidir. Bu model 20 yıldan fazla bir süredir örgütsel bağlılığın araştırılmasında önde gelen bir yaklaşım olmuştur. Ayrıca, bu model bağlılığı üç ayrılabilir biçime sahip olarak görmektedir: duygusal bağlılık, devam bağlılığı ve normatif bağlılık. Duygusal bağlılık, belirli bir organizasyona duygusal olarak dâhil olma arzusu olarak tanımlanmaktadır. Devam bağlılığı, çalışanların örgütten ayrılmanın algılanan maliyetlerine dayalı olarak örgütle ilişkilendirdiği bağlılık düzeyini ifade etmektedir. Normatif bağlılık ise, çalışanın örgütte kalma ve onu başka birine bırakmama sorumluluğuna sahip olduğu hissini ifade etmektedir (Meyer ve Allen, 1991; Anttila, 2014; Trofimov et al., 2017).

Örgütsel bağlılık, örgüt içindeki bireylerin davranışlarına yön verebilmektedir. Çünkü örgütüne bağlı olan birey, kendisini örgütün ayakta kalmasını sağlayan bir unsur olarak görür ve örgüte fayda sağlamaya çalışarak örgüte zarar verebilecek davranışlardan kaçınır. Bunun sonucunda yüksek performanslı bireyler ortaya çıkmaktadır (İşcan, 2006; Özdemir, 2010; Göze, 2021).

Veri madenciliği, büyük ve karmaşık veri kümeleri arasındaki yapıları, kalıpları ve ilişkileri anlamak için veri odaklı bilgi keşfetme yöntemidir (Papi et al., 2022). Apriori algoritması, veri madenciliği alanında tanınmış ve öncü bir algoritmadır (Wu ve Sakai, 2015). Bu algoritma doğrusal olmayan modelleme problemlerinde birliktelik kurallarını çıkarmak için kullanılır. Algoritma, temel olarak, bir veritabanında belirgin olmayan ancak var olan öğelerin veya özelliklerin tüm ilişkilerini, yapılarını, modellerini ve düzensizliklerini tanımlamak ve tespit etmek amacıyla kullanılır (Papi et al., 2022). Veri madenciliği yaklaşımı, şirketlerin karar verme süreçlerinde önemli bir rol oynamakta ve kararlarının doğruluk oranını artırarak maliyetleri düşürmeye ve verimliliği artırmaya katkı sağlamaktadır. Günümüzde, işletmeler veri madenciliğinin değerini giderek daha iyi anlamakta ve sürekli olarak yeni alanlarda uygulamalarını genişletmektedir. Veri madenciliği yöntemleri, literatürde farklı disiplinlerde yaygın bir şekilde kullanılmıştır ve bu teknikler, çeşitli karmaşık problemlerin çözümünde önemli bir araç olarak kabul edilmiştir (Sözen et al., 2022; Sözen et al., 2021; Bardak et al., 2021; Karayılmazlar et al., 2019; Bardak et al., 2019).

Bu çalışmada, odun esaslı levha ve kontrplak/kaplama üretimi yapan işletmelerde çalışanların örgütsel bağlılık düzeyleri ve bağlılık düzeylerinin demografik özelliklere (cinsiyet, yaş, medeni durum, pozisyon, gelir, eğitim, çalışma süresi, sektör) göre farklılık gösterip göstermediği ve veriler arası ilişkiler araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini İstanbul ve Kocaeli illerinde orman ürünleri (kereste, mobilya, odun esaslı levha, kaplama/kontrplak) üretimi yapan tesislerdeki çalışanlar oluşturmaktadır. Anket formu 305 kişiye uygulanmıştır. Hatalardan ve eksik ifadelerden kaynaklanan değerlendirme eksiklikleri nedeniyle, toplamda 295 anket çalışmada dikkate alınmıştır.

### 2.2. Yöntem

Araştırmada kullanılan anket formu iki temel bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, katılımcıların demografik özellikleriyle ilgili sorular içermektedir. İkinci bölümde Meyer et al. (1993) tarafından geliştirilen ve Dağlı et al. (2018) tarafından Türkçe'ye uyarlanmış olan Örgütsel Bağlılık Ölçeği kullanılmıştır. Örgütsel Bağlılık Ölçeği 24 sorudan oluşmaktadır. Ölçekteki ifadeler, 5'li Likert ölçeğine göre tasarlanmıştır (5=Kesinlikle Katılıyorum, 4=Katılıyorum, 3=Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 1=Kesinlikle Katılmıyorum). Bağlılık ölçeğinin güvenilirlik değeri (Cronbach Alpha) 0.890 olarak hesaplanmıştır. Anketler, çalışanlara yüz yüze yöntemiyle uygulanmış ve bu şekilde veriler elde edilmiştir. Bu yöntem, katılımcılarla daha kapsamlı ve etkileşimli bir araştırma süreci sağlamıştır.

Verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ölçeklerde yer alan ifadelerin ortalamalarını ve standart sapmaları belirlemek için betimleyici istatistik ve demografik özelliklere göre çalışanların bağlılık düzeylerini belirlemek için ise Bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Bağımsız örneklem t-testi sıklıkla iki grup ortalamasının karşılaştırılmasında kullanılır. Karşılaştırılan gruplar, erkekler ve kadınlar gibi birbirinden bağımsız olmalıdır (Kim, 2019). ANOVA testi ise, farklı gruplar arasındaki istatistiksel anlamlılığı değerlendirmek ve karşılaştırmak için birçok bilimsel araştırma çalışmasında yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Kurt ve Can, 2021; Kaya, 2010).

Araştırmada, veri tabanındaki ilişkilendirme kurallarını çıkarmak amacıyla Apriori algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, karar verme süreçlerinde bir referans noktası olarak kullanılarak, veri tabanındaki ilişkilerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Papi et al., 2022; Sözen et al., 2017). Çalışmada, kuralları çıkarmak amacıyla bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan Weka yazılımı kullanılmıştır. Weka, veri analizi ve madencilik süreçlerini hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Elde edilen verilerden çıkarılan birliktelik kurallarının doğruluğunu ölçmek için güven kriteri kullanılmıştır. Güven, bir x değişkeninin y değişkeni ile birlikte bulunma olasılığını ifade eder ve literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, %75'nin altında güvenilirlik gösteren ve ilginç olmayan kurallar elenmiştir. Bu sayede çalışmanın daha kolay anlaşılır olması sağlanmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Katılımcılara İlişkin Demografik Özellikler

Katılımcıların %90'nından fazlası erkektir. Ankete katılanların %50'sinden fazlası evlidir. Ankete katılanların büyük çoğunluğunu işçi grubu (%85.1) oluşturmaktadır. Yaş grubu açısından katılımcıların %40'ı 26-33 yaş aralığında, %28.5'i 34-41 yaş aralığında, %17.3'ü 18-25 yaş aralığında ve %14.2'si 42 yaş ve üstüdür. Katılımcıların çok az kısmı 5001 TL ve üzeri ve büyük çoğunluğu 4001 TL'den daha az ücret almaktadır. Eğitim durumuna göre katılımcıların büyük çoğunluğu (%52.9) lise mezunu olup, lisans ve üstü mezunu olanların oranı oldukça düşüktür (%9.2). Sektöre göre dağılım yapıldığında ise, katılımcıların yaklaşık olarak %40'ı mobilya, %33'ü odun esaslı levha, %15'i kontrplak/kaplama ve %12'si kereste sektöründe çalışmaktadır. Katılımcıların çoğunluğunun işgücünde 11 yıldan daha az deneyime sahiptir.

Tablo 1.  
Katılımcıların demografik özellikleri

Demografik özellikler		Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	272	92.2
	Kadın	23	7.8
Medeni Durum	Evli	179	60.7
	Bekâr	116	39.3
Pozisyon	Yönetici	44	14.9
	İşçi	251	85.1
Yaş	18-25	51	17.3
	26-33	118	40.0
	34-41	84	28.5
	42 ve üstü	42	14.2
	3000 TL ve aşağısı	39	13.2
Gelir	3001-4000 TL	178	60.3
	4001-5000 TL	59	20.0
	5001 TL ve üzeri	19	6.4
Eğitim	İlköğretim	65	22
	Lise	156	52.9
	Önlisans	47	15.9
	Lisans ve üstü	27	9.2
Çalışma süresi	0-5 yıl	118	40.0
	6-10 yıl	101	34.2
	11-15 yıl	59	20.0
	16 yıl ve üstü	17	5.8
Sektör	Odun esaslı levha	98	33.2
	Kontrplak/kaplama	43	14.6
	Kereste	35	11.9
	Mobilya	119	40.3

### 3.2. Ölçeğe ve İfadelere İlişkin Bulgular

Araştırmaya katılan bireylerin, çalışma kapsamında kullanılan ifadelerle verdikleri cevapların ortalama değerleri Tablo 2’de detaylı bir şekilde sunulmuştur. Bu tablo, katılımcıların örgütsel bağlılık düzeylerini değerlendirmeye yönelik elde edilen verileri içermektedir. İfadelerin çeşitli boyutlarını kapsayan bu ortalama değerler, çalışanların kurumlarına duydukları duygusal bağlılık, işlerine olan bağlılık ve işletmeyi bireysel kimlikleriyle özdeşleştirme gibi önemli ölçümleri yansıtmaktadır. Ölçeklere ait aritmetik ortalamaların yorumlanmasında şu sınıflandırma kullanılmıştır (Özdamar, 2003); 1.00-1.79: Çok düşük, 1.80-2.59: Düşük, 2.60-3.39: Orta, 3.40-4.19: Yüksek, 4.20-5.00: Çok yüksek).

Tablo 2’deki betimleyici analiz sonuçlarına göre, örgütsel bağlılık ölçeğinin ortalama değeri düşük düzeyde ( $\bar{x}=3.1755$ ) çıkmıştır. En yüksek ortalamaya sahip ifadeler “Günümüzde insanların çok sık işletme değiştirdiğini düşünüyorum”, “İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi” ve Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir” olarak belirlenmiştir. Bu üç ifadenin her birinin ortalaması 3.40’ın üzerindedir. En düşük ortalama değere sahip ifade olarak “Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum” bulunmuştur ( $\bar{x}=2.744$ ).“Çalıştığım işletmede kendimi “ailenin bir parçası” gibi hissetmiyorum”, “Başka bir iş bulmadan işimden ayrılırsam başıma gelecek şeylerden korkmuyorum” ve “Çalıştığım işletmeye karşı güçlü bir aidiyet (sahiplik) hissetmiyorum” ifadelerinin ortalamaları da 3’ün altında çıkmıştır. Geri kalan 17 ifadenin her birinin ortalama değeri ise 3 ile 3.40 arasında değişmektedir.

Tablo 2.  
Ölçeğe ve ifadelere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerler

İfadeler	Ortalama	S.Sapma
Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyuyorum.	3.3220	1.15
İşletme dışındaki kişilere işletmem hakkında bahsetmekten hoşlanırım.	3.2034	1.10
İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi görürüm.	3.3024	1.14
Başka bir işletmeye de şuan çalıştığım işletmede olduğum gibi kolayca bağlanabileceğimi düşünüyorum.	3.1729	1.02
Çalıştığım işletmede kendimi “ailenin bir parçası” gibi hissetmiyorum.	2.7629	1.14
Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum.	2.7440	1.16
Çalıştığım işletmenin benim için kişisel bir anlamı vardır.	3.1259	1.20
Çalıştığım işletmeye karşı güçlü bir aidiyet (sahiplik) hissetmiyorum.	2.8836	1.26
Başka bir iş bulmadan işimden ayrılırsam başıma gelecek şeylerden korkmuyorum.	2.8699	1.23
Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmak istesem de bunu yapmam (bu işletmeden ayrılmam) çok zor olabilir.	3.1220	1.20
Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmaya karar verirsem hayatımdaki birçok şey bozulabilir (altüst olabilir).	3.2211	1.15
Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmam beni çok etkilemeyebilir.	3.1890	1.12
Şu anda çalıştığım işletmede kalmak benim için bir istek kadar bir zorunluluk meselesidir.	3.0694	1.19
Çalıştığım işletmeden ayrılmayı düşünmek için çok az seçeneğimin olduğunu hissediyorum.	3.2230	1.07
Çalıştığım işletmeden ayrıldığımda karşı karşıya kalacağım en ciddi sonuçlarından biri mevcut alternatiflerin azlığıdır.	3.2218	1.15
Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, başka bir işletmede, burada sahip olduğum imkânlarla sahip olamama olasılığıdır.	3.1741	1.17
Günümüzde insanların çok sık işletme değiştirdiğini düşünüyorum.	3.4757	1.05
Bir kişinin her zaman çalıştığı işletmeye sadık olması gerektiğine inanmıyorum.	3.1433	1.15
Bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi ben hiç etik görmüyorum.	3.2014	1.15
Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.	3.4201	1.06
Daha iyi bir iş bulsam dahi çalıştığım işletmeden ayrılmayı doğru bulmuyorum.	3.2363	1.13
Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.	3.3763	1.12
İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.	3.4558	1.09
Günümüzde kendini işletmenin bir parçası olarak görmenin pek bir anlamı kalmadı.	3.2949	1.13
Ölçeğin Genel Ortalaması	3.1755	1.14

### 3.3. Demografik Özellikler Bakımından Örgütsel Bağlılığın Farklılaşmasına İlişkin Bulgular

Ankete katılanların demografik özelliklerine (cinsiyet, medeni durum, pozisyon, yaş, eğitim durumu, gelir, çalışma süresi ve sektör) göre örgütsel bağlılık düzeyinin puan ortalaması farklılaşma gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Çalışanların örgütsel bağlılık düzeyinin puan ortalamalarının cinsiyet, medeni durum ve işletmedeki pozisyona göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için bağımsız örneklem t-testi ve çalışanların örgütsel bağlılık düzeyinin puan ortalamalarının yaş, eğitim, gelir, çalışma süresi ve çalıştığı

sektöre göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Bağımsız örneklem t-testine ve tek yönlü ANOVA testi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3 ve 4'te verilmiştir.

Tablo 3.  
Örgütsel bağlılık ölçeğinin bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Değişkenler		Ortalama	t	p
Cinsiyet	Erkek	3.1913	1.549	0.122
	Kadın	2.9878		
Medeni	Evli	3.2016	0.920	0.358
	Bekâr	3.1351		
Pozisyon	Yönetici	3.4368	3.146	0.002
	İşçi	3.1296		

Tablo 3'teki bağımsız örneklem t-testi sonuçları incelendiğinde, çalışanların örgütsel bağlılık düzeylerinin puan ortalaması işletmedeki pozisyona göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Cinsiyet ve medeni duruma göre ise çalışanların puan ortalamaları farklılık göstermemektedir ( $p > 0.05$ ).

Tablo 4.  
Örgütsel bağlılık ölçeğinin bağımsız tek yönlü ANOVA testi sonuçları

Değişkenler		Ortalama	F	p
Yaş	18-25	3.1954	4.204	0.006
	26-33	3.2500		
	34-41	3.2077		
	42 ve üstü	2.8775		
Eğitim	İlköğretim	3.2983	4.903	0.002
	Lise	3.1806		
	Önlisans	2.8998		
	Lisans ve üstü	3.3301		
Gelir	3000 TL ve aşağısı	3.0804	0.902	0.440
	3001-4000 TL	3.2168		
	4001-5000 TL	3.1022		
	5001 TL ve üstü	3.2110		
Çalışma süresi	0-5 yıl	3.2399	4.512	0.004
	6-10 yıl	3.2555		
	11-15 yıl	3.0096		
	16 yıl ve üstü	2.8285		
Sektör	Kereste	3.1049	28.846	0.000
	Mobilya	3.3951		
	Kontrplak/kaplama	3.4984		
	Odun esaslı levha	2.7923		

Tablo 4'teki tek yönlü ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, çalışanların örgütsel bağlılık düzeylerinin puan ortalaması yaş, eğitim, çalışma süresi ve çalıştıkları sektöre göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Gelire göre ise çalışanların puan ortalamaları farklılık göstermemektedir ( $p > 0.05$ ).

### 3.4. Apriori Algoritmasına İlişkin Bulgular

Kereste, mobilya, odun esaslı levha ve kontrplak/kaplama üretimi yapan işletmelerde çalışanların örgütsel bağlılık düzeyleri ile demografik özellikleri arasındaki ilişkiler, apriori algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmanın bulguları, katılımcıların demografik özellikleri ile örgütsel bağlılık düzeyleri

arasında anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir. Aşağıda, birliktelik kurallarının güven düzeyine göre sıralandığı bir liste sunulmuştur.

2. Başka bir işletmeye de şuan çalıştığım işletmede olduğum gibi kolayca bağlanabileceğimi düşünüyorum.=Katılmıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(1)>
4. İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=LEVHA ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.99)>
9. Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA Çalıştığım işletmeden ayrılmayı düşünmek için çok az seçeneğimin olduğunu hissediyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.98)>
10. Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL Bir kişinin her zaman çalıştığı işletmeye sadık olması gerektiğine inanmıyorum.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.98)>
11. Cinsiyetiniz=ERKEK Eğitim Seviyeniz=İLKÖĞRETİM ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.98)>
13. İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılmıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.98)>
22. Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum Daha iyi bir iş bulsam dahi çalıştığım işletmeden ayrılmayı doğru bulmuyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
23. Daha iyi bir iş bulsam dahi çalıştığım işletmeden ayrılmayı doğru bulmuyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
27. Bir kişinin her zaman çalıştığı işletmeye sadık olması gerektiğine inanmıyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
34. Bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi ben hiç etik görmüyorum.=Katılıyorum Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
35. Daha iyi bir iş bulsam dahi çalıştığım işletmeden ayrılmayı doğru bulmuyorum.=Katılıyorum Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
43. Çalıştığım işletmeden ayrılmayı düşünmek için çok az seçeneğimin olduğunu hissediyorum.=Katılıyorum Bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi ben hiç etik görmüyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.97)>
58. İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi görürüm.=Katılmıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.96)>
59. Cinsiyetiniz=ERKEK Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum.=Katılmıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.96)>
90. Eğitim Seviyeniz=LİSE Çalıştığım işletmeden ayrıldığımda karşı karşıya kalacağım en ciddi sonuçlarından biri mevcut alternatiflerin azlığıdır.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.95)>
95. Eğitim Seviyeniz=LİSE Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.95)>

100. Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmaya karar verirsem hayatımdaki birçok şey bozulabilir (altüst olabilir). =Katılıyorum Şu anda çalıştığım işletmede kalmak benim için bir istek kadar bir zorunluluk meselesidir.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
106. Medeni Durumunuz=EVLİ Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmak istesem de bunu yapmam (bu işletmeden ayrılmam) çok zor olabilir.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
109. Cinsiyetiniz=ERKEK İşletme dışındaki kişilere işletmem hakkında bahsetmekten hoşlanırım.=Katılmıyorum 82 ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.95)>
111. Cinsiyetiniz=ERKEK Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılıyorum 82 ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.95)>
114. Medeni Durumunuz=EVLİ Eğitim Seviyeniz=LİSE ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.95)>
115. Medeni Durumunuz=EVLİ Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
116. İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ Bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi ben hiç etik görmüyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
118. Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL Çalıştığım işletmeden ayrıldığımda karşı karşıya kalacağım en ciddi sonuçlarından biri mevcut alternatiflerin azlığıdır.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.95)>
119. Medeni Durumunuz=EVLİ Günümüzde insanların çok sık işletme değiştirdiğini düşünüyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
121. Medeni Durumunuz=BEKAR İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.95)>
122. Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL Günümüzde kendini işletmenin bir parçası olarak görmenin pek bir anlamı kalmadı.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>
124. Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.94)>
133. Cinsiyetiniz=ERKEK Aylık Geliriniz=3001 - 4000 TL Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.94)>
142. Bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi ben hiç etik görmüyorum.=Katılıyorum Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>
143. Eğitim Seviyeniz=LİSE İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi görürüm.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.94)>
149. Şu An Bulduğunuz İşletmedeki Çalışma Süreniz=6-10 YIL ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>
154. Çalıştığım işletmede kendimi “ailenin bir parçası” gibi hissetmiyorum.=Katılmıyorum Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum.=Katılmıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.94)>
165. Eğitim Seviyeniz=İLKÖĞRETİM ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>

168. Medeni Durumunuz=EVLİ Çalıştığım işletmenin benim için kişisel bir anlamı vardır.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>
184. Çalıştığım işletmeden ayrılmayı düşünmek için çok az seçeneğimin olduğunu hissediyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.94)>
195. Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.93)>
213. Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmaya karar verirsem hayatımdaki birçok şey bozulabilir (altüst olabilir). =Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.93)>
249. Şu anda çalıştığım işletmede kalmak benim için bir istek kadar bir zorunluluk meselesidir.=Katılıyorum Çalıştığım işletmeden ayrılmayı düşünmek için çok az seçeneğimin olduğunu hissediyorum.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.92)>
255. Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmam beni çok etkilemeyebilir.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.92)>
267. Eğitim Seviyeniz=LİSE Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmaya karar verirsem hayatımdaki birçok şey bozulabilir (altüst olabilir). =Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.92)>
268. Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.92)>
276. Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmak istesem de bunu yapmam (bu işletmeden ayrılmam) çok zor olabilir.=Katılıyorum==> Cinsiyetiniz=ERKEK<güven:(0.92)>
295. Eğitim Seviyeniz=LİSE Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.91)>
317. Cinsiyetiniz=ERKEK Çalıştığım işletmeye karşı güçlü bir aidiyet (sahiplik) hissetmiyorum.=Katılmıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.91)>
328. İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum İşletme dışındaki kişilere işletmem hakkında bahsetmekten hoşlanırım.=Katılıyorum==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.91)>
350. Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.9)>
367. Şu an çalıştığım işletmeden ayrılmam beni çok etkilemeyebilir.=Kararsızım ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.89)>
380. Eğitim Seviyeniz=LİSE Şu An Bulduğunuz İşletmedeki Çalışma Süreniz=0-5 YIL ==> Cinsiyetiniz=ERKEK <güven:(0.88)>
381. Çalıştığım işletmede kendimi “ailenin bir parçası” gibi hissetmiyorum.=Katılmıyorum Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum.=Katılmıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.88)>
382. Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi görürüm.=Katılıyorum ==> Cinsiyetiniz=ERKEK<güven:(0.88)>
423. Başka bir iş bulmadan işimden ayrılırsam başıma gelecek şeylerden korkmuyorum.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.84)>
424. Medeni Durumunuz=EVLİ Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.84)>



433. Cinsiyetiniz=ERKEK Medeni Durumunuz=EVLİ Çalıştığımız işletmenin bulunduğu sektör=MOBİLYA==> İşletmedeki Pozisyonunuz=İŞÇİ <güven:(0.84)>

444. Cinsiyetiniz=ERKEK İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılıyorum Günümüzde kendini işletmenin bir parçası olarak görmenin pek bir anlamı kalmadı.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.83)>

445. Cinsiyetiniz=ERKEK Başka bir iş bulmadan işimden ayrılırsam başıma gelecek şeylerden korkmuyorum.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.83)>

456. İşletme dışındaki kişilere işletmem hakkında bahsetmekten hoşlanırım.=Katılıyorum İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi görürüm.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.82)>

458. Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılıyorum 72 ==> Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum 59 <güven:(0.82)>

472. Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyarım.=Katılıyorum 126 ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ 102 <güven:(0.81)>

482. Cinsiyetiniz=ERKEK Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.81)>

500. Cinsiyetiniz=ERKEK Kendimi çalıştığım işletmeye duygusal açıdan bağlı hissetmiyorum.=Katılmıyorum ==> Çalıştığım işletmede kendimi “ailenin bir parçası” gibi hissetmiyorum.=Katılmıyorum <güven:(0.79)>

510. Şu anda çalıştığım işletmede kalmak benim için bir istek kadar bir zorunluluk meselesidir.=Katılıyorum ==> İşletmedeki Pozisyonunuz =İŞÇİ <güven:(0.79)>

567. Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılıyorum ==> Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum <güven:(0.75)>

568. Bu işletme için çalışmaya devam etmemin en önemli nedenlerinden biri, sadakatin önemli olduğuna inanmam ve ahlaki bir yükümlülük duygusu hissetmemdir.=Katılıyorum Bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildi.=Katılıyorum ==> İnsanların kariyerlerinin çoğunu tek bir işletmede geçirdiği zamanlarda işler daha iyiydi.=Katılıyorum <güven:(0.75)>

Bu araştırmada, Apriori algoritması kullanılarak elde edilen birliktelik kurallarının incelenmesi sonucunda ilginç bulgulara ulaşılmıştır. Kural 1'e göre, %100 güvenilirlik oranı ile başka bir işletmeye de şuan çalıştığım işletmede olduğum gibi kolayca bağlanabileceğini düşünmeyen bireyler erkektir. Kural 34'e dayanan bir başka sonucuna göre, %97güvenilirlik oranıyla bir işletmeden diğer işletmeye geçmeyi hiç etik görmeyen bireyler aynı zamanda bana bir işletmeye sadık kalmanın ne kadar değerli olduğuna inanmam gerektiği öğretildiğini söyleyen erkeklerdir. Kural 382'e göre %88 güvenilirlik oranı ile Kariyerimin geri kalanını şuan çalıştığım işletmede geçirmekten mutluluk duyuyorum diyen bireyler İşletmemin problemlerini kendi problemlerim gibi gören erkek bireylerdir. Kural 500'e göre cinsiyeti erkek olan ve kendini çalıştığım işletmeye duygusal olarak bağlı his etmeyen bireyler aynı zamanda çalıştığı işletmede kendini ailenin bir parçası gibi his etmemektedir. Kurallar değerlendirildiğinde, eğitim ve çalışılan işletmeden mutluluk duyma faktörlerinin işletme bağlılığıyla sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Literatürde yapılan çalışmaların bulgularına göre, eğitim seviyesi ile örgütsel bağlılık arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve eğitim

düzeşinin artmasıyla birlikte örgütsel bağlılık arttığı gözlemlenmektedir. Yani, çalışanların eğitim düzeyleri yükseldikçe, iş yerine olan bağlılıklarının da güçlendiği belirlenmiştir (Bakan et al., 2011). Bu sonuçlar çalışanların kişisel bağlılık ve aidiyet duygularını etkileyen faktörlerin anlaşılması amacıyla kullanılabilir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, odun esaslı levha ve kontrplak/kaplama üretimi yapan işletmelerde çalışanların örgütsel bağlılık düzeyleri ve bağlılık düzeylerinin demografik özelliklere (cinsiyet, yaş, medeni durum, pozisyon, gelir, eğitim, çalışma süresi, sektör) göre farklılık gösterip göstermediği tespit edilme çalışılmıştır. Aynı zamanda Apriori algoritması ile örgütsel bağlılık ve çeşitli faktörler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu bağlamda, çalışanlardan elde edilen veriler, uygun istatistiksel analizlerle titizlikle değerlendirilmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

Değerlendirilen veriler sonucunda, katılımcıların örgütlerine duydukları bağlılık düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir. Yapılan incelemede, incelenen örgütün örgütsel bağlılık açısından düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çalışanların örgütteki sadakat konusuna önem verdiği ve tek bir işletmede çalışmanın, hayatlarının daha olumlu olacağına inandıkları gözlemlenmiştir. Bu bulgular, örgütsel bağlılık düzeyini artırmak ve çalışanların motivasyonunu güçlendirmek için örgüt yönetimine rehberlik edebilecek önemli bilgiler sunmaktadır.

Çalışanların demografik özelliklere göre örgütsel bağlılık düzeyleri incelendiğinde, yöneticilerin bağlılık düzeyinin yüksek olduğu, kontrplak/kaplama sektöründe çalışanların örgütlerine daha bağlı, önlisans mezunlarının bağlılık düzeylerinin düşük olduğu, yaş seviyesi arttıkça bağlılık düzeyinin azaldığı, daha az deneyime sahip olanların daha fazla deneyime sahip olanlara göre örgütlerine daha bağlı oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda, Apriori algoritmasının uygulanmasıyla elde edilen birliktelik kuralları aracılığıyla eğitim ile örgütsel bağlılık arasında güçlü bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışma literatüre katkı sağlamasına rağmen, araştırma bulguları İstanbul ve Kocaeli illerindeki orman ürünleri sektöründe çalışan bireylerle sınırlandırılmıştır. Bu çalışma farklı illerdeki orman ürünleri alanında faaliyet gösteren işletmelere de yapılabilir. Ayrıca, orman ürünleri üretimi yapan işletmelerdeki yüksek örgütsel bağlılık düzeyinin, firmanın karlılığını artırma, ihracata odaklanma, maliyetleri düşürme ve verimliliği artırma gibi hedeflere ulaşma sürecini kolaylaştırarak ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacağı bilimsel araştırmalara göre desteklenmektedir.

#### Yazar Katkıları

**Nadir Ersen:** Çalışma konusunun seçilmesi, verilerin elde edilmesi, analizin yapılması, verilerin yorumlanması, makalenin yazılması.

**Timuçin Bardak:** Çalışmanın düzenlenmesi, analizin yapılması, verilerin yorumlanması, makalenin yazılması.

**Uğur Can Usta:** Anketlerin hazırlanması ve gerçekleştirilmesi.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynaklar

Allen, N. J. ve Meyer, J. P. (1990). The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organisation. *Journal of Occupational Psychology*, 63, 1-18.

Anttila, E. (2014). Components of organizational commitment: A case study consisting managers from finnish industrial company. (Master's thesis). Erişim adresi:

- Bakan, I., Büyükbeşe, T. ve Erşahan, B. (2011). An investigation of organizational commitment and education level among employees. *International Journal of Emerging Sciences*, 1(3), 231-245.
- Bardak, S., Bardak, T., Peker, H., Sözen, E. ve Çabuk, Y. (2021). Predicting effects of selected impregnation processes on the observed bending strength of wood, with use of data mining models. *Bioresources*, 16(3), 4891.
- Bardak, T. , Bardak, S. ve Sözen, E. (2019). Data mining and pixel distribution approach for wood density prediction. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 386-396. Erişim adresi:
- Dağlı, A., Elçiçek, Z. ve Han, B. (2018). Örgütsel bağlılık ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(68), 1765-1777.
- Farahani, M., Taghadosi, M. ve Behboudi, M. (2011). An exploration of the relationship between transformational leadership and organizational commitment: The moderating effect of emotional intelligence: Case study in Iran. *International Business Research*, 4(4), 211-217.
- Göze, E. (2021). Örgütsel bağlılık ve örgütsel özdeşleşmenin whistleblowing (bilgi ifşası) üzerine etkisi: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi'nde bir araştırma. (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi:
- İşcan, Ö. F. (2006). Dönüştürücü/etkileşimci liderlik algısı ve örgütsel özdeşleşme ilişkisinde bireysel farklılıkların rolü. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11, 160-177.
- Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A. S., Çabuk, Y., Kurt, R. ve İmren, E. (2019). Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4), 447-457.
- Kaya, Ş. D. (2010). Hemşirelerin örgütsel bağlılık düzeyleri üzerine bir araştırma. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 10(20), 77-96.
- Kim, H. Y. (2019). Statistical notes for clinical researchers: The independent samples t-test. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(3): e26.
- Kurt, R. ve Can, A. (2021). Optimization of the effect of accelerated weathering conditions on wood surfaces via the Taguchi method. *BioResources*, 16(1), 1642.
- Merihli Taştan, E. (2020). Örgütsel özdeşleşme ve örgüte bağlılık ilişkisi: İBB örneği. (Yüksek lisans tezi).
- Meyer, J. P. ve Allen, N. J. (1991). A three-component conceptualization of organizational commitment. *Human Resource Management Review*, 1(1), 61-89.
- Meyer, J. P. ve Allen, N. J. (1997). *Commitment in the work place: Theory, research, and application*. California, USA: Sage Publications.
- Meyer, J. P., Allen, N. J. ve Smith, C. A. (1993). Commitment to organizations and occupations: Extension and test of a three-component conceptualization. *Journal of Applied Psychology*, 78, 538-551.
- Özdamar, K. (2003). *Modern bilimsel araştırma yöntemleri*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, A. (2010). Örgütsel özdeşleşmenin algılanan örgütsel destek, cinsiyet ve kıdem değişkenlerine göre incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 237-250.
- Qureshi, J. A., Hayat, K., Ali, M. ve Sarwat, N. (2011). Impact of job satisfaction and organizational commitment on employee performance, evidence from Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(4), 642-657.
- Papi, R., Attarchi, S., Darvishi Bolorani, A. ve Neysani Samany, N. (2022). Knowledge discovery of Middle East dust sources using Apriori spatial data mining algorithm. *Ecological Informatics*, 72, 101867.
- Sözen, E. ve Bardak, T. (2021). Mobilya üretimde kullanılan farklı malzemelerin web madenciliği yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 103-113.
- Sözen, E., Bardak, T. ve Bardak, S. (2022). FP-growth algoritması kullanılarak tüketiciler ve mobilya kullanım süresi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 194-201.
- Sözen, E., Bardak, T., Peker, H. ve Bardak, S. (2017). Apriori algoritması kullanılarak mobilya seçimde etkili olan faktörlerin analizi, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 679-684.
- Trofimov, A., Bondar, I., Trofimova, D., Miliutina, K. ve Riabchych, I. (2017). Organizational commitment factors: role of employee work engagement. *Revista Espacios*, 38(24), 1-10. Erişim adresi:

Wu, M. ve Sakai, H. (2015). On parallelization of the NIS-apriori algorithm for data mining. *Procedia Computer Science*, 60, 623–631.

# Determination of Volatile Components in Mountain Tea (*Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham) Grown in its Natural and Agricultural Field Environment

Güliz Türkmenoğlu<sup>1,\*</sup>, Hüseyin Fakir<sup>2</sup>

<sup>1,\*</sup> Alanya Alaaddin Keykubat University, Akseki Vocational School, Department of Forestry, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, Isparta, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Received: 07.02.2023

Accepted: 18.09.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article



**Abstract-** In this study, it was aimed to compare the volatile components of *Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham species mountain tea collected from nature and grown under field conditions with HS-SPME GC-MS technique. The cuttings of the plant were collected from Isparta Province, Yenişarbademli District, rocky location of Dedegöl Mountain in April 2020, and were transferred to field conditions at the end of May in the same year after rooted in a greenhouse environment. In June-July 2021, during the flowering period, leaf and flower samples peculiar to the species were collected from both field and natural environments and dried under room conditions. Using solid based micro-extraction technique, 72 volatile components were determined in natural growing environment and 88 volatile components in field environment in *S. condensata* by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). Among the volatile components found in natural habitat and field environment,  $\alpha$ -pinene (9.30%-2.32%),  $\beta$ -pinene (18.12%-5.66%),  $\beta$ -ocimene (4.46%-1.06%), trans-caryophyllene (12.77%-0.83%), germacrene-D (10.59%-0.67%),  $\gamma$ -cadinene (2.09%-10.94%),  $\alpha$ -gurjunene (0.03%-16.68%), farnesene (0.98%-6.00%) were identified as the main components of *Sideritis condensata*. When the volatile components were examined, it was observed that sesquiterpene hydrocarbons were high.

**Keywords -** *Sideritis condensata*, solid-based micro extraction technique, endemic, volatile component,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene, germacrene-D

## Dağ Çayı (*Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham)'ın Doğal ve Tarla Ortamındaki Uçucu Bileşenlerinin Belirlenmesi

<sup>1,\*</sup> Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Akseki Mesek Yüksek Okulu, Ormancılık Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 07.02.2023


Kabul: 18.09.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi

**Öz-** Bu çalışmada doğadan toplanan ve tarla koşullarında yetiştirilen *Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham türü dağ çayının uçucu bileşenlerinin HS-SPME GC-MS tekniği ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bitkinin çelikleri Isparta İli, Yenişarbademli İlçesi, Dedegöl Dağı kayalık mevkiinden 2020 yılı Nisan ayında toplanmış ve sera ortamında köklendirilerek aynı yıl Mayıs ayı sonunda tarla koşullarına aktarılmıştır. 2021 yılı Haziran-Temmuz ayında (çiçeklenme dönemi) hem tarla hem de doğal koşullardan türe ait yaprak ve çiçek örnekleri toplanmış ve oda koşullarında kurutulmuştur. Katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak, gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC-MS) ile *S. condensata* 'da doğal yetiştirme ortamında 72 adet uçucu bileşen ve tarla ortamında 88 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Doğal yetiştirme ortamı ve tarla ortamındaki uçucu bileşenlerinden  $\alpha$ -pinene (9.30%-2.32%),  $\beta$ -pinene (18.12%-5.66%),  $\beta$ -ocimene (4.46%-1.06%), trans-caryophyllene (12.77%-0.83%), germacrene-D (10.59%-0.67%),  $\gamma$ -cadinene (2.09%-10.94%),  $\alpha$ -gurjunene (0.03%-16.68%), farnesene (0.98%-6.00%) *Sideritis condensata* 'nın ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Uçucu bileşen sınıflarına bakıldığında seskiterpen hidrokarbonların yüksek oranda olduğu bulunduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler -** *Sideritis condensata*, katı faz mikro ekstraksiyon tekniği, endemik, uçucu bileşen,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene, germacrene-D

<sup>1</sup>  guliz.turkmenoglu@alanya.edu.tr

<sup>2</sup>  huseyinfakir@isparta.edu.tr

\* Corresponding Author/ Sorumlu Yazar: Güliz Türkmenoğlu

## 1. Introduction

Turkey is one of the richest countries in the world in terms of natural vegetation. The main reason for this is the fact that the Mediterranean, Iranian-Turanian and Euro-Siberian which are among the few phytogeographic regions on Earth are located in Anatolia and merge with each other in some places (Durmuşkaya, 2005). Turkey is a country with fertile soils in terms of medicinal and aromatic plants owing to its location on different climatic zones, its having a large surface area and geographical location. There are 11,466 plant taxa that grow naturally in Turkey, and about 3649 of these are endemic (Güner et al., 2012) About 1000-2000 of these plant taxa are used for medicinal purposes (Arslan et al., 2000). Besides its rich flora, Turkey also has a wide diversity of medicinal and aromatic plants. (Arslan et al., 2015).

The Mediterranean region is rich in medicinal and aromatic plants. Many aromatic plants such as *Sideritis*, *Salvia*, *Thymus*, *Thymbra*, *Satureja*, *Origanum*, *Micromeria* and *Tilia* are also popularly used as herbal tea by public (Başer, 2000). In addition to being used as spices, medicinal and aromatic plants are also used as raw materials in many industries such as cosmetics and pharmacy (Çelik, 2019). Most of the studies conducted on the medicinal plants in Turkey so far are predominantly about anatomical, botanical and chemical analyses (Baydar, 2016). Medicinal and aromatic plants are among the significant product groups which provide a source of raw materials as spices and essential oil for the food industry and cosmetic industries (Soysal, 2000). A significant part of the medicinal and aromatic plants consumed in Turkey are already obtained from nature (Çiçekli, 2014). The Lamiaceae family is one of the most important plant groups since so many of the plants in his family are used as aromatic and medicinal herbs. (Dönmez, 2022). Lamiaceae family is one of the most significant families of Angiospermae and is a large family that represents many useful plants such as mountain tea, sage, thyme, and mint (Kaya, 1997). Lamiaceae family includes 546 species, 45 stocks and a total of 731 taxa which contain usually fragrant single or perennial herbaceous, rarely shrubs or trees (Davis, 1982). There are 44 species (55 taxa) of *Sideritis* spp., a significant stock in the Lamiaceae family (Duman et al., 2005; Şahin et al., 2008). *Sideritis condensata* is called "Cocooned Thyme" in Turkey (Yordanova and Apostolova, 2000). *Sideritis* species, which are known as mountain tea, highland tea or sage in Turkey, are currently only utilized in the domestic market. However, certain species are under danger in their natural habitats due to intensive gathering or grazing. This makes it important to develop the cultivation and utilization of these economically significant species at further stages (Gümüşçü and et al., 2011). *Sideritis* L. belongs to Lamiaceae Lindl. (Labiatae Juss.) family which contains the most common and diverse plants in the world (Heywood, 1996). In *Sideritis*, inflorescences and leaves are the parts that are used. It is traditionally used as a stimulant, appetite stimulant, stomach pain reliever and used for dyspeptic (indigestion) complaints (Saraç and Uğur, 2007). In alternative medicine, it is used as a sedative, carminative, antinflamator, antipasmodic, cough suppressant, stomach pain reliever, anticonvulsant, and used to relieve coughs caused by cold and digestive complaints. Aqueous extracts of some types of *Sideritis* have antidepressant properties (Tabanca et al., 2001).

The *Sideritis* species, commonly referred to as "Sage and Mountain Tea," are used as a nervous system stimulant, anti-inflammatory, antispasmodic, carminative, analgesic, sedative, antitussif, gastroprotective, and antikonvulsant in the treatment of coughs brought on by colds. (Kırırmer et al., 1999).

In this study, *Sideritis condensata* Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham's volatile components of flowers and leaves belonging to two different areas were determined by SPME analysis. Both growing areas, natural and field environment, were considered. The results of the analysis were compared with the ones in the literature.

## 2. Material and Method

### 2.1. Material

In this study, *S. condensata* species collected from Isparta Province, Yenişarbademli District, rocky location of Dedegöl Mountain, at 2300 metres altitude, 37°69'35"N; 31°30'90"E coordinates was used as the material. Bedrock limestone rocks make up the area, and brown forest soil predominates (Mutlu et al, 2003). *S. condensata* plant collected from Dedegöl Mountain was cultivated by taking the cuttings of the plant. The plant was diagnosed by us using the distinction key in "Flora of Turkey" (Davis, 1982). *S. condensata* was

given the herbarium number ISPO 1501 at Isparta University of Applied Sciences and the sample was recorded in the herbarium.

## 2.2. Features of the growing environment in field conditions

The soil properties of the research area were analyzed according to the method suggested by Rowell (Rowell, 1996). The soil texture was determined to include 1.1% clay loam, organic matter content, by using Walkley-Black Method, 7.20% lime content by using Schiebler calcimeter, 0.38% salt content, 3.9 mg/kg available phosphorus, and 119.0 mg/kg in 1N NH<sub>4</sub>OAc available potassium. Moreover, the soil Ph was found to be slightly acidic (pH 6.5). The study was carried out under field conditions at an altitude of 1278 metres.

## 2.3. Method

The cuttings of *S. condensata* plant were collected from nature in April 2020 and cultivated by using 1000 ppm indole butyric acid in a controlled greenhouse environment. The rooting rate of the cuttings taken was determined as  $30 \pm 2\%$ . At the end of May, the rooted seedlings were planted in the experimental field of the Rose and Aromatic Plants Application and Research Center of Isparta University of Applied Sciences at the planting norm of  $1 \times 0.5$  m and in the same year. Weed control was applied before planting. In June-July 2021 (flowering period), leaf and flower samples belonging to the species were collected both from the field and from natural conditions. The collected samples were placed in paper bags and transferred to the laboratory on the same day without any delay and exposure to the sunlight. The samples were dried at room temperature (25 °C) until they reached a constant weight. The floral volatile components of the samples were combined with gas chromatography/ mass spectrometry (GC/ MS) and determined by the Headspace-Solid Based Micro Extraction (HS-SPME) technique. Based on solid-based micro extraction technique, 2 grams of leaf-flower samples taken from each flower were placed in a 10 ml vial and kept at 60 °C for 30 minutes after the mouth was closed with a silicone lid. The SPME apparatus with 75 µm thin Carboxene/Polydimethylsiloxane (CAR/PDMS) coated fiber through the headspace to adsorb volatile substances was directly injected into the capillary column of a Shimadzu 2010 Plus GC-MS instrument. This process was repeated three times and the accuracy of the results was compared and the results were obtained by taking the averages. The device, operated in EI mode (70 eV), was connected to a mass selective detector of the same brand. Helium with a flow rate of 1.61 mL per minute was used as the carrier gas. Wiley, NIST Tutor and FFNSC libraries were used to identify volatile components.

## 3. Findings and Discussions

The results of SPME (solid-based micro extraction) analysis conducted to determine the volatile components of *S. condensata* in its natural growing environment and field environment are given in Table 1.

In this study, 72 volatile components in the mountain tea (*S. condensata*) sample obtained from its natural environment and 88 volatile components in the one collected from the field were found as a result of SPME analyses. According to the results of solid-based micro extraction technique (SPME) conducted in natural growing environment; 0.47% of aromatic alcohols, 4.20% of aromatic aldehydes, 0.13% of aromatic hydrocarbons, 43.42% of monoterpene hydrocarbons, 0.37% of oxygenated monoterpenes, 1.11% of oxygenated sesquiterpenes, 3.66% of other components, 46.12% of sesquiterpene hydrocarbons, 0.06% of methyl ester, 0.07% of phenylpropanoid, 0.22% of hydrocarbon and 0.1% of monopterene aldehydes were found and the components with the highest proportions were  $\alpha$ -pinene (9.30%),  $\beta$ -pinene (18.12%),  $\beta$ -ocimene (4.46%), trans-caryophyllene (12.77%), germacrene-D (10.59%),  $\gamma$ -cadinene (2.09%),  $\alpha$ -gurjunene (0.03%), farnesene (0.98%). According to the results of solid-based micro extraction technique (SPME) conducted in the field environment, 0.64% of aromatic alcohols, 1.73% of aromatic aldehydes, 14.13% of monoterpene hydrocarbons, 4.03% of oxygenated monoterpenes, 3.03% of oxygenated sesquiterpenes, 7.35% of other components, 67.82% of sesquiterpene hydrocarbons and 0.78% of hydrocarbon were found and the

components with the highest proportions were  $\alpha$ -pinene(2.32%),  $\beta$ -pinene(5.66%),  $\beta$ -ocimene(1.06%), trans-caryophyllene(0.83%), germacrene-D (0.67%),  $\gamma$ -cadinene(10.94%),  $\alpha$ -gurjunene(16.68%), farnesene(6.00%). We also found that the amount of sesquiterpene hydrocarbons is high both in its natural habitat and field environment. In total 103 different volatile components were identified.

In the samples of *S. condensata* obtained from its natural growing environment,  $\alpha$ -pinene(9.30%),  $\beta$ -pinene(18.12%),  $\beta$ -ocimene(4.46%), trans-caryophyllene(12.77%), germacrene-D (10.59%),  $\gamma$ -cadinene (2.09%),  $\alpha$ -gurjunene (0.03%), farnesene (0.98%) were found, and in the samples obtained in the field environment,  $\alpha$ -pinene (2.32%),  $\beta$ -pinene (5.66%),  $\beta$ -ocimene(1.06%), trans-caryophyllene (0.83%), germacrene-D (0.67%),  $\gamma$ -cadinene (10.94%),  $\alpha$ -gurjunene (16.68%), farnesene (6.00%) were found to be higher than that of natural habitat's (Table 1).

Sarıkaya (2019) found 62 volatile components in the leaves and flowers of *Sideritis condensata* (Boiss. & Heldr.) subsp. *condensata*, 46 volatile components in the leaves and flowers of *Sideritis hispida* P. H. Davis, 54 volatile components in the leaves and flowers of *Sideritis libanotica* Labill. subsp. *linearis* and 59 volatile components in the leaves and flowers of *Sideritis perfoliata* L., and he found that the major components of *Sideritis condensata* (Boiss. & Heldr.) subsp. *condensata* were  $\beta$ -Pinene (11.44%, 11.44%, 12.29%), 3-Octanol (11.83%, 11.90%, 11.73%), Limonene (15.31%, 14.37%, 14.52%), Caryophyllene (0.26%). While the  $\beta$ -Pinene component was the highest in both Sarıkaya (2019)'s study and this study in natural and field environments, it differed in terms of 3-Octanol, Limonene, Caryophyllene components. Again in Sarıkaya's (2019) study, *Sideritis condensata* (Boiss & Heldr.) subsp. *condensata* had the greatest concentrations of monoterpene hydrocarbon (39.54%) and sesquiterpene hydrocarbon (43.67%). The two hydrocarbons with the greatest rates in this study were monoterpene hydrocarbon (43.49% in the natural environment; 14.13% in the field environment) and sesquiterpene hydrocarbon (46.12% in the natural environment; 67.82% in the field environment). These findings align with those of Sarıkaya's (2019) study.

In the literature review, while 62 diverse volatile components were identified in the study conducted on *Sideritis condensata* (Boiss & Heldr.) subsp *condensata* by Demir (2019),  $\beta$ -pinene (11.44%, 11.44%), 3-Octanol (11.83%, 11.90%), Limonene (15.31%, 14.37%), Caryophyllene (13.55%, 12.04%) were also determined as the main components. In this study, while 3-Octanol and Limonene were not detected among the main components, the other two components were determined among the main components and differently,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -ocimene, germacrene-D components were found among the main components. Kırmır (2001) reported that Lamiaceae family has species rich in essential oils, but *Sideritis* species from the same family is poor in essential oils. Çarıkçı (2005), in his study, determined five components of diterpene structure in *S. condensata*; these were identified as Linearol, Isolinearol, Siderol, Sideridiol and Asetoksi Sideroxol. In this study, 72 volatile components from the natural growing environment and 88 volatile components from the field environment were determined. The main components determined in the studies on the determination of volatile components of *S. condensata* in the literature generally support the results of our study. The varying altitude, climate, and ecological conditions under which the sample material was gathered are regarded to be the cause of the determination of the various components.

Table 1

Volatile component composition of *Sideritis condensata* in its natural habitat and field environment

Mountain Tea ( <i>Sideritis condensata</i> Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham)					
R.T	Components	Natural Habitat	Field Environment	Formula	Category
8.445	Tricyclene	0.02	-	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
8.618	$\alpha$ -Thujene	0.43	0.11	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
8.891	$\alpha$ -Pinene	9.30	2.32	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
9.441	Camphene	0.16	0.06	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
9.566	Verbenene	-	0.05	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	MH



Table 1

Volatile component composition of *Sideritis condensata* in its natural habitat and field environment (continues.)

Mountain Tea ( <i>Sideritis condensata</i> Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham)					
R.T	Components	Natural Habitat	Field Environment	Formula	Category
9.789	(E)-2-Heptenal	0.02	-	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O	AAI
9.885	Benzaldehyde	0.49	0.17	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	AAI
10.357	Sabinene	0.91	0.27	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
10.563	$\beta$ -Pinene	18.12	5.66	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
10.712	1-Octen-3-ol	0.47	0.02	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	AA
11.036	$\beta$ -Myrcene	2.37	0.13	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
11.289	(E,E)-2,4-Heptadienal,	0.28	0.23	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O	AAI
11.398	Ethyl hexanoate	-	0.17	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	OM
11.542	Octanal	0.10	0.29	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	AAI
11.555	n-Octanal	0.03	0.17	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	AAI
11.611	1-Phellandrene	0.05	0.03	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
11.860	(E,E)-2,4-Heptadienal	0.11	0.15	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O	AAI
11.869	2-Propylfuran	-	0.15	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O	AA
11.925	Hexyl acetate	-	0.05	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	ME
12.034	$\alpha$ -Terpinene	0.06	0.07	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
12.320	p-Cymene	0.25	-	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	MH
12.502	Limonene	5.56	2.73	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
12.641	1,8-Cineole	0.11	2.66	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	OM
12.830	cis-Ocimene	1.40	0.73	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
13.034	Benzeneacetaldehyde	0.12	0.02	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	AAI
13.252	$\beta$ -Ocimene Y	4.46	1.06	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
13.650	$\gamma$ -Terpinene	0.12	0.09	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
14.705	$\alpha$ -Terpinolene	0.15	0.14	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	MH
14.870	1-Methyl-4-isopropenylbenzene	0.07	0.09	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	MH
15.324	Linalool	0.09	0.05	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	OM
15.489	n-Nonanal	0.05	0.47	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	AAI
15.655	1-Octen-3-yl-acetate	0.03	-	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	ME
16.297	$\alpha$ -Campholene aldehyde	0.02	-	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
16.310	$\alpha$ -Campholenal	-	0.12	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	OC
16.436	p-Mentha-1,5,8-triene	0.06	-	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	MH
16.853	3,7-Dimethyl-1,3,6-Octatriene	0.13	-	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub>	AH
16.754	6,6-Dimethylbicyclo[3.1.1]heptan-2-one	-	0.06	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	AAI
16.867	trans-Pinocarveol	-	0.28	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	OC
17.106	Carveol	-	0.03	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	OC
17.668	Pinocarvone	-	0.39	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	OM
18.402	4-Terpineol	-	0.02	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	OM
18.571	4-Methylacetophenone	-	0.47	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O	AA
18.789	Methyl salicylate	0.24	-	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO	OC
18.926	Myrtenal	0.15	0.53	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	OM
19.194	Dodecane	0.08	0.43	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	H
19.377	Capraldehyde	0.1	-	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	MA
19.386	Decanal	-	0.28	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	MA
20.292	Z-3-hexenyl 2-methylbutanoate	0.03	0.06	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	SH
20.375	2,6-Dimethyl-1,7-Octadiene-3-ol	0.02	-	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	OM
20.480	Hexyl 2-methylbutyrate	-	0.16	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	ME
20.491	Butanoic acid	0.03	-	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	ME
20.690	Cuminaldehyde	3.00	0.17	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	AAI
20.749	Carvone	-	0.15	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	OM
21.655	E-Citral	-	0.03	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	OC
22.539	1-Tridecene	-	0.59	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub>	MH
22.553	1-Heptadecene	0.02	-	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub>	H
22.653	Benzyl isobutyrate	-	0.04	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	OC
22.860	Tridecane	0.08	0.09	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	H
22.899	Carvacrol	-	0.06	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	OM
23.596	3(Z)-Hexenyl-tiglate	0.21	0.49	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	OC
23.848	Hexyl-tiglate	0.11	0.13	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	OC
23.926	Bicycloelemene	-	0.52	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	OC
24.472	$\alpha$ -Cubebene	1.01	2.67	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	OC
24.598	Eugenol	0.07	-	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	PP
25.226	Ylangene	0.23	0.17	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
25.474	$\alpha$ -Copaene	3.05	4.08	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH

Table 1

Volatile component composition of *Sideritis condensata* in its natural habitat and field environment (continues.)

Mountain Tea ( <i>Sideritis condensata</i> Boiss. Et. Heldr. Apud Bentham)					
R.T	Components	Natural Habitat	Field Environment	Formula	Category
25.742	$\beta$ -Bourbonene	1.96	2.97	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	OC
25.883	epi-bicyclosesquiphellandrene	0.77	1.33	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
25.917	$\beta$ -Elemene	-	0.93	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
26.081	Sativen	-	0.29	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
26.241	Phenyl ether	0.06	-	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> O	OC
26.345	Tetradecane	0.04	0.26	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	H
26.538	$\alpha$ -Gurjunene	0.03	16.68	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.005	trans-Caryophyllene	12.77	0.83	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.281	$\beta$ -Cubebene	0.52	0.31	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.424	$\beta$ -Gurjunene	0.23	-	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.548	$\alpha$ - Cedrol	-	0.58	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	OS
27.568	(+)-Aromadendrene	0.55	0.53	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.799	Isoledene	0.64	-	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
27.883	$\gamma$ -Gurjunene	-	0.35	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.057	Cadina-1(6),4-diene <10- $\beta$ -H>	-	7.52	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.079	(E)- $\beta$ -Farnesene	5.28	0.52	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.321	Alloaromadendrene	-	0.77	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.340	(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	0.43	0.23	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.545	Germacrene-D	10.59	1.34	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.661	Epi-bicyclosesquiphellandrene	-	0.23	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.699	$\delta$ -Cadinene	0.25	3.94	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.799	$\gamma$ -Cadinene	2.09	10.94	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
28.786	$\delta$ - Muurolene	-	1.07	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
29.282	$\alpha$ -Bergamotene	2.01	6.00	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
29.469	Bicyclogermacrene	4.36	0.61	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
29.541	$\alpha$ -Muurolene	0.52	1.06	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
29.714	Farnesene	0.98	6.00	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
29.829	$\beta$ -Bisabolene	0.20	0.19	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
30.581	Calamenene	-	1.18	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	SH
30.714	$\alpha$ - Cadinene	-	0.42	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
30.731	$\alpha$ -Muurolene	0.39	-	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
30.859	$\alpha$ -Calacorene	0.07	0.07	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub>	OC
31.492	Isocaryophyllene	-	0.24	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	SH
31.991	Cedr-8-en-13-ol	-	1.08	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	OS
32.145	(-)-Caryophyllene oxide	0.26	1.37	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	OS
35.269	cis-Farnesol	0.85	-	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	OS
42.370	ar-Curcumene	0.21	-	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	SH
<b>Total :</b>		<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Number of Components :</b>		<b>72</b>	<b>88</b>		

*S. condensata* was collected from natural habitat and cultivated with cuttings. This study identified the volatile components of *S. condensata* from both its natural habitat and the field environment, which were created with cutting in the environment. The volatile components of Mountain Tea (*S. condensata*) produced in the field environment and the one grown in its natural environment were compared to determine the volatile components. 103 different components, 72 in the natural habitat and 88 in the field environment of *S. condensata* collected from Yenişarbademli District, rocky location of Dedegöl Mountain in Isparta Province and produced in the field environment were determined.  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -ocimene, trans-caryophyllene, germacrene-

D,  $\gamma$ -cadinene ,  $\alpha$ -gurjunene, farnesene were identified as the main components and it was found that Sesquiterpene Hydrocarbon was high.

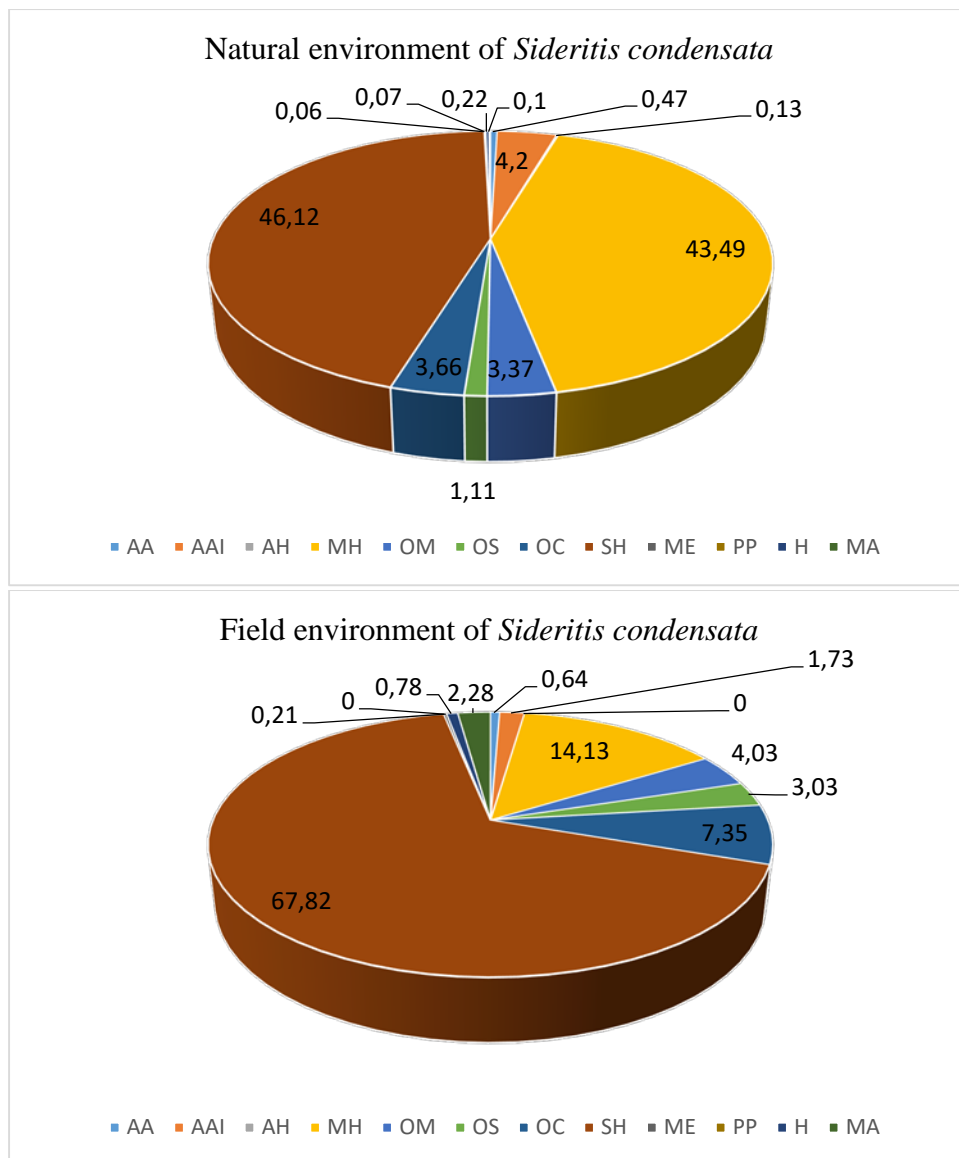


Figure 1. Classification of volatile components of *S. condensata*

While the highest rate of  $\beta$ -Pinene (18.12%) component was found in the analysis results of *S. condensata* collected from natural feces, the highest rate of  $\gamma$ -Cadinene (20.94%) component was found in the field environment. These results showed that *S. condensata* is rich in  $\beta$ -Pinene and  $\gamma$ -Cadinene components. According to the results of the analysis, Sesquiterpene hydrocarbons were found to be the highest in the natural environment (46.12%) and in the field environment (67.82%). While the Monoterpene hydrocarbon ratio of *S. condensata* collected from the natural environment was 43.49%, the Monoterpene hydrocarbon ratio of *S. condensata* collected from the field environment was determined as 14.13%.

#### 4. Results and Recommendations

Important variations were determined between the monoterpene hydrocarbon ratios of *S. condensata* transferred from the natural environment to the field environment. The discrepancies seen in the components may be due to variances in the soil's structure and altitude. In addition, it has been determined that the flowering periods of *S. condensata* specimens are similar in their natural environment and field environment. It has been determined by the study that it is the main source of information for possible environmental changes that may

occur in nature. Therefore, it is of crucial importance to evaluate the various types of mountain tea species in our country. Species with high medicinal and aromatic value, such as mountain tea, sage, thyme and linden are collected so excessively that they face extinction risk. Recently, collecting various mountain tea species from nature due to its medicinal value has increased. Necessary precautions and trainings are recommended to raise the awareness of collectors. Studies should also be increased to grow the culture. Furthermore, the study provided a base for the plans to be made for species conservation and sustainable forestry activities within the scope of the protection of biological diversity. In order to ensure the increase in quality production, it is necessary to continue the studies to grow the culture. With this study, the production of *S. condensata*, which is one of the medicinal and aromatic plants, has spreaded to larger areas, which contributed to the commercial value of the plant and enabled the producer to grow more quality products. The studies should be encouraged to grow the culture for reproduction of the plant.

It has been stated that the efforts of growing culture of *S. condensata* have positive outcomes and will form a basis for the plans to enable the producers and farmers to conduct their activities in the future. Information about suitable growing environments of *S. condensata* has been obtained. It has been the main source of information for possible environmental changes that may occur in nature. It is also predicted that this study on *S. condensata* will be a source for other studies to be carried out on the transfer of its medicinal and aromatic properties from its natural habitat to the field.

### Explanation

This study was produced from a part of the PhD Thesis titled “Determination of some Botanical Characteristic and Agricultural Performances of Mountain Tea (*Sideritis* spp.) Taxa Spreading Naturally in Isparta Province” Isparta University of Applied Sciences, Graduate Education Institute. We are deeply grateful to Isparta University of Applied Sciences Scientific Research Projects Management Unit, who financially supported the thesis with the Project number 2021-D1-0132.

### Author Contributions

All authors contributed equally to the writing and analysis of this article.

### Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

### References

- Arslan, N., Yılmaz, G., Akınerdem, F., Özgüven, M., Kırıcı, S., Arıoğlu, H., Gümüşçü, A., Telci, İ. (2000). Nişasta-şeker Tütün ve Tıbbi Aromatik Bitkilerin Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri, *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 1. Cilt, 17-21 Ocak, Ankara, Türkiye, 453-483 ss.
- Arslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karik, Ü., Şekeroğlu, N., Gümüşçü, A. (2015). Tıbbi Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, 1. Cilt, 20-21 Mart, Ankara, 483-507 ss.
- Başer, K. H. C. (2000). Uçucu Yağların Parlak Geleceği, *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni*, Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi, Sayı:15, Eskişehir.
- Baydar, H. (2016). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi, *Nobel Akademik Yayınları*, Isparta, 39-59 ss.
- Çarıkçı, S. (2005). *Sideritis condensata* Boiss. & Heldr Phytochemical Analysis of the Plant, *Master Thesis*, Balıkesir University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Balıkesir. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>

- Çelik, A. (2019). Medicinal and Aromatic Plants Market and Development Opportunities in Hatay Province, *PhD Thesis*, Çukurova University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çukurova. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Çiçekli, M. (2014). The Effects of Inputs Applied to Some Medicinal and Aromatic Plants Grown Organically and Conventionally on Some Yield and Quality Parameters, *PhD Thesis*, Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Davis, P.H. (Ed.). (1982). Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, 7, pp. 297.
- Demir, S. (2019). Davraz Mountain (Isparta) Some Natural Mountain Island Tea (*Sideritis* spp.) Determination of Leaf and Flower Volatile Components of Taxa, *Master Thesis*, Isparta University of Applied Sciences, Graduate School of Education, Isparta. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Dönmez, E., (2022). Volatile Oil Composition Of Teucrium Species Of Natural And Cultivated Origin in The Lake District Of Turkey, *Applied Ecology and Environmental Research*, 20(3):2235-2245. [https://www.aloki.hu/pdf/2003\\_22352245.pdf](https://www.aloki.hu/pdf/2003_22352245.pdf)
- Duman, H., Kırırmer, N., Ünal, F., Güvenç, A., Şahin, P. (2005). Türkiye *Sideritis* L. Türlerinin Revizyonu, *Tübitak Projesi Sonuç Raporu*, Proje No: TBAG-1853 (199T090), Ankara.
- Durmuşkahya, C. (2005). Vegetation Ecology of the Lower Gediz Basin. *PhD Thesis*, Celal Bayar University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology, Manisa. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Gümüşçü, A., Tugay, O. & Kan, Y. (2011). Comparison of Essential Oil Compositions of Some Natural and Cultivated Endemic *Sideritis* Species, *Advances in Environmental Biology*, 5(2): 222-226. <http://www.aensiweb.com/old/aeb/2011/222-226.pdf>
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi, *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırma Derneği Yayını*, İstanbul.
- Heywood, V.H. (1996). Flowering Plants of The World, BT Batsford Ltd., pp. 239, London.
- Kaya, A. (1997). Morphological, Anatomical and Chemical Researches on *Acinos* Miller Species Grown in Turkey, *PhD Thesis*, Anadolu University, Health Sciences Institute, Eskişehir. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Kırırmer, N., Tabanca, N., Tümen, Duman, H.G., Başer, K. H. C. (1999). Composition of Essential Oil of Four Endemic *Sideritis* Species from Turkey, *Flavour and Fragrance Journal*, 14(6): 421-425.
- Kırırmer, N., Tabanca, N., Demirci, B., Başer, K.H.C., Duman, H., Aytac, Z. (2001). The essential oil of a new *Sideritis* species: *Sideritis ozturkii* Aytac and Aksoy, *Chemistry of Natural Compounds*, 37: 234–237.
- Mutlu, B., Erik, S. (2003). Flora of Kızıldağ Mountain (Isparta) and Environs, *Turkish Journal of Botany*, 27(6): 463-493.
- Rowell, D.L. (1996). Soil Science: Methods and Applications, Longman, London.
- Saraç, N., Uğur A. (2007). Antimicrobial activities and usage in folkloric medicine of some Lamiaceae species growing in Mugla, Turkey. *Eurasian Journal of Biosciences*, 1(4): 28-34.
- Sarıkaya, A., & Canıs, S. (2019). Volatile components of leaf and flowers of natural mountain sage (*Sideritis* spp.) taxa from Davraz Mountain, Isparta-Turkey, *International Journal of Biology and Chemistry*, 12(2):70-79.

- Soysal, Y. (2000). A Research on the Drying of Various Medicinal and Aromatic Plants on a Business Scale, PhD Thesis, Çukurova University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çukurova. Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Şahin, F.P., Duman H., Ezer N. (2008). Comparative Morphological Investigation of *Sideritis* Species II: *S. cilicica* Boiss. & Bal & *S. niveotomentosa* Hub.-Mor., *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5(1): 35-44.
- Tabanca, N., Kırimer, N., Başer, K. H. C. (2001). The Composition of Essential Oils from Two Varieties of *Sideritis erythrantha* var *erythrantha* and var *cedretorum*, *Turkish Journal of Chemistry*, 25: 201- 208.
- Yordanova, M., Apostolova, I. (2000). Estimation of the status of representative populations of *Sideritis scardica* Griseb'in the Rhodopi Mts, *Phytologia Balcanica*, 6(1): 43-57. <http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/2000-6-1/2000-6-1-04.pdf>

# Arbusküler Mikorizal Fungus Aşılmasının Lavanta (*Lavandula angustifolia* L.) Bitkisinin Toprak Altı ve Toprak Üstü Biyomasına Etkilerinin Araştırılması

Ömer Faruk Karaman<sup>1</sup>, Şahin PALTA<sup>1</sup>, Eren Baş<sup>1,\*</sup>

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 02.06.2023

Kabul: 13.09.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Bu çalışmanın amacı, erozyon riski taşıyan, kıraç, eğimli, marjinal toprak koşullarına sahip arazilerde yetişebilen lavantaya Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF) aşılmasının, lavantanın toprak altı ve üstü biyomas özelliklerine etkilerini araştırmaktır. Lavantanın çelikleri dezenfekte edilmiş toprak+kum karışımında bulunan saksılara dikilmiştir. AMF aşılması için yurt dışı kaynaklı markası ERS (Endo Root Soluble) olan, *Gigaspora margarita*, *Glomus monosporus*, *Glomus intraradices*, *Glomus deserticola*, *Glomus clarum*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus brasilianum*, türlerinin karışımı kullanılmıştır. Her çelik için kontrol, 25/50/75 adet spor olacak şekilde AMF aşılama işlemi uygulanmıştır. Lavanta çeliklerinin üretildiği toprakların analiz sonuçlarına göre, toplam azot ve karbon içerikleri az, hafif asidik, hafif alkali, tuzsuz, az kireçli, fosfor ve potasyum içeriklerinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; AMF aşılmasında spor sayısının bitki boyu ve dal sayısına etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, yaş ve kuru kök ağırlığı, yaş ve kuru gövde ağırlığı, kök sayısı ve kök uzunluğunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Yapılan araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, AMF aşılmasının lavantanın toprak altı ve üstü biyomasını artırdığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde en yüksek toprak altı ve üstü biyomas değerleri 75 adet AMF sporu aşılmasından elde edilmiştir. Bu kapsamda kurak-yarı kurak bölgeler ile erozyon riski taşıyan alanlarda, kimyasal gübreler yerine AMF aşılması gibi doğal yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Böylece, bitkilendirme çalışmalarında hem başarı oranının artmasına hem de bu tarz çalışmalarda ülkemiz özsermaye kaybının azalmasına büyük fayda sağlanacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Arbusküler mikorizal funguslar, lavanta, aşılama, erozyon, toprak koruma

## The Investigation of The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation on the Under and Aboveground Biomass of Lavender (*Lavandula angustifolia* L.)

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

## Article History

Received: 02.06.2023


Accepted: 13.09.2023


Published: 15.12.2023


## Research Article

**Abstract** – The aim of this study is to investigate the effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) inoculation on under and above-ground biomass properties of lavender, which can grow in arid, sloping and marginal soil conditions with erosion risk. The cuttings of lavender were planted in pots in a disinfected soil + sand mixture. For AMF inoculation a mixture of ERS (Endo Root Soluble) brand from abroad, *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* was used. AMF inoculation was applied to control, 25/50/75 spores for each cutting. According to the analysis results of the soils, it was determined that the soils were low total nitrogen and carbon contents, slightly acidic, slightly alkaline, low electrical conductivity, low calcareous, sufficient phosphorus and potassium contents. According to the results of one-way Anova; It was determined that the number of spores in AMF inoculation had no effect on plant height and branch number. However, fresh and dry root weight, fresh and dry stem weight, root number and root length were found to be statistically significant. It was determined that AMF inoculation increased the underground and aboveground biomass of lavender. As a result, the highest underground and aboveground biomass values were obtained from 75 AMF spores inoculation. In this context, it is recommended to use natural methods such as AMF inoculation instead of chemical fertilizers in arid-semi-arid regions and areas with erosion risk. Thus, it is thought that it will be of great benefit both to increase the success rate in planting the studies and to reduce the loss of equity in our country in such studies.

**Keywords** – Arbuscular mycorrhizal fungi, lavender, inoculation, erosion, soil protect

<sup>1</sup>  omerfak74@gmail.com

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

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

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Eren BAŞ

## 1. Giriş

Mikorizalar, ilk olarak Albert Bernhard Frank tarafından 1885 yılında ağaç ile mantar arasındaki bağlantının tanımı olarak kullanılmıştır. Yunanca’da mantar ve diğer taraftan kök anlamına gelen “mykes – rhiza” kelimeleri ile tanımlanmakta olup günümüzde “kök mantarı” ismiyle bilinmektedir (Frank, 2005). Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF) bitkilerle simbiyotik mutualistik (karşılıklı birbirine katkı sağlama esasına dayanan) ilişki kurabilen mikroorganizmalardır. Bu simbiyoz ile AMF yaşamını devam ettirebilmek için bitkinin fotosentez ürünlerinden karbonhidratları kullanmaktadır. Konukçu bitki de AMF varlığı ile topraktan daha fazla su, azot, fosfor vb. bitki besin maddelerini alabilmektedir (Rhodes, 1980; Bolan vd., 1987; Li vd., 1991; Demir, 1998; Palta, 2010; Palta, 2012). Mikorizaların hifleri toprak neminin düşük olduğu kurak bölgelerde bitkinin su alımını kolaylaştırmakta ve kuraklığa karşı direncini artırmaktadır (Cooper, 1984). Aynı zamanda tuzluluğa, kuraklığa, sıcaklık stresine ve ağır metal toksisitesi gibi bazı olumsuz etkenlere karşı bitkilerin dayanıklılığını artırmakta ve toprak agregatlarını miselleri sayesinde yumak gibi sararak toprak erozyonuna karşı direnç oluşturmakta ve toprak strüktürünün iyileştirmektedir (Tisdall, 1994). Mikorizal mantar aşılama ile dünyanın farklı ekosistemlerinde ve en önemlisi kurak bölgelerde fidan tutma ve büyüme başarısının arttığı bilinmektedir (Perry vd., 1987).

Lavanta, *Lamiceaea* familyasına ait olan yarı çalimsı ve 1 metreye kadar boy yapabilen çok yıllık bir türdür. Lavanta yetiştiriciliği ve ekim/dikiminin başlıca sebebi dünyada en çok kullanılan 15 uçucu yağdan birini barındırmasıdır. Uçucu yağ bileşenlerinden linalool asetat ve linalil asetatın içerikteki oranına göre yağın uçuculuğu belirlenmektedir. Lavanta bitkisi pek çok toprakta yetişebilir ancak, kuru, kireç içeriği zengin, kalkerli, süzek ve pH’sı 5.8-8.3 arasında olan topraklarda en iyi verime ulaşmaktadır. Kuru toprağı sevdiği gibi kurağa, sıcağa ve soğuğa dayanıklıdır. Fakat kışı çok sert geçen bölgelerde bazen soğuktan zarar görebilmektedir. Lavanta üretimi generatif ve vegetatif olarak yapılabilir. (Aslancan ve Sarıbaş, 2011). Lavanta türleri Akdeniz bölgesinin çalılıklarını temsil eden ve yarı kurak olan bazı Akdeniz ekosistemlerinin iyileştirilmesinde doğal olarak kullanılan türlerdir (Barea vd. 1992).

Azcón ve Barea (1997) tarafından yapılan bir araştırmada, kurak koşullarda ve degrade olmuş topraklarda *Lavandula spica* bitkisine AMF aşılması yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre AMF aşılmasının lavanta bitkisinin azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) alımını artırdığı bildirilmiştir. Ouahmane vd. (2006) ise *Lavandula stoechas*, *Lavandula dentata* ve *Lavandula multifida* L. türlerine yaptığı mikoriza aşılması sonucunda, mikorizanın bitki büyümesine katkı sağladığını, ayrıca *Cupressus arizonica* ile *Lavandula multifida* L. fidanlarının birlikte büyümesinde mikorizal kolonizasyonun daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Marulanda vd. (2007) kurak koşullarda *Lavandula spica* türüne *Glomus intraradices* ve *Glomus mosseae* sporlarını aşılama ve bu AMF aşılama bitkinin kuraklığa karşı direncini artırmış ve aynı zamanda büyümesine de katkı sağlamıştır. Armada vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada ise, *Lavandula dentata* bitkisine AMF sporları aşılanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre AMF aşılmasının lavanta bitkisinin kuraklık stresine karşı toleransını artırdığı belirtilmiştir. Pirzad ve Mohammadzadeh (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada, *Lavandula officinalis* bitkisine AMF aşılmasının bitkinin su stresine karşı toleransını artırdığı bildirilmiştir. Golubkina vd. (2020) tarafından da AMF aşılmasının *Lavandula angustifolia* bitkisinin büyümesini teşvik ettiği belirtilmiştir. Genel olarak literatür incelendiğinde AMF aşılmasının lavanta bitkisinin su stresine ve kuraklığa karşı direncini artırmasının yanında gelişimine de katkı sağladığı görülmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizde lavanta bitkisine Arbusküler Mikorizal Fungus aşılması yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Uluslararası literatürde lavanta türlerine yapılan aşılama çalışmaları incelendiğinde kısıtlı sayıda çalışmalar (Azcón ve Barea, 1997; Ouahmane vd., 2006; Marulanda vd., 2007; Armada vd., 2016; Pirzad ve Mohammadzadeh 2018; Golubkina vd., 2020) olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların çoğunluğunda da lavanta bitkilerinin kuraklığa karşı toleransı araştırılmıştır. Ülkemiz koşullarında lavantaya AMF aşılama çalışması yapılmadığı için AMF aşılmasının bitkinin toprak altı ve



toprak üstü biyomas özelliklerini nasıl etkileyeceği henüz bilinmemektedir. Bu kapsamda yapılan bu araştırmanın amacı, kıraç, eğimli, nem miktarı düşük, bitki beslenmesi bakımından fakir topraklarda da yetişebilen, lavanta bitkisine yapılan Arbusküler Mikorizal Fungus aşılmasının fidan boyu (FB), dal sayısı (DS), toprak altı kök yaş ağırlığı (KYA) ve kuru ağırlığı (KKA), toprak üstü yaş gövde ağırlığı (YGS) ve kuru ağırlığı (KGA), kök sayısı (KS) ve kök uzunluğuna (KU) etkilerinin araştırılmasıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışmada kıraç, eğimli, nem miktarı düşük, bitki beslenmesi bakımından fakir topraklarda da yetişebilen *Lavandula angustifolia* L. türüne ait çelikler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Lavanta çelikleri köklendirme tablasında üretilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak ortamı ise önceden otoklavda dezenfekte edilmiştir. Çalışmada AMF aşılması için yurt dışı kaynaklı markası ERS (Endo Root Soluble) olan *Gigaspora margarita*, *Glomus monosporus*, *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus deserticola*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus brasilianum*, türlerine ait karışım preparatları kullanılmıştır. Bu mikorizal preparatlar piyasa analizi sonucunda kolaylıkla bulunabilen ve ekonomik olarak daha uygun olduğundan dolayı tercih edilmiştir.

#### 2.1.1 Fidan Saksılarının ve Toprağın Hazırlanması

Saksılar su ile yıkandıktan sonra sterile edilebilmesi için %1'lik HCl çözeltisi ve etanol ile yıkanarak saf su ile durulanmıştır. Lavanta çeliklerinin dikimi için toprak (%50) ve kum (%50) karışımı kullanılmıştır. Ardından kurutulmuş ve inceltilmiş toprak+kum karışımı içerisinde bulundurduğu bazı mikroorganizma etkinliklerinin kaldırılması amacıyla 120°C'de 2 atmosfer basınçta 2 gün boyunca otoklav cihazı yardımıyla dezenfekte edilmiştir. Lavanta bitkilerinin yetiştirilmesinde kullanılan toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Lavanta bitkilerinin yetiştirilmesinde kullanılan toprakların analiz sonuçlarına ait değerler.

Toprak Karakteristikleri	Minimum	Maksimum	Ortalama
Toplam Azot (%)	0.07	0.11	0.08
Organik Karbon (%)	0.70	1.20	0.92
Kil (%)	28.85	33.14	30.79
Toz (%)	23.64	26.93	25.28
Kum (%)	41.22	45.15	43.92
CaCO <sub>3</sub> (%)	1.32	5.28	3.60
pH (H <sub>2</sub> O)	6.52	7.65	6.91
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	0.19	0.56	0.45
Fosfor (kg/da)	8.26	14.09	9.79
Potasyum (kg/da)	41.67	58.51	50.91

Toprak analizi sonuçlarına göre lavanta fidanlarının yetiştirildiği toprakların toplam azot ve organik karbon içeriklerinin az olduğu, ortalama kil, toz, kum değerlerinin sırasıyla %30.79, %25.28 ve %43.92 olduğu belirlenmiştir. Kireç (CaCO<sub>3</sub>) içerikleri bakımından toprakların az kireçli sınıfta olduğu, ortalama pH (H<sub>2</sub>O) değerlerine göre toprakların hafif asit ve hafif alkali sınıflarda yer aldığı, elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin düşük olduğu ve toprakların tuzsuz sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca toprakların elde edilebilir fosfor (P) ve potasyum (K) içeriklerinin yeterli miktarda olduğu bulunmuştur.

## 2.2 Yöntem

### 2.2.2 Lavanta Çeliklerin Dikimi ve Aşılama İşlemi

Çeliklerin Dikimi: Köklendirilmiş lavanta çelikleri tüplerinden çıkarılmadan önce aktarılacağı saksılara sterilize edilmiş toprak+kum karışımı ile 2 cm yükseklikte bir yatak oluşturacak şekilde dökülmüştür. Bu karışımın üzerine tüpünden çıkarılmış lavanta çelikleri kendi toprağıyla birlikte saksıya yerleştirildikten sonra toprak+kum karışımından üzerine eklenerek lavanta çeliğı tamamen transfer edilmiş ve dikim işlemi tamamlanmıştır.

Mikoriza Aşılması: Her çelik için 25/50/75 adet spor olacak şekilde aşılama gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kontrol amaçlı aşılammamış lavanta çelikleri kullanılmıştır. Sulama suyuna karıştırılarak kullanılan aşı kaynakları saksılara dikilmiş olan fidanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. AMF aşılması yapılmış lavanta fidanları 2 ay boyunca kolonize olabilmeleri için bekletilmiştir. Bu kapsamda çalışmada; 1 tür (*Lavandula angustifolia* L.) x 4 işlem (25 spor, 50 spor, 75 spor ve kontrol) x 10 adet çelik = 40 adet lavanta çeliğı kullanılmıştır.

### 2.2.3 Ölçümler ve Analizler

Saksıda yetişen lavanta fidanlarının boyları (FB)  $\pm$  1 mm duyarlılıkta ki metre yardımıyla ölçülmüştür. Dal sayıları (DS) ve kök sayıları (KS) adet olarak sayılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. AMF aşılammış ve aşılammamış Lavanta fidanlarının morfolojik görüntüleri 1) Kontrol, 2) 25 sporlu aşılama, 3) 50 sporlu aşılama 4) 75 sporlu aşılama

Lavanta fidanlarının toprak üstü yaş gövde ağırlıklarının (YGA) ölçülmesi için fidanlar kök boğazı seviyesinden kesilerek hassas terazide tartılmıştır. Toprak üstü kuru gövde ağırlıklarının (KGA) ölçülmesi için yaş olarak tartılan toprak üstü kısımlar kese kağıtlarına koyularak 70°C'de 48 saat boyunca fırın içerisinde kurutulmuş ve daha sonra hassas terazide kuru ağırlıkları tartılmıştır. Toprak altındaki kök yaş ağırlıklarının (KYA) ölçülmesi için benzer şekilde fidanların kök boğazı seviyesinin altında kalan tüm köklerin toprakları temizlendikten sonra kök uzunluğu (KU)  $\pm$  1 mm duyarlılıkta metre yardımıyla ölçülerek daha sonra hassas

terazide tartılmıştır. Toprak altındaki kök kuru ağırlığı (KKA) ölçümü sırasında ise KGA işleminde kullanılan ölçüm yönteminin aynısı uygulanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. AMF aşılması yapılmış lavanta fidanlarına ait fırın kurusu toprak üstü gövde ve toprak altı kök ağırlıkları

Toprakların Bouyoucous hidrometre yöntemi ile tane çapları tayin edilmiştir. Toprakların sınıflandırılmasında uluslararası olarak kullanılan tane çapı sınıfları kullanılmıştır (Irmak, 1954; Gülçur, 1974). Toprak reaksiyonu (pH) için, topraklar 1/2.5 oranında saf su ile 24 saat bekletildikten sonra ölçümleri cam elektrotlu pH metre ile yapılmıştır (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Kantarcı, 2000). Toprakların organik karbon miktarları ise 0.25 mm'lik elekten geçirilmiş topraklardan 0.5 gr tartılarak Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre bulunmuştur (Irmak, 1954; Gülçur, 1974). Toprak tuzluluğunun (elektriksel iletkenliğin) belirlenmesinde ise topraklar 1/5 oranında saf su ile 1 saat boyunca mekanik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra yapılmıştır (Gülçur, 1974; Eruz, 1979). Kireç içeriği, havan yardımı ile 2 mm'den daha küçük olacak şekilde öğütülen 0.5 gr toprak örnekleri ile Scheibler kalsimetre yöntemine göre bulunmuştur. (Gülçur, 1974; Kaçar, 1995). Toplam azot modifiye Kjeldahl yöntemine göre bulunmuştur (Bremner ve Mulvaney, 1982; Kaçar, 1995). Elde edilebilir fosfor, toprakların pH durumuna göre bazik reaksiyonlu tespit edildiği için Olsen vd. (1954)'e göre yapılmıştır. Elde edilebilir potasyum ise Atalay (1982)'ye göre yapılmıştır.

#### 2.2.4 İstatistiksel Analizler

*Gigaspora* ve *Glomus* cinslerine ait karışımdan oluşan Arbusküler Mikorizal Fungus aşılmasının, lavanta bitkisinin büyüme ve gelişme performansı üzerine etkilerinin ve en ideal spor sayısının belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan varyans analizi sonuçları bakımından farklılıkların belirlenmesi için %95 güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır (SPSS, 2007).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 AMF Aşılama İşlemlerinin Lavanta Fidan Karakteristikleri Üzerindeki Etkilerine ait Bulgular ve Tartışma

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre farklı AMF aşılamaının lavanta bitkisinin FB, DS, KYA, KKA, YGA, KGA, KS, KU'na etkileri Tablo 2'de gösterilmiştir.

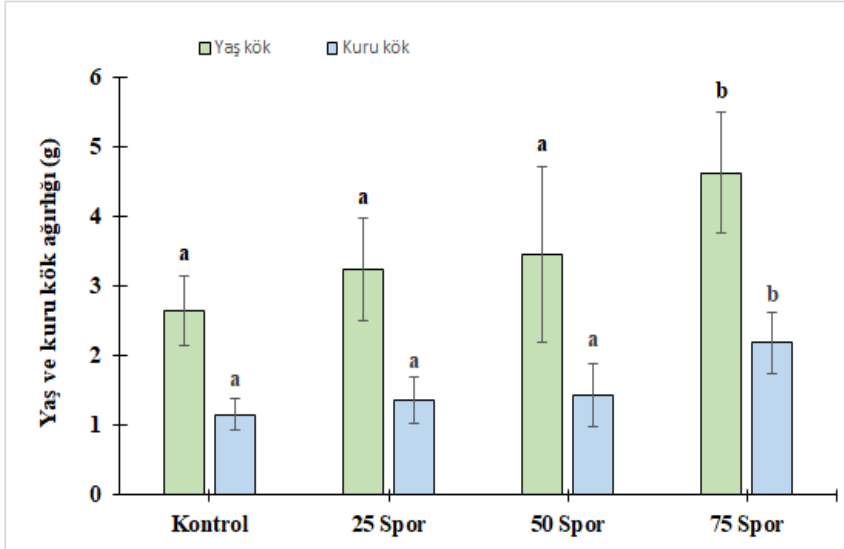
Tablo 2

Farklı mikorizal aşı uygulamasının lavanta fidan karakteristikleri üzerindeki ortalama değerlere ait tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Bitki Karakteristikleri	Kontrol	25 spor	50 spor	75 spor
Bitki Boyu (cm)	35.02 ( $\pm 7.77$ ) <sup>a</sup>	36.12 ( $\pm 5.58$ ) <sup>a</sup>	38.01 ( $\pm 6.32$ ) <sup>a</sup>	34.95 ( $\pm 2.49$ ) <sup>a</sup>
Dal Sayısı (adet)	2.11 ( $\pm 0.78$ ) <sup>a</sup>	2.25 ( $\pm 0.46$ ) <sup>a</sup>	2.20 ( $\pm 0.42$ ) <sup>a</sup>	2.70 ( $\pm 0.94$ ) <sup>a</sup>
Yaş Kök (gr)	2.65 ( $\pm 0.51$ ) <sup>a</sup>	3.25 ( $\pm 0.73$ ) <sup>a</sup>	3.47 ( $\pm 1.26$ ) <sup>a</sup>	4.64 ( $\pm 0.87$ ) <sup>b</sup>
Kuru Kök (gr)	1.16 ( $\pm 0.23$ ) <sup>a</sup>	1.37 ( $\pm 0.33$ ) <sup>a</sup>	1.43 ( $\pm 0.45$ ) <sup>a</sup>	2.19 ( $\pm 0.44$ ) <sup>b</sup>
Yaş Gövde (gr)	8.26 ( $\pm 2.90$ ) <sup>a</sup>	10.54 ( $\pm 1.95$ ) <sup>a</sup>	10.84 ( $\pm 3.07$ ) <sup>a</sup>	13.97 ( $\pm 2.70$ ) <sup>b</sup>
Kuru Gövde (gr)	2.86 ( $\pm 0.94$ ) <sup>a</sup>	3.18 ( $\pm 1.23$ ) <sup>a</sup>	3.17 ( $\pm 1.10$ ) <sup>a</sup>	4.82 ( $\pm 0.98$ ) <sup>b</sup>
Kök Sayısı (adet)	10.44 ( $\pm 4.69$ ) <sup>a</sup>	19.12 ( $\pm 6.10$ ) <sup>b</sup>	22.70 ( $\pm 5.51$ ) <sup>bc</sup>	26.90 ( $\pm 7.56$ ) <sup>c</sup>
Kök Uzunluğu (cm)	11.96 ( $\pm 3.13$ ) <sup>a</sup>	18.00 ( $\pm 5.14$ ) <sup>b</sup>	20.02 ( $\pm 4.57$ ) <sup>b</sup>	25.49 ( $\pm 4.56$ ) <sup>c</sup>

AMF aşılamaında spor sayısının FB ve DS üzerinde etkisi olmadığı belirlenirken, KYA, KKA, YGA, KGA, KS ve KU değerleri açısından istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına DS değerlerinin 2.11 – 2.70 adet olarak değiştiği, FB değerlerinin ise 34.95 – 38.01 cm arasında değiştiği, ancak her ikisinde de istatistiki olarak bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Citterio vd. (2005) *Cannablas sativa* türüne yapmış oldukları AMF uygulamasında boy büyümesinin aşılama ile arttığını ortaya koymuşlardır. Toprak (2016) karaçam, toros sediri ve saçlı meşe olmak üzere üç farklı fidan türüne yapmış olduğu iki farklı mikorizal (ektomikoriza + AMF ve sadece AMF) aşı uygulamasının fidan gelişimini nasıl etkilediği ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, karaçam ve saçlı meşe fidanlarının boylarına mikoriza aşılamaının bir etkisi olmadığı ve ortalama fidan boyunun sırasıyla 26 ve 15 cm olduğunu belirtmiştir. Toros sediri fidanları için en fazla boy büyümesinin sadece AMF aşılamaında fidanlarda olduğunu ve mikoriza uygulanmamış kontrol fidanlarına kıyasla %23 daha uzun olduğunu ortaya koymuştur. Koç (2020)'de yalancı akasya türünün fidanlarına hümik asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hümik asit ve ticari mikoriza işlemleri uygulamış ve ikinci yılındaki büyüme performanslarını incelemiştir. İncelemeler sonucunda yerel mikoriza uygulanmış yalancı akasya fidanlarının boyları diğer uygulanan işlemlere kıyasla ortalama %16 daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Satış (2020) ise benzer şekilde iğde türü fidanlarına hümik asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hümik asit ve ticari mikoriza uyguladığı ve ikinci yıl büyüme performanslarını incelediği araştırmada, en yüksek boya sahip fidanların yerel mikoriza işlemine ait olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yerel mikoriza ve yerel mikoriza + hümik asit uygulanan iğde fidanlarının boyları diğer hümik asit ve ticari mikorizaya kıyasla %25 daha uzun olduğunu bildirmiştir. Çalışmamıza benzer olarak Golubkina vd. (2020)'de *Lavandula angustifolia* L. türüne yapmış oldukları AMF aşılamaı sonucunda bitki boyunun istatistiki olarak değişmediğini belirtmişlerdir. Özel vd. (2021) ise AMF aşı ve aşısız doğu kayını fidanlarının farklı yükselti basamaklarında yetiştirme performansları üzerine yapmış oldukları çalışmada, fidanların boy büyüme değerlerinin ortalama 30.01 – 43.56 cm arasında değiştiğini ve en uzun boyun ise AMF aşı doğu kayını fidanlarında olduğunu belirtmişlerdir.

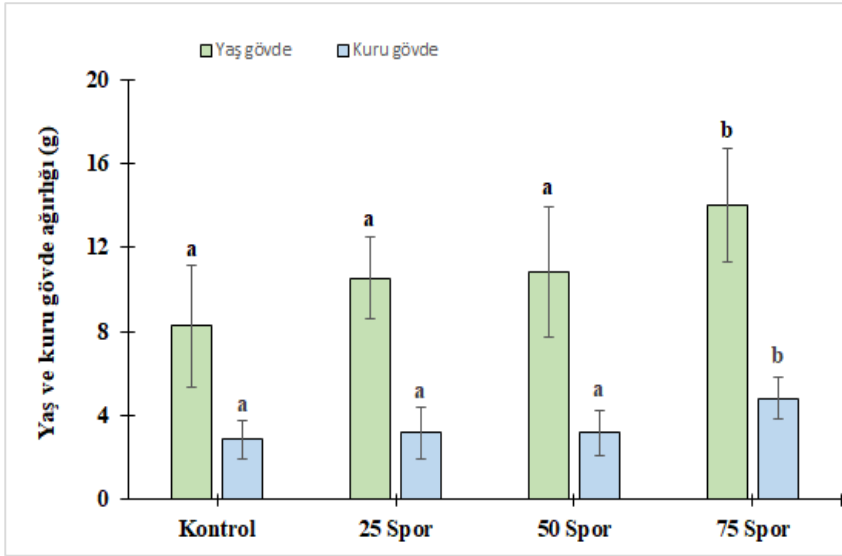
Yapılan tek yönlü varyans analizine göre; KYA ve KKA değerlerinin sırasıyla 2.65 – 4.64 gr ve 1.16 – 2.19 gr arasında değiştiği ve en yüksek KYA ve KKA'nın 75 spor aşılınmış lavanta bitkilerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise; kontrol, 25 spor ve 50 spor aşılınmış lavanta bitkileri aynı grupta yer alırken 75 spor aşılınmış lavanta bitkisi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3).



Şekil 3. AMF uygulanmış ve kontrol ünitelerindeki Lavanta fidanlarının KYA ve KKA değişimi

Toprak (2016) karaçam, toros sediri ve saçlı meşe türlerinin fidanlarına uygulamış olduğu iki farklı mikorizal (ektomikoriza + AMF ve sadece AMF) aşı uygulamasının fidanların gelişimi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, karaçam fidanlarının kök kuru ağırlıkları sadece AMF uygulanmış fidanlarda en yüksek olduğunu ve mikoriza uygulanmamışlara kıyasla %33 daha ağır olduğunu belirtmiş, ancak kök yaş ağırlıkları arasında bir farklılık olmadığını ve ortalama yaş kök ağırlığının ise 12 gr olduğunu belirtmiştir. Toros sediri fidanlarının kök yaş ve kuru ağırlıklarının ise benzer şekilde sadece AMF uygulanmış fidanlarda yüksek olduğunu ve uygulanmamış fidanların yaş ve kuru kök ağırlıklarına göre sırasıyla %35 ve %44 daha ağır olduğunu tespit etmiştir. Koç (2020) yalancı akasya türüne yaptığı (hüyük asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hüyük asit ve ticari mikoriza) 4 farklı uygulamanın yalancı akasya fidanlarında ikinci yıl büyüme performanslarına nasıl etki ettiğini belirlemeye çalıştığı bir araştırmada, yaş ve kuru kök ağırlıklarının hüyük asit uygulanmış ve kontrol alanlarında mikoriza uygulanmış alanlara kıyasla %25 daha ağır olduğunu tespit etmiş ve aynı zamanda uygulanan mikorizal işlemler ile kök kuru ağırlığı arasında bir farklılığın olmadığını belirtmiştir. Satış (2020)'de iğde türüne yaptığı (hüyük asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hüyük asit ve ticari mikoriza) 4 farklı uygulama ile fidanların büyüme performanslarını incelediği araştırmada, kök taze ağırlıkları arasında herhangi bir farklılığın olmadığını ve ortalama kök taze ağırlığının 14.2 gr olduğunu, ancak kök kuru ağırlıklarının yerel mikoriza uygulanmış fidanlarda, kontrol ve ticari mikoriza uygulanmış fidanlara göre %51 daha ağır olduğunu ortaya koymuştur. Popescu ve Popescu (2022) *Lavandula angustifolia* L. türüne yaptıkları farklı dozlardaki AMF aşılmasının, kontrol bitkilerine kıyasla kök biyokütlesini artırdığını bildirmişlerdir. AMF aşılınmış benzer çalışmalar incelendiği AMF'nin kök ağırlıklarını değiştirdiği görülmektedir. Bu durumda yapılmış olan AMF aşılama çalışmasının mevcut literatür ile benzerliğinin bir göstergesidir.

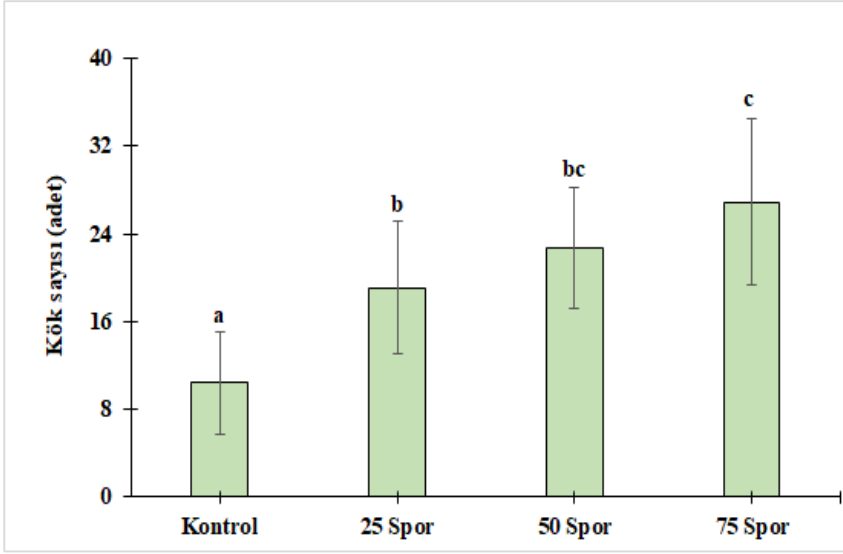
Yapılan tek yönlü varyans analizine göre; YGA ve KGA değerlerinin sırasıyla 8.26 – 13.97 gr ve 2.86 – 4.82 gr arasında değiştiği ve en yüksek YGA ve KGA'nın 75 spor aşılınmış lavanta bitkilerinde olduğu ortaya koyulmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına bakıldığında; kontrol, 25 spor ve 50 spor aşılınmış lavanta bitkileri aynı grupta yer alırken 75 spor aşılınmış lavanta bitkisi farklı grupta yer almıştır (Şekil 4).



Şekil 4. AMF uygulanmış ve kontrol ünitelerindeki Lavanta fidanlarının YGA ve KGA değişimi

Okaliptüs fidanlarına yapılan AMF uygulaması sonuçlarına göre AMF uygulanmış fidanların taze ağırlıklarının AMF uygulanmamışlara göre 2 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir (Janos vd., 2013). Toprak (2016) karaçam, saçlı meşe ve toros sediri olmak üzere üç farklı türün fidanlarına yapmış olduğu iki farklı mikoriza (ektomikoriza + AMF ve sadece AMF) aşu uygulamasının bitkilerin gelişimine etkisi üzerine yaptığı araştırmada, karaçam ve saçlı meşe fidanlarının toprak üstü yaş ve kuru gövde ağırlıkları arasında bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Toros sediri fidanlarının ise sadece AMF uygulanmış fidanlarda daha yüksek olduğunu ve hiç işlem yapılmamış fidanlara kıyasla toprak üstü yaş ağırlıklarının %52, kuru ağırlıklarının ise %55 oranında daha ağır olduğunu ortaya koymuştur. Koç (2020) Yalancı akasya türünün fidanlarına uyguladığı hümitik asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hümitik asit ve ticari mikoriza işlemlerinin yalancı akasya fidanlarının büyüme özelliklerine etkisi üzerine yaptığı araştırmada, yalancı akasya fidanlarının yaş ve kuru gövde ağırlıklarının yerel mikoriza, hümitik asit uygulamaları ve kontrol alanlarında bulunan fidanların ticari mikoriza uygulanan fidanlara göre daha ağır olduğunu belirtmiştir. Satış (2020) ise iğde fidanlarına uyguladığı hümitik asit, yerel mikoriza, yerel mikoriza + hümitik asit ve ticari mikoriza işlemlerinin iğde fidanlarında kuru gövde ağırlıklarının en fazla yerel mikoriza uygulanmış alanda olduğunu, aynı zamanda kuru gövde ağırlıklarının yerel mikoriza ve yerel mikoriza + hümitik asit uygulamasının diğer işlemlere kıyasla %43 daha fazla olduğunu, yaş gövde ağırlığının ise yerel mikoriza uygulamasının, hümitik asit uygulamasından ortalama %54 daha ağır olduğunu ortaya koymuştur. Özel vd. (2021) AMF uygulanmış doğu kayını fidanları ile yapmış oldukları çalışmada ise, fidan yaş gövde ağırlıklarının 7.97 – 9.07 gr arasında değiştiğini, fidan kuru ağırlığının ise 4.45 – 6.52 gr arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar ile ağırlık değişkenlikleri açısından AMF uygulanmış doğu kayını fidanlarının yaş ve kuru ağırlıklarının aşılammışa kıyasla daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Popescu ve Popescu (2022)'de *Lavandula angustifolia* L. türüne farklı dozlarda AMF aşılammışlar, bunun sonucunda ise kontrol bitkilerine kıyasla AMF aşılammışın bitki biyokütlesini artırdığını bildirmişlerdir. Fidan yaş ağırlığı ve fidan kuru ağırlığı büyümekte olan bir fidanın kalitesini belirleyen değişkenler olarak bilinmektedir. AMF aşılama uygulamasının bu değişkenleri artırdığı ve dolayısıyla fidan kalitesini de artırdığı düşünülmektedir.

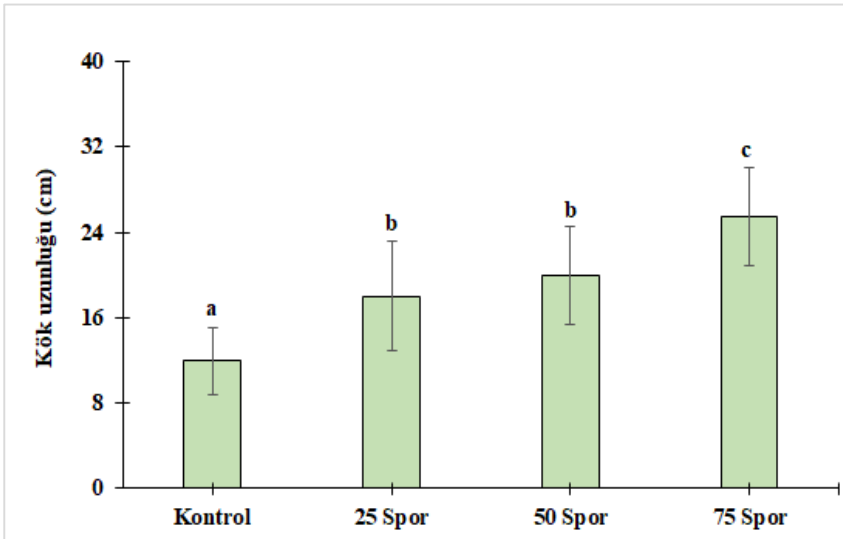
Tek yönlü varyans analizine göre; KS değerlerinin 10.44 – 26.90 adet arasında değiştiği ve en yüksek KS'nin 75 spor aşılammış lavanta bitkisinde olduğu belirlenmiştir. Farklılıkları tespit etmek için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; 25 spor ve 50 spor aşılammış lavanta bitkileri aynı grupta yer alırken kontrol grubu ve 75 spor aşılammış lavanta bitkileri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 5).



Şekil 5. AMF uygulanmış ve kontrol ünitelerindeki Lavanta fidanlarının kök sayısı (KS) değişimi

Özel vd. (2021)'de AMF uygulanmış doğu kayını fidanlarının, uygulanmamışlara kıyasla kök sayılarında artış olduğunu, ortalama kök sayısının ise 6.10 – 14.80 adet arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Bitki yetiştirme çalışmalarında, kök yapısı ve sayısının fidanların tutma başarısı, yaşaması ve gelişim göstermesiyle yakından ilişkisi bulunmaktadır. Bu durumdan dolayı başarılı bir fidan yetiştirmede zengin bir kök yapısı ve sayısı istenmektedir (Kızmaz, 1996). Kökleri küçük ve kılcal kök olarak zayıf olan fidanların zorlu arazi koşullarında hayatta kalması oldukça zordur. Bu sebeple çalışmamızda da görüldüğü üzere bu tarz fidan köklerinin AMF ile desteklenmesi sadece köklenme yüzdesine değil, aynı zamanda fidanlar için önemli olan kök sayısına da etkisinin olduğu görülmektedir.

Tek yönlü varyans analizine göre; KU değerleri bakımından 11.96 – 25.49 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek KU'nun ise 75 spor aşılansız lavanta bitkisinde olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre; 25 spor ve 50 spor aşılansız lavanta bitkileri aynı grupta yer alırken kontrol ve 75 spor aşılansız lavanta bitkileri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 6).



Şekil 6. AMF uygulanmış ve kontrol ünitelerindeki Lavanta fidanlarının kök uzunluklarının (KU) değişimi

Fidanalarda bulunan kök uzunluğunun mikoriza aşılması ile arttığı ve aşılansız fidanlara kıyasla daha uzun köklere sahip oldukları belirtilmektedir (Shresta, 2002; Zaefarian vd., 2013). Mısır türlerine yapılmış olan

AMF ve diğer mikoriza aşılmasının, mısır türlerinin kök uzunluğu ve ağırlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Kothari vd., 1990). Toprak (2016) toros sediri, karaçam ve saçlı meşe fidanlarına yapılan iki farklı mikorizal (ektomikoriza + AMF ve sadece AMF) aşılama işleminin, fidan büyümesine etkisi üzerine yaptığı çalışmada, karaçam ve saçlı meşe fidanlarının kök uzunluklarının ektomikoriza + AMF uygulanmış fidanlarda daha yüksek olduğunu ve mikoriza uygulanmamış fidanlara kıyasla karaçam fidanlarından %16, saçlı meşe fidanlarından ise %26 daha uzun köke sahip olduğunu tespit etmiştir. Toros sediri fidanlarının ise kök uzunluğunun en fazla AMF uygulanmış fidanlarda görüldüğünü ve mikoriza uygulanmamış fidanlara göre %18 daha uzun köke sahip olduğunu belirtmiştir. Satış (2020) iğde fidanlarına yapmış olduğu mikorizal işlemlerin sonuçlarına göre iğde fidanlarının kök uzunlukları arasında farklılık olmadığını ve ortalama kök uzunluğunun 37 cm olduğunu bildirmiştir. Koç (2020) ise benzer şekilde yalancı akasya türlerine uyguladığı mikorizal işlemlerin sonuçlarına göre, yalancı akasya fidanlarının kök uzunlukları arasında farklılık olmadığını, ortalama kök uzunluğunun ise 52 cm olduğunu belirtmiştir. Bunun sebebinin ise fidan tüplerinin kapasitesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Özel vd. (2021)'de doğu kayınına yapmış oldukları 25 sporlu AMF aşılmasının, doğu kayını fidanlarının kök uzunluklarını artırdığını ve ortalama 22.77 – 31.39 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Mevcut literatür incelendiğinde farklı türlere yapılan AMF aşılmasının çalışmamıza benzer şekilde bitki kök uzunluğunu artırdığı görülmektedir. Bitki besin maddesi bakımından fakir veya yetersiz su kaynaklarının bulunduğu kurak bölgelerde tüketme zonunun genişleyebilmesi açısından bitki köklerinin uzunluğu önemli bir etkidir. AMF aşılmasıyla bitki kök uzunluğunun artacağı dolayısıyla tüketme zonunun genişleyeceği ve buna bağlı olarak bitki besin maddesi ve su alımının artacağı düşünülmektedir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, kıraç, eğimli, nem miktarı düşük, bitki beslenmesi bakımından fakir topraklarda da yetişebilen lavanta bitkisine yapılan farklı sayıdaki Arbusküler Mikorizal Fungus sporu aşılmasının fidan boyu (FB), dal sayısı (DS), toprak altı kök yaş ağırlığı (KYA) ve kuru ağırlığı (KKA), toprak üstü yaş gövde ağırlığı (YGS) ve kuru ağırlığı (KGA), kök sayısı (KS), kök uzunluğuna (KU) etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, lavanta bitkilerine yapılan farklı AMF sporu aşılması, kontrol grubuna göre etkili olmuştur. Aşılama AMF spor sayısının artması bitki gelişimini olumlu yönde etkilemiş ancak en iyi sonuçlar 75 spor aşılamasından elde edilmiştir.

Konuyla ilgili literatüre bakıldığında, ülkemizde Arbusküler Mikorizal Funguslar ile lavanta bitkisine aşılama çalışması yapılmış olan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Uluslararası ölçekte yapılan çalışmalar ise kısıtlı sayıda olmakla birlikte, genellikle lavantanın kuraklığa karşı toleransı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu sebeple yapılan çalışmanın sonuçları, AMF aşılmasının lavanta bitkisinin gelişimine ve yeni yapılacak olan çalışmalara altlık olması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile farklı sporlu AMF aşı uygulamasının lavanta bitkilerinin gelişimini nasıl etkilediği ortaya koyulmuştur. Bitkiler ile simbiyotik mutualistik ilişki kuran Arbusküler Mikorizal Funguslar bitkilerin gelişiminde önemli rol oynadıkları bilinmektedir. Bu araştırma ile AMF aşılansız lavanta bitkilerinin, AMF aşılansız lavanta bitkilerine kıyasla daha fazla gelişme gösterdikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda bitki yetiştirmede kullanılan kimyasal maddelere yapılan yüksek harcamalar yerine AMF aşılama gibi doğal yöntemlerin kullanılmasının, bitki yetiştirme işlemlerinde hem başarı oranını artıracığı hem de ülkemiz özsermaye kaybının azalmasında büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgeler ile erozyon riski taşıyan alanlarda AMF aşılması yapılmış lavanta bitkilerinin toprak koruma amaçlı kullanılması ile başarı oranının artacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla lavanta ile yapılacak olan bitkilendirme çalışmalarında, AMF aşılmasının ülkemiz topraklarına biyolojik, ekolojik ve ekonomik açıdan büyük katkılar sağlayacağı kanaatine varılmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK-2209/A 1919B012105798 NUMARALI Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.



### Yazar Katkıları

Ömer Faruk KARAMAN: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır.

Şahin PALTA: Saksı denemesini oluşturmuş ve istatistiksel analizleri yaparak sonuçları değerlendirmiştir.

Eren BAŞ: Veri toplamış ve analizini yaparak, makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Armada, E., Probanza, A., Roldán, A. and Azcón, R. (2016). Native plant growth promoting bacteria *Bacillus thuringiensis* and mixed or individual mycorrhizal species improved drought tolerance and oxidative metabolism in *Lavandula dentata* plants. *Journal of plant physiology*, 192, 1-12.
- Aslancan, H. ve Sarıbaş, R. (2011). Lavanta yetiştiriciliği. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 41 Yayın Tarihi: 15.11.
- Atalay, İ. Z. (1982). *Gediz Havzası alüviyal topraklarının potasyum durumu ve bu topraklarda alınabilir potasyum miktarlarının tayininde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma* (Doktora tezi). Ege Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, İzmir.
- Azcón, R. and Barea, J. (1997). Mycorrhizal dependency of a representative plant species in Mediterranean shrublands (*Lavandula spica* L.) as a key factor to its use for revegetation strategies in desertification-threatened areas. *Applied Soil Ecology*, 7(1), 83-92.
- Barea, J. M., Azcon, R. and Azcon-Aguilar, C. (1992). The use of <sup>15</sup>N to assess the role of VA mycorrhiza in plant N nutrition and its application to evaluate the role of mycorrhiza in restoring Mediterranean ecosystems. *Mycorrhizas in Ecosystems. Structure and Function*. CAB International, Wallingford, UK, 190-197.
- Bolan, N. S., Robson, A. D. and Barrow, N. J. (1987). Effects of Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae the availability of iron phosphates to plants. *Plant and Soil*, 99, 401 - 410.
- Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. (1982). Nitro-gen-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.
- Cooper, C. M. (1984). *Physiology of VA Mycorrhizal Associations, VA Mycorrhizae*, Ed. Powell C L ve Bagyaraj D J, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 155–186 pp.
- Citterio, S., Prato, N., Fumagalli, P., Aina, R., Massa, N., Santagostino, A., Sgorbati, S. and Berta, G. (2005). The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* induces growth and metal accumulation changes in *Cannabis sativa* L. *Chemosphere*, 59(1), 21-29.
- Demir, S. (1998). *Bazı kültür bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler mikorrhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerinde araştırmalar* (Doktora tezi), Ege Üni, FBE, Bitki koruma ABD, İzmir, 114 s.
- Eruz, E. (1979). Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29(2), 112–120 s.
- Frank, B. (2005). On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of A.B. Frank's classic paper of 1885), *Mycorrhiza*, 15, 267-275.
- Golubkina, N., Logvinenko, L., Novitsky, M., Zamana, S., Sokolov, S., Molchanova, A., Shevchuk, O., Sekara, A., Tallarita, A. and Caruso, G. (2020). Yield, essential oil and quality performances of *Artemisia dracunculoides*, *Hyssopus officinalis* and *Lavandula angustifolia* as affected by arbuscular mycorrhizal fungi under organic management. *Plants*, 9(3), 375.
- Gülçur, F. (1974). Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. Kutulmuş Matbaası, İÜ Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Irmak, A. (1954). Arazide ve laboratuarda toprağın araştırılması metodları. İÜ Yayın No. 559, Orman Fakültesi

Yayın No. 27, İstanbul, 150 s.

- Janos, D. P., Scott, J., Aristizabal, C. and Bowman, D. M. (2013). Arbuscular-mycorrhizal networks inhibit *Eucalyptus tetrodonta* seedlings in rain forest soil microcosms. *PLoS One*, 8(2), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057716>.
- 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.
- Kantarıcı, M. D. (2000). Toprak ilmi. İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, İstanbul, 420s.
- Kızmaz, M. (1996). Bazı yapraklı ağaç türlerinin vejetatif yolla üretilmesi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tekik Bülteno No: 262.
- Koç, T. (2020). *Yalancı akasya (Robinia pseudoacacia L.) fidanlarının ilk iki yıldaki büyümelerine arbusküler mikorizanın etkileri* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 35, Düzce.
- Kothari, S. K., Marschner, H. and George, E. (1990). Effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water relations in maize. *New Phytologist*, 116(2), 303-311.
- Li, X. L., Marschner, H. and George, E. (1991). Extension of the phosphorus depletion zone in VA mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant and Soil*, 135, 41-48.
- Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J. M. and Azcón, R. (2007). Drought tolerance and antioxidant activities in lavender plants colonized by native drought-tolerant or drought-sensitive *Glomus* species. *Microbial ecology*, 54(3), 543.
- Mohammed, A., Mitra, B. and Khan, A. G. (2004). Effects of sheared-root inoculum of *Glomus intraradices* on wheat grown at different phosphorus levels in the field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(1), 245-249.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular No. 939.
- Ouahmane, L., Hafidi, M., Plenchette, C., Kisa, M., Boumezzough, A., Thioulouse, J. and Duponnois, R. (2006). *Lavandula* species as accompanying plants in Cupressus replanting strategies: effect on plant growth, mycorrhizal soil infectivity and soil microbial catabolic diversity. *Applied Soil Ecology*, 34(2-3), 190-199.
- Özel, H. B., Palta, Ş. ve Çakmaklı, E. (2021). Arbusküler mikorizal fungus aşılmasının doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) fidanlarının büyüme performansı ve adaptasyon başarısı üzerine etkilerinin araştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 217-225.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö. ve Şensoy, H. (2010). Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18): 87-98.
- Palta, Ş. (2012). *Bartın yöresi çayır-mera alanlarında bulunan Gramineae familyasına ait bitkilerde Arbusküler Mikorizal Fungusların (AMF) varlığının ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi* (Doktora Tezi). Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 192 s.
- Perry, A. D., Molina, R. and Amaranthus P. M. (1987). Mycorrhizae, mycorrhizospheres and reforestation: current knowledge and research needs, *Canadian Journal of Forest Research*, 17 (8): 929-940.
- Pirzad, A. and Mohammadzadeh, S. (2018). Water use efficiency of three mycorrhizal *Lamiaceae* species (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris*). *Agricultural Water Management*, 204, 1-10.
- Popescu, G. C. and Popescu, M. (2022). Role of combined inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi, as a sustainable tool, for stimulating the growth, physiological processes, and flowering performance of lavender. *Sustainability*, 14(2), 951.
- Rhodes, L. H. (1980). The use of mycorrhizae in crop production systems. *Outlook on Agriculture*, 10(6): 275-281.

- Satış, O. (2020). *Farklı arbusküler mikorizal inokulasyonların iğde (Elaeagnus angustifolia L.) fidanlarının morfolojik özelliklerinde oluşturduğu iki yıllık değişim* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 21, Düzce.
- Shresta, G. (2002). Performance of *Pinus roxburghii* inoculated with pure culture of four indigenous ectomycorrhizal fungi. In 7th International Mycological Congress, Oslo.
- SPSS Inc. (2007). SPSS for Windows, Version 16.0. Chicago: SPSS Inc.
- Tisdall, J. M. (1994) Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil*, Vol: 159, No: 1 p. 115-123.
- Toprak, B. (2016). *Ekto- ve arbusküler mikoriza aşılınmış Karaçam (Pinus nigra), Toros sediri (Cedrus libani) ve Saçlı Meşe (Qercus cerris) fidanlarının İç Anadolu'nun yarı kurak sahalarındaki ağaçlandırma başarısı* (Doktora tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 172, Düzce.
- Zaefarian, F., Rezvani, M., Ardakani, M. R., Rejali, F., Yazdi, S. A. F. and Yazdi, S. F. F. (2013). Effect of mycorrhizal fungus strains on some of root traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(6), 1386-1392.

# Collect Earth Yöntemi Kullanılarak Yukarı Sakarya Havzasının Arazi Kullanım/Örtü Değişimlerinin (2000-2020) İzlenmesi ve Değerlendirmesi

Ayhan Ateşoğlu<sup>1</sup>, Fidan Şevval Bulut<sup>2,\*</sup>, Cansu Mandacı<sup>3</sup>

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

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 27.07.2023

Kabul: 24.10.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Ekolojik süreçlerin etkilediği temel kavramın sürdürülebilirlik olması, beraberinde iklim ve arazi değişiklikleri ile bu ilke arasındaki ilişkiler en önemli araştırma konuları şeklinde öngörülmektedir. Bu nedenle bitki örtüsünün izlenmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi insan ya da doğal kaynaklı birçok sorunun belirlenmesi ve çözülmesi için önem taşımaktadır. Bu bağlamda evrensel ölçekte en iyi veri seti olan uzaktan algılama (UA) ve bu verilerin mekansal-zamansal analiz çerçevesini oluşturan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) öne çıkmaktadır. CBS ve UA entegrasyonunda, veri sürekliliği, koruması ve iyileştirilmesi gibi avantajlar kullanılarak özellikle geçmişle günümüz arasındaki ilişkiyi anlamak için veri sağlayıcılarının süreklilik oluşturmaları önemlidir. Bu çalışmada Google şirketinin destek verdiği ve Dünya Gıda ve Tarım Örgütü tarafından kullanılan arazi kullanım/razi örtüsü (LULC) değişiminin izlenmesi amaçlı geliştirilen Open Foris/Collect Earth (CE) yazılımı kullanılmıştır. CE yönteminin ana amacı yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin yorumlanarak LULC değişikliklerini izlemek, analiz/sorgulamak ve amaca yönelik veri tabanı oluşturmaktır. Çalışma alanı olarak Yukarı Sakarya Havzası (YSH) seçilmiştir. YSH tarım, orman, mera ve yerleşim arazi sınıflarını barındıran etkin sanayi, tarım ve kültür peyzajın parçası olan ekosistemin etkin noktalarından biridir. Yukarı Sakarya Havzası için 2000 yılı başlangıç alındığında 20 yıllık değişim sonuçlarına ulaşılmış 2000-2020 yılları arasında LULC sınıfları; orman, mera, ağaç ve çalılık alanlar; tarım ve sulak alanlar arazi kullanım değişiklikleri tespit edilerek haritalanmıştır. Havzanın 2020 yılı itibarıyla yaklaşık yarısı (%49) tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bu sınıfı %23,7 ile orman alanı, %23,4 ile mera alanı takip etmektedir. Havzada yaklaşık 120000 ha ağaçlandırma sahası tespit edilmiştir. 2000-2020 yılı arazi değişimi ve ana kullanım sınıfları değişimi incelendiğinde, orman alanları 34591,95 ha artmıştır. Tarım faaliyetinde kullanılan 15374,20 ha arazi yerleşim alanına dönüşmüştür. Havzada meydana gelen arazi kullanım dönüşümleri havzanın sürdürülebilir ekosistemini etkilemektedir. Çalışmada kullanılan CE yöntemi büyük alanlardaki arazi kullanım/örtü değişimlerinin belirlenmesi ve rakamsal verilere ulaşılması noktasında etkin bir arazi izleme/değerlendirme aracı olduğunu kanıtlamıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Arazi kullanım&örtüsü, Collect Earth, uzaktan algılama&CBS, Yukarı Sakarya Havzası

## Monitoring and Evaluation of Land Use/Land Cover Changes in The Upper Sakarya Basin (2000-2020) Using The Collect Earth Method

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

## Article History

Received: 27.07.2023


Accepted: 24.10.2023


Published: 15.12.2023

## Research Article

**Abstract** – The key concept influenced by ecological processes is sustainability, and the relationships between this principle, climate, and land changes are considered to be the most important research topics. Therefore, monitoring vegetation changes and evaluating their outcomes are crucial for identifying and solving numerous human or nature-related problems. In this context, remote sensing (RS), which provides the best dataset at a universal scale, and geographic information systems (GIS) using analytical methods to establish a spatial-temporal analysis framework, are prominent. In the integration of GIS and RS, it is important for data providers to ensure continuity to understand the relationship between the past and the present, utilizing advantages such as data continuity, protection, and enhancement. This study utilized the Open Foris/Collect Earth (CE) software supported by Google and used by the Food and Agriculture Organization for monitoring land use/land cover (LULC) changes. The main objective of the CE method is to interpret high-resolution satellite imagery to monitor LULC changes, analyze/query the changes, and create a purpose-oriented database. The Upper Sakarya Basin (USB) was chosen as the study area. The USB is an active point of the ecosystem encompassing agricultural, forest, pasture, and settlement land classes, forming an effective industrial, agricultural, and cultural landscape. By considering the year 2000 as the starting point for the USB, the 20-year change results were obtained, and LULC classes including forest, pasture, shrubland, agricultural, and wetland areas were detected and mapped for the period 2000-2020. As of 2020, approximately half (49%) of the basin is used for agriculture, followed by forest area at 23.7% and pasture area at 23.4%. Around 120,000 ha of afforestation areas were identified in the basin. When examining the land change and major land use class change between 2000 and 2020, forest areas increased by 34,591.95 ha, while 15,374.20 ha of land used for agriculture transformed into settlement areas. Land use transformations occurring in the basin affect the sustainability of its ecosystem. The CE method used in this study has proven to be an effective land monitoring/assessment tool for determining land use/cover changes in large areas and obtaining quantitative data.

**Keywords** – Land use&cover(LULC), Collect Earth, remote sensing&GIS, Upper Sakarya Basin,

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

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

<sup>3</sup>  cansumndc@gmail.com

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Fidan Şevval BULUT

## 1. Giriş

Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, doğal kaynakların gelişmiş teknolojiler ve sürdürülebilir yaklaşımlar kullanılarak, mevcut ve gelecekteki nesillerin kullanımı için uygun şekilde yönetilmesidir. Kaynakların kullanımının etkilerinin ölçülmesini ve ekonomik kullanımının sağlanmasını, denetlenmesini de içerir. Doğal kaynaklar, çevresel faktörler ve ekolojik süreçler arasındaki ilişki oldukça karmaşık ve çeşitlidir (Koval vd., 2021). Ekolojik süreçler, bu kaynakların çevresel faktörler tarafından nasıl etkilendiğini ve bu kaynakların çevresel kaliteyi ne ölçüde etkilediğini anlamamıza yardımcı olur. Doğal kaynak kullanımının etkilerini belirlemede vejetasyon son derece etkin bir araçtır. Dolayısı ile vejetasyon izleme ve değerlendirmesi, biyolojik çeşitliliği tespit etmek ve izlemek ve ekosistemin ne kadar sağlıklı olduğunu belirlemek için de kullanılabilir. Vejetasyon izleme ve değerlendirmesi, doğal kaynakların kullanımının etkilerini belirlemek ve kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek için en önemli araçların başında gelmektedir (Wang ve Gamon, 2019; Zeng vd.,2022).

Arazi kullanım/örtü (LULC) sınıfları arasındaki değişimler, vejetasyon örtüsünün nasıl etkilendiğini anlamaya yardımcı olur. İnsan kaynaklı arazi örtüsü/kullanımı değişimleri vejetasyon çeşitliliği ve dağılımını etkilemektedir. Örneğin, tarım alanlarında bitki örtüsü çeşitliliği sınırlı iken, ormanlık alanlarda bitki örtüsü çeşitliliği oldukça fazladır. Ayrıca arazi kullanımının vejetasyon üzerine etkisi, alanın büyüklüğüne ve kullanımın yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Küçük bir orman alanı parçasındaki çok yoğun bir kullanım vejetasyon örtüsünü tamamen tahrip edebilmektedir. LULC içerisindeki değişimlerin, çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri vardır (Schirpke vd., 2020). Arazi kullanımının ne şekilde değiştiğini anlamak, çevresel etkileri ve doğal kaynakları etkileyen kararların verilmesinde önemli bir unsurdur. LULC değişimleri biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri kapsamında arazi tahribatına neden olmaktadır. LULC değişimleri ile gerçekleşen arazi tahribatını önlemek, azaltmak ve bozulan alanları iyileştirmek, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) 2030 kapsamında (IPBES, 2018) somut sonuçlara ulaşılması planlanmaktadır. Özellikle SKH göstergesi 15.3.1 (“bozulmuş arazi oranı toplam arazi alanı üzerinden”) (Sims vd., 2019) üzerinden arazi tahribatı dengelenmesi (ATD) Birleşmiş Milletler (United Nations Convention to Combat Desertification) (UNCCD) kapsamında değerlendirilmeye başlanmıştır. (Cowie vd., 2018).

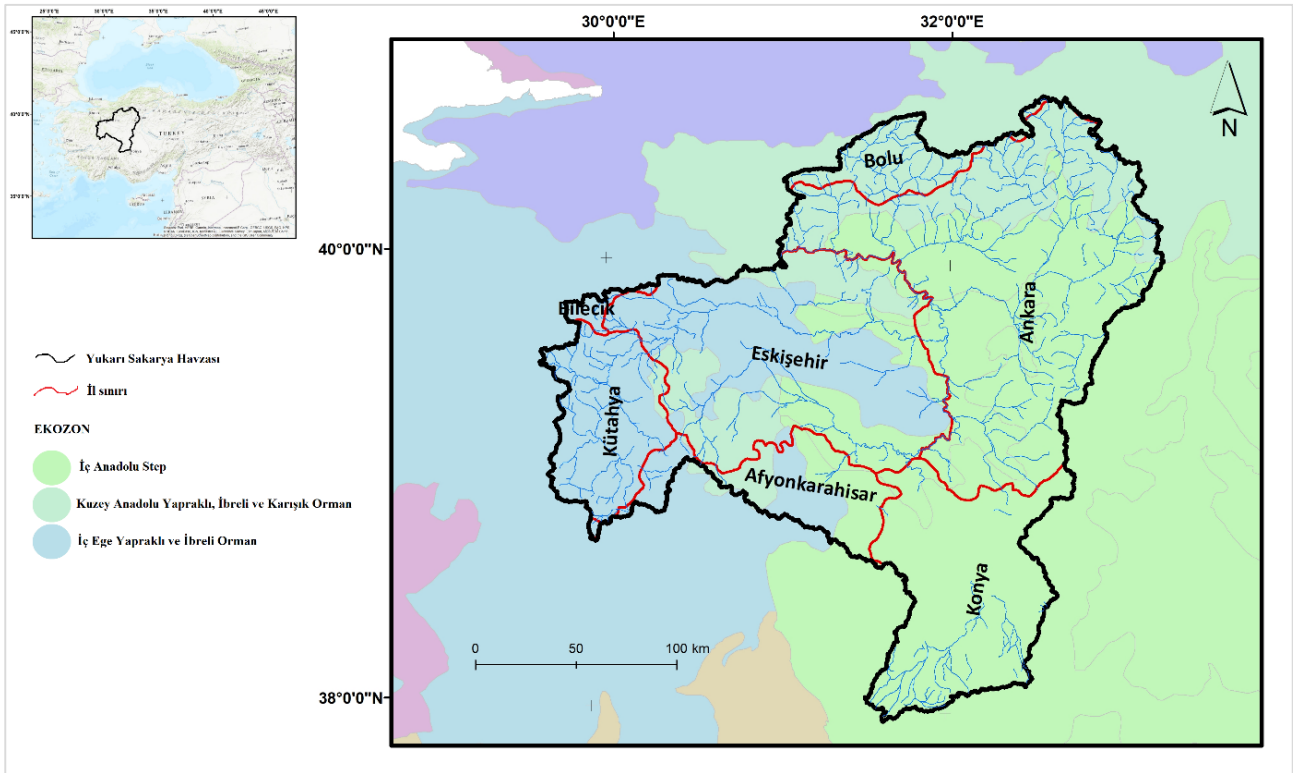
Arazi tahribatının anlamlandırılması noktasındaki arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesinin metodolojisi önem kazanmaktadır. Bu bağlamda uydu verilerinden elde edilen bilgiler önem kazanmış ve yöntemler buna göre seçilmeye başlanmıştır (Feizizadeh vd., 2021, Tariq vd., 2021). LULC değişiminin izlenmesi için en iyi veri seti olarak uzaktan algılama (UA) ve bu verilerin mekânsal-zamansal analiz çerçevesini oluşturmak için analitik yöntemler kullanan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) öne çıkmaktadır. UA teknikleri karar verme aşamasında sonuçlar oluşturmaya bağlı olarak birçok uygulama ve yazılımı bir arada bulundurur. Günümüz şartları düşünüldüğünde UA'nın bu yeteneğini artıracak birçok yeni ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri mevcuttur. Arazi kullanım/örtü potansiyelini uydu vasıtasıyla takip etmek birçok yönden avantajlar barındırmaktadır. Farklı yöntemler ile uydu görüntülerinde oluşturulan verilerin CBS ortamında değerlendirilmesi ve haritalanması birçok planlamaya hizmet edecek nitelikte ve ölçektir. Bu noktada UA ve CBS entegrasyonuna bağlı çalışmalar günümüzde sıklıkla gerçekleştirilmektedir. (Pandey ve Purohit, 2022; Lubis vd., 2017).

Bu çalışma, uluslararası ölçekte hedeflenen arazi kullanım/örtüsü izleme ve değerlendirme çalışmaları kapsamında ATD hedeflerine yönelik somut verilere coğrafi havza bazında ulaşılabilirliği kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, devam etmekte olan uluslararası “Contributing to Land Degradation Neutrality (LDN) Target Setting by Demonstrating the LDN Approach in the Upper Sakarya Basin for Scaling up at National Level” Global Environment Facility (GEF) projesine (GEF, 2019)) konu olan Yukarı Sakarya Havzası (YKH) içerisinde, Google teknolojisi üzerine kurulu açık kaynak kodlu ve ücretsiz olan CE metodolojisi kullanılarak, ATD kapsamında arazi kullanım/örtüsü ve değişimine yönelik somut verilere ulaşmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Yukarı Sakarya Havzası (YSH) orman, tarım, yerleşim ve mera alanlarının iç içe geçtiği endüstriyel, kültürel, tarımsal ve peyzaj karakteristiği ile ekosistem olarak etkili alanlar arasındadır (SYGM, 2021) (Şekil 1). Bu yönü ile yukarıda bahsedilen uluslararası Global Environment Facility (GEF) projesine konu olmuştur. Çoğunlukla yarı kurak soğuk (%70) iklim içerisinde yer alan YSH tüm yağış şekillerine de sahiptir. Uzun dönem ortalamaları dikkate alındığında en yüksek yağış haziran ayında (127.7 mm), en düşük yağış ise havzadaki buharlaşmanın en üst olduğu ağustos ayı içerisinde (6.2 mm) olarak gerçekleşmektedir. Buharlaşma ve yağış arasındaki en yüksek fark mayıs ayında 9,1 mm dir. Havzadaki uzun dönem ortalamasına bakıldığında, en düşük sıcaklık ocak ayında (- 28 °C), en yüksek sıcaklık ise ağustos ayında (44 °C) tespit edilmiştir. Türkiye'deki tüm akarsuların yaklaşık %3,4'ünü oluşturan Sakarya Nehri'nin ortalama debisi 6,4109 m<sup>3</sup>/ yıl, uzunluğu 687 km olan nehrin 593 km'si çalışma alanı içerisinde yer almaktadır. Havzadaki birçok dere, üzerinde Sarıyar ve Gökçekaya barajları bulunan Sakarya Nehri aracılığıyla Karadeniz'e ulaşmaktadır. Çalışma alanındaki şehirlerin toplam nüfusu Türkiye'nin toplam nüfusunun %13'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin yaklaşık 23 milyon hektarlık tarım arazisinin yaklaşık %26'sı Yukarı Sakarya Havzası'nda yer almaktadır (SYGM 2021).



Şekil 1. Çalışma alanı

### 2.2. Yöntem

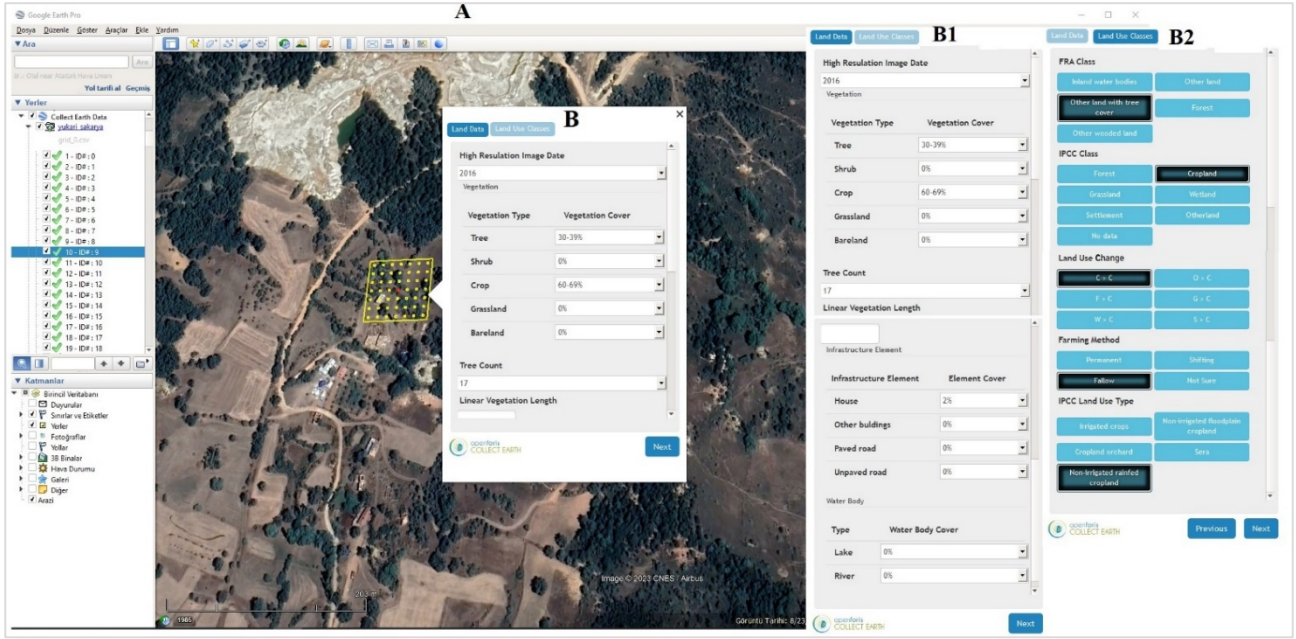
YSH arazi kullanım/örtü tespiti ve değişimi için Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Avrupa Komisyonu (EC), Dünya Gıda ve Tarım örgütü (FAO) kuruluşlarının da desteklediği Collect Earth (CE) yazılımı kullanılmıştır. CE yazılımı ücretsiz ve açık kaynaklı bir yazılımdır. Kapsamlı bir kullanıcı kılavuzu Open Foris web sitesinde ([www.openforis.org](http://www.openforis.org)) ve GitHub deposunda mevcuttur. Destekleyici yazılımların çoğu CE içinde bulunurken, diğer yazılım ürünleri (Google Earth, web tarayıcısı ve Open Foris Collect) çevrimiçi olarak ücretsiz olarak mevcuttur. CE dört ana bölümden oluşmaktadır: (1) girdiler; (2) veri toplama; (3) veri yönetimi ve (4) sonuç görselleştirme ve çıktılar. Bey vd., (2016) Collect Earth'ün ve tüm bileşenlerinin tanıtımını ve

yöntem yaklaşımını açıklamıştır. CE, birçok saha temelli çalışmada metodolojik bir araç olarak kullanılmaktadır.

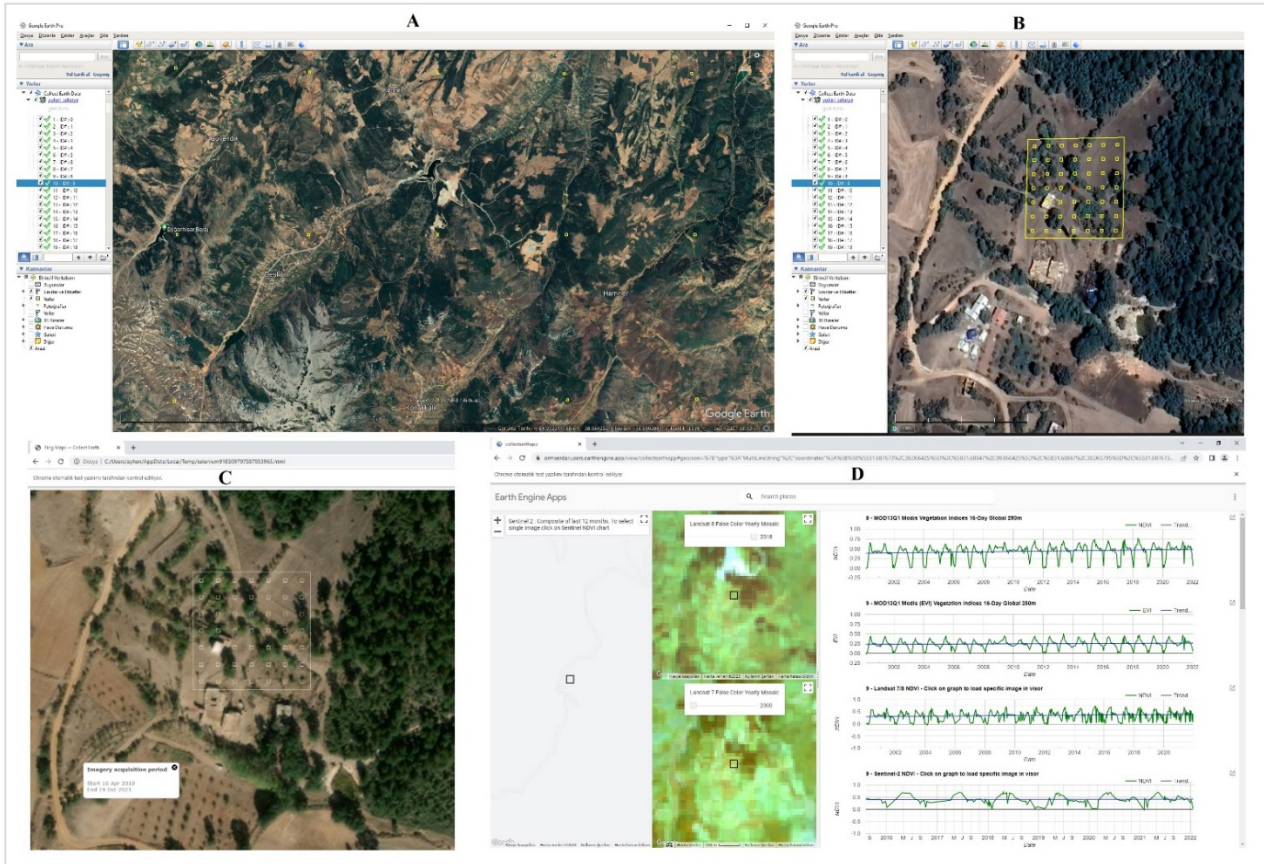
**Collect Earth Girdileri:** CE, çalışmanın amacına göre özelleştirilebilmekte, bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte arazi izleme/değerlendirme çalışmalarında kullanılabilir. Amaca uygun özgün çalışmalar için veri toplama parametrelerini ve diğer girdileri içeren bir Collect Earth Project (CEP) dosyası oluşturulabilir. CEP girdileri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- *Veri toplama formu:* CE kullanıcılarına test ızgaralarının özellikleri hakkında veri girmek için veri giriş pencerelerini ifade eder.
- *Örnekleme tasarımı:* Tüm alanı büyük ölçekte değerlendirmek için belirlenen boyuttaki test ızgaralarının rastgele veya sistematik olarak oluşturulduğu yerdir.
- *Alan öznitelikleri dosyası:* CE için rastgele ya da sistematik bir örnekleme tasarımı kullanıldığında, alan öznitelikleri CSV dosyasındaki toplam parsel sayısına göre tüm alan için hesaplama yapılmasını sağlar.
- *Grid dosyası/tamamlayıcı veriler:* Google Earth Engine (GEE) Kod Düzenleyicisini kullanarak uydu görüntü verilerini ve grafik verilerini hazırlamak için öznitelik dosyasını ve kod sayfasını içerir. Her biri CEP dosyasında gizli olan test ızgaralarına uygun olarak hazırlanır.
- *Proje özellikleri dosyası:* CE, analistin yazılımı çalıştırması ve projeyi kullanması için gerekli tüm veri kaynaklarının (Google Earth, GEE explorer, Bing Maps, GEE Code Editor) mevcut olduğu son dosyadır. Her bir test ızgarası için yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin (VHR) görsel olarak yorumlanması yoluyla arazi değerlendirme amacıyla veri toplanmasını sağlayan CEP dosyasının tam sürümüdür.

**Veri yönetim çerçevesi:** Görsel yorumlama ve veri girişi için kartların, test gridlerinin, uydu görüntülerinin (LANDSAT, MODIS, Sentinel vb.) ve izleme ve değerlendirme için grafiklerinin (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi; NDVI, Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi; NDWI vb.) bir arada kullanıldığı bütündür. Tüm test gridler, Google Earth üzerinde otomatik olarak çalışır. Google Earth üzerinde herhangi bir grid kimliği seçildiğinde, test gridlerinin görüntü ve grafikleri Collect Earth veri toplama formu (Şekil 2) ile açılarak sistematik ve organize bir şekilde kaydedilmesine olanak sağlar. Aynı zamanda analist, test gridlerinin ID tanımlı Bing Maps, GEE explorer ve GEE kod editörüne erişim sağlar. Bing Maps, Google Earth gibi VHR görüntülerinin görsel olarak yorumlanması için kullanılan yardımcı verilerdir. GEE, uydu görüntülerine erişmek, görselleştirmek ve işlemek için kullanılan bir bulut bilişim platformudur. Landsat, MODIS ve Sentinel gibi 1972'den günümüze zamansal çözünürlük sağlayan ve 10 m ila 500 m arasında değişen geometrik çözünürlüğe sahip uydu görüntü verilerini içerir. GEE Kod Editörü, VHR görüntülerinin görsel olarak yorumlanmasına katkıda bulunan uydu görüntü verilerinden oluşturulan grafik verilerin kullanılmasına olanak tanır. GEE Kod Editörü, belirlenen tarih aralıkları için Landsat, MODIS ve Sentinel görüntü verilerinden üretilen farklı indeks grafik verileri (NDVI, NDWI vb.) oluşturabilir (Şekil 3). CE, plot gridlerin konumlarını coğrafi olarak senkronize etmek ve GEE Kod Düzenleyicisinde görüntü verileri oluşturmak için Selenium WebDriver API ve JavaScript komutlarını kullanır. Analist, Google Earth, Bing Maps ve GEE explorer ile artırılmış görsel yorumlama gerçekleştirirken, Google Earth'te bir HyperText Markup Language (HTML) balonu olarak görünen CE veri toplama formundaki arazi özellikleriyle ilgili nitel ve nicel bilgileri işler ve kaydeder. Google Earth, HTML balonuna girilen verileri CE veri tabanına bağlamak için bir köprü sunucusu kullanır. CE veri tabanının yapısı, Collect Survey Designer'da ana hatlarıyla belirtilen yapıyla tutarlı olmalıdır. CE, her kullanıcının bilgisayarında yerel olarak depolanan bir SQLite veri tabanı kullanır. CE veri tabanı oluşturulduktan sonra otomatik olarak biçimlendirilir ve verilerin yorumlanması ve görselleştirilmesi için SAIKU analiz programı tarafından kullanılmaya hazır hale getirilir. Ayrıca veriler R, GIS, Excel vb. yazılımlara aktarılabilir.



Şekil 2. Proje özelliklerinin Google Earth penceresi üzerindeki görünümü (A); CE veri toplama formu (B); Arazi kullanımı/örtüsü özellikleri (B1); IPCC arazi kullanımı ve değişikliği (B2)



Şekil 3. Deneme gridleri (A); Google Earth (B); Bing Maps (C); GEE explorer and GEE Code Editor (D)

**Veri Toplama:** Çalışma alanı için test gridleri ( $70m \times 70m$ ) kullanılmış ve değerlendirmeler bu yarım hektarlık alan için yapılmıştır. Ayrıca, her bir test gridinde  $4900 m^2$ lik bir alana eşit olarak dağıtılmış  $7 \times 7$ , toplam 49 araştırma karesi atanmıştır (Şekil 2A). Her bir test karesi için analist ilk olarak "arazi örtüsü" kart bilgilerini



işler. Araştırma kareleri kullanılarak "Bitki örtüsü tipi" (Ağaçlar, ekili alan, otlak, çalılık, yapay yüzeyler, alt-yapı, sulak alan, çıplak alan) ve "Bitki örtüsü;% " kartları veri girişleri tamamlanır (Şekil 2B1). Bu aşamada VHR'nin görsel olarak yorumlanması için ilk tercih edilen kaynak Google Earth, ikinci kaynak ise Bing Maps olmuştur. IPCC ve FAO/FRA sınıflandırma sistemini kullanarak arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliğini değerlendirmek için (uzaktan algılamaya dayalı metodolojiler için UNFCCC gerekliliklerine uygun olarak) "Arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği" tanımlama kartında temel arazi unsurları yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir (Şekil 2B2). Bu kartın doldurulması "Arazi örtüsü" kartı bilgilerinin verilerine uygun olarak yapılmalıdır. "Arazi örtüsü" içeriğine girilen örtü oranları IPCC sınıf tanımları için kullanılmaktadır. Martinez ve Mollicone (2012) bu tür arazi unsurlarının gözlemlenen alandaki uygunluğunu ve baskınlığını yansıtan eşik değerlere dayalı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma için, tüm arazi kullanım kategorileri için %20 limitli hiyerarşik kural, yerleşim > ekim alanı > orman arazisi > otlak > sulak alan > diğer arazi hiyerarşik (azalan baskınlık sırasına göre) sıralaması kullanılarak oluşturulmuştur. Örneğin, minimum gözlemlenen alan %10 yerleşim, %30 tarla ve %60 otlak olduğunu gösteriyorsa, gözlemlenen alanın baskın arazi kullanımı tarla olacaktır, çünkü yerleşim arazi kullanım kategorisi (hiyerarşideki ilk kategori) tarafından işgal edilen alan belirlenen eşikten (%20) daha azdır. Bu çalışmada da %20 sınır kuralı tanımlı hiyerarşik kural kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında Yukarı Sakarya ölçeğinde sistematik olarak 5 km aralıkla atılmış yaklaşık 3000 adet yarım hektarlık test gridlerinde Collect Earth yöntemi ile analizler gerçekleştirilmiştir. 2000 yılından günümüze yapılan ölçüm ve hesaplamalarla elde edilen sonuçlar, toplam alana enterpole edilerek, çalışma alanına ilişkin LULC ve değişimlerinin rakamsal sonuçları verilerek haritalanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Arazi kullanımı / örtü sınıfları

CE yöntemi ile Yukarı Sakarya Havzası'nın IPCC sınıflarına göre alansal dağılımları hesaplanmıştır. Evrensel ölçekte LULC belirlemesi amaçlı IPCC sınıflandırmasını altlık olarak hazırlanmış sınıflandırma sonuçları da bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan ESA CCI (İklim Değişikliği Girişimi), Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) uydu gözlemlerinden elde edilen temel iklim değişkenlerinin küresel veri setlerini geliştirmeye yönelik bir girişimin sunduğu arazi örtüsü sınıfı verisidir. CCI-LC sınıflarının IPCC tarafından tanımlanan altı Arazi Kullanımı kategorisiyle eşleştirilmiştir (ESA, 2017). CCI-LC projesi, 1992'den 2020'ye kadar yıllık bazda 300 m geometrik çözünürlükte tutarlı küresel Arazi Örtüsü haritaları sunmaktadır. Diğer bir arazi örtüsü haritası ise, Proba-V görüntülerine dayanan Copernicus Global Land Service - Land Cover (CGLAS-LC100)'dür (ESA, 2017). 2015-2019 arasında arazi örtüsü sınıfları sunmaktadır. Haritalama, Proba-V sınıflandırması ile birçok sınıfı paylaşan CCI-LC ile ilgili bu makaledeki öneriler takip edilerek, IPCC tarafından tanımlanan 6 Arazi Kullanım kategorisiyle eşleştirilmiştir. Copernicus GLS Proba-B 100m projesi, 2015'ten 2019'a kadar yıllık bazda 100 m uzamsal çözünürlükte tutarlı küresel Arazi Örtüsü haritaları sunmaktadır.

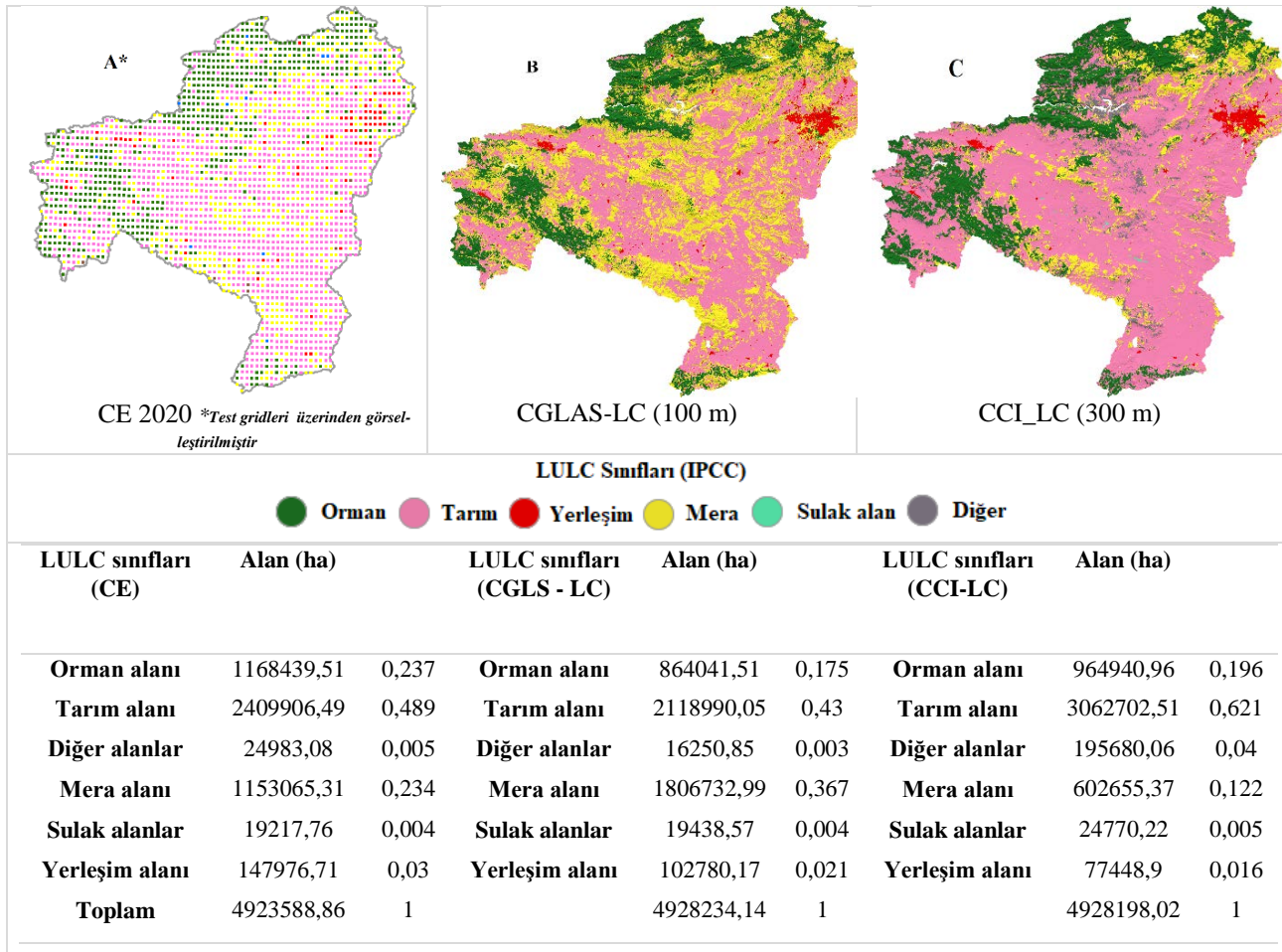
YSH'nın günümüz arazi kullanım durumları CE (2020), EAS CCI (2020) ve CGLAS-LC (2019) verileri özelinde Şekil 4 içeriğinde verilmiştir. LULC sınıfları ile ilgili ilk gözlenen durum rakamsal verilerin birbirleri ile örtüşmediğidir. Oransal olarak her üç sınıflandırma içerisinde tarım alanları havzadaki en büyük kullanıma sahip alan niteliğindedir. Bu sıralamayı CE metodolojisinde orman ve mera yaklaşık birbirlerine eşit oranlarda takip ederken, CGLAS-LC'de mera sınıfı % 36,7 ile orman sınıfının (%17,5) önünde yer almaktadır. CCI-LC'de orman sınıfı %19,6 ikinci en büyük alan iken mera sınıfı %12,2 ile üçüncü sırada yer almaktadır. CCI-LC sınıflandırmasında tarım alanının %62,1 gibi diğerlerine göre yüksek orandaki alansal büyüklük, diğer kullanımların oranını düşürmektedir.

### 3.2. Arazi kullanım / örtü değişimi (2000-2020)

CE yöntemi kullanarak 2000-2020 yılı arası LULC incelendiğinde (Tablo 1), Orman alanlarının yirmi yıllık süreçte 34591,95 ha arttığı gözlenmektedir. Bu artışın tamamı mera alanlarının orman alanlarına dönüşümü ile gerçekleşmiştir. Tarım kullanımında ise 17295,98 ha alan kaybedilmiştir. Geçmişte tarım alanı sınıfı içerisinde yer alan 15374,20 ha yerleşim alanına dönüşmüştür. Benzer şekilde geçmişte mera alanı sınıfı içerisinde yer alan 13452,43 ha alan da yerleşim sınıfına dönüşmüştür. Toplamda yerleşim alanı 2020 yılına kadar toplam 28826,63 ha artış göstermiştir. Analistler tarafından yapılan IPCC alt kullanım sınıfları veri girişleri incelendiğinde mera alanlarından orman alanlarına geçen tüm alanların (36513,73 ha) ağaçlandırma çalışmaları neticesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tarım alanlarından yerleşim alanlarına gerçekleşen dönüşümlerin %63'ü yerleşim merkezleri kapsamında, %25'i de alt yapı alanlarına şeklinde gerçekleşmiştir. Mera alanlarından yerleşim alanlarına gerçekleşen dönüşümlerin ise %33'ü yerleşim merkezleri kapsamında, %50'si ise diğer yerleşim alanlarına (kırsal ve kırsala ait yapısal elemanlar) şeklindedir.

CGLAS-LC verisi 2015-2019 arası arazi kullanım değişimlerini verdiği için bu başlık altında değerlendirmeye alınmamıştır. CCI-LC verisi arazi kullanım değişimi izlendiğinde (Tablo 1), ilk öne çıkan, raster veri özelliğine bağlı olarak tüm sınıflar arasında değişim gerçekleşmiştir. Alansal farklılıklar olsa da, LULC sınıfları arasında değişim ve yönleri incelendiğinde, CE yönteminin aksine orman alanına en büyük değişim tarım alanlarından gerçekleştiği (101598 ha) gözlenmektedir. Ayrıca mera alanı ve yerleşim alanı sınıflarına en büyük geçişin de, 51022 ha ve 23161 ha ile tarım alanı sınıfından gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durum, diğer alan sınıfı içinde geçerli olmuştur. Toplamda 199933 ha tarım alanı 2020 yılı itibari ile diğer LULC sınıflarına dönüşmüştür.



Şekil 4. Yukarı Sakarya Havzası IPCC arazi kullanım haritaları

Tablo 1  
Arazi kullanım durumu değişimi (2000-2020)

Arazi kullanım sınıfları (2000)	CE-LC/Arazi kullanım sınıfları (2020)						Toplam
	Orman alanı	Mera alanı	Tarım alanı	Sulak alan	Yerleşim alanı	Diğer alan	
Orman alanı	1.131.925,78						<b>1.131.925,78</b>
Mera alanı	36.513,73	1.151.143,54			13.452,43	1.921,78	<b>1.203.031,48</b>
Tarım alanı			2.409.906,49	1.921,78	15.374,20		<b>2.427.202,47</b>
Sulak alan				1.921,76			<b>19.217,76</b>
Yerleşim					119.150,08		<b>119.150,08</b>
Diğer alan						23.061,31	<b>23.061,31</b>
<b>Toplam</b>	<b>1.168.439,51</b>	<b>1.151.143,54</b>	<b>2.409.906,49</b>	<b>21.139,54</b>	<b>147.976,71</b>	<b>24.983,09</b>	<b>4.923.588,88</b>
Arazi kullanım sınıfları (2000)	CCI-LC/Arazi kullanım sınıfları (2020)						Toplam
	Orman alanı	Mera alanı	Tarım alanı	Sulak alan	Yerleşim alanı	Diğer alan	
Orman alanı	825.852	14.138	22.524	549	513	3.365	<b>866.941</b>
Mera alanı	30.348	528.701	46.241	555	7.542	8.161	<b>621.548</b>
Tarım alanı	101.598	51.022	2.965.557	1.102	23.161	23.050	<b>3.165.490</b>
Sulak alan	213	295	736	21.087	26	647	<b>23.004</b>
Yerleşim	83	338	1.373	0	34.188	117	<b>36.099</b>
Diğer alan	6.844	8.158	26.267	1.473	12.014	160.337	<b>215.093</b>
<b>Toplam</b>	<b>964.938</b>	<b>602.652</b>	<b>3.062.698</b>	<b>24.766</b>	<b>77.444</b>	<b>195.677</b>	<b>4.928.175</b>

#### 4. Sonuçlar

Çalışma kapsamında YSH için LULC ve değişimleri (2000-2020) CE yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. IPCC'ye göre yapılan LULC sınıflandırma sonuç verileri, CGLAS-LC ve CCI-LC küresel verileri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Her iki küresel verinin üretilmesi için esas alınan geometrik çözünürlüklerinin sonuca etkileri açıkça gözlenmiştir. CGLAS-LC verisinin 100 m geometrik çözünürlüğe sahip olması, 300 m geometrik çözünürlüğe sahip CCI-LC verisine göre daha hassas bir veri ürettiği görsel olarak gözlenmektedir. Her iki sınıflandırma için gözlenen alansal farklılıkların diğer bir nedeni referans alınan sınıflandırma kategorilerinin IPCC sınıflandırmayı temel alan 6 sınıfa uyarlanmasıdır. CCI-LC verisi ESA arazi sınıfları esas alınarak, CGLAS-LC verisi Copernicus Global Land Service arazi sınıflarını esas alarak dönüşümler gerçekleştirilmiştir. Bu durum da IPCC sınıflarına dönüşüm noktasında gerekli hassasiyeti düşürmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan CE yöntemi 3000 adet yarım ha alanda yapılan yüksek çözünürlüklü görüntülerin yorumlanması ile elde edilen LULC sınıflarını içermektedir. Bu alanlardaki sonuçlar tüm alana enterpole edilerek alansal sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu bağlamda CE yöntemi diğer iki sınıflandırma sonuçlarına göre çok daha yüksek bir çözünürlükte görüntüler kullanarak elde edilmektedir. Burada en temel sorun tüm alanı temsil edecek istatistiki olarak yeterli büyüklükte test alanının kullanılmasıdır.

LULC değişimleri CE ve CCI-LC verisi kapsamında değerlendirilmiştir. CCI-LC verisi LULC değişimleri ve yönleri incelendiğinde tüm sınıflardan birbirlerine değişim yaşandığı gözlenmektedir. Alansal olarak oldukça küçük alanlarda bile değişim yaşandığı düşünüldüğünde bu durumun raster veri yapısından kaynaklı her bir pikselin farklı yıllardaki arazi kullanım sınıflarına atanmış farklı sayısal değerinden (DN) kaynaklıdır. CCI-LC verisi 300 m bir mekânsal veriye sahip olmasından kaynaklı sınıflar arası ayırımın çok net gerçekleştirilemediği LULC değişim matrisinden de gözlenmektedir. Bu nedenle, YSH için yerleşim alanından orman alanına geçiş (80 ha), sulak alandan yerleşim alanına geçiş (26 ha) gibi gerçekleşmesi oldukça zor

LULC değişimleri gözlenmiştir. CE yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen LULC değişimleri daha keskin sonuçlar içermektedir. Değişimlerin her biri arasında değil belirgin sınıf geçişlerin yaşandığı gözlenmektedir. Bu durum CE yönteminin LULC değişimleri için daha belirgin sonuçlar elde ettiğini göstermekte ve karar vericiler için somut çıkarımlar sağlamaktadır. Ayrıca CE yöntemi ile LULC değişimlerinin IPCC alt arazi kullanımları nezdinde değişim olan her test alanı için veri tabanına işlendiği için LULC değişimlerinin yönü daha net ortaya konulabilmektedir. Mera alanlarının orman alanlarına dönüşümdeki tüm alanların “ağaçlandırma sahaları” olarak tespit edilebilmesi buna en büyük örneklerdendir.

### **Teşekkür**

Bu çalışmada, Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde Cansu Mandacı tarafından hazırlanan “Collect Earth Metodolojisi Kullanılarak Çok Amaçlı Arazi İzleme ve Değerlendirme: Yukarı Sakarya Havzası Örneği, Türkiye” isimli Yüksek Lisans Tezi kapsamında ki verilerden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın özeti TUFUAB XII. Teknik Sempozyumu'nda sunulmuştur.

### **Yazar Katkıları**

Ayhan Ateşoğlu: Çalışmanın analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır (%40)

Fidan Şevval Bulut: Çalışmanın analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır (%40)

Cansu Mandacı: Çalışma verilerini toplamıştır (%20)

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Kaynaklar**

- Bey, A., Sanchez-Paus Diaz, A., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S., Bastin, J.-F., Moore, R., Federici, S., Rezende, M., Patriarca, C., Turia, R., Gamoga, G., Abe, H., Kaidong, E. and Miceli, G. (2016). Collect earth: land use and land cover assessment through augmented visual interpretation. *Remote Sensing*, 8(10), 807.
- Cowie, A. L., Orr, B. J., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A. and Louwagie, G. (2018). Land in balance: The scientific conceptual framework for land degradation neutrality. *Environmental Science & Policy*, 79(January): 25–35.
- ESA, (2017). Land cover CCI, Product User Guide, Version 2.0., Erişim tarihi: 13.04.2023. Erişim adresi: [https://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2\\_2.0.pdf](https://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf)
- Feizizadeh, B., Mohammadzade Alajujeh, K., Lakes, T., Blaschke, T. and Omarzadeh, D. (2021). A comparison of the integrated fuzzy object-based deep learning approach and three machine learning techniques for land use/cover change monitoring and environmental impacts assessment. *GIScience & Remote Sensing*, 58(8), 1543-1570.
- GEF, (2019) Contributing to Land Degradation Neutrality (LDN) Target Setting by Demonstrating the LDN Approach in the Upper Sakarya Basin for Scaling up at National Level, Ankara., Erişim tarihi: 13.04.2023. Erişim adresi: <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/9586>
- IPBES, (2018). The assessment of land degradation and restoration. Summary for Policymakers Bonn, Germany 49 p. <https://www.ipbes.net>
- Kamel, M. and Abu El Ella, E.S.M. (2016). Integration of Remote Sensing & GIS to Manage the Sustainable Development in the Nile Valley Desert Fringes of Assiut-Sohag Governorates, Upper Egypt. *J Indian Soc Remote Sens*, 44: 759–774, <https://doi.org/10.1007/s12524-015-0529-2>

- Lubis, M.Z., Taki, H.M., Anurogo, W., Pamungkas, D.S., Wicaksono, P. and Aprilliyanti, T. (2017). Mapping the Distribution of Potential Land Drought in Batam Island Using the Integration of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science IOP Publishing* 98 012012
- Martínez, S. and Mollicone, D. (2012). From land cover to land use: A methodology to assess land use from remote sensing data. *Remote Sensing*, 4(4), 1024-1045.
- Pandey, A. and Purohit, R. (2022). Impact of geological controls on change in groundwater potential of recharge zones due to watershed development activities, using integrated approach of RS and GIS. *Journal of Scientific Research*, 66(1), 53-62.
- Schirpke, U., Tscholl, S. and Tasser, E. (2020). Spatio-temporal changes in ecosystem service values: Effects of land-use changes from past to future (1860–2100). *Journal of Environmental Management*, 272, 111068.
- Sims, N. C., England, J. R., Newnham, G. J., Alexander, S., Green, C., Minelli, S., Held, A. (2019). Developing good practice guidance for estimating land degradation in the context of the United Nations Sustainable Development Goals. *Environmental Science & Policy*, 92(February): 349–355.
- SYGM, (2021) Sakarya havzası nehir havza yönetim planı hazırlanması projesi, stratejik çevresel değerlendirme kapsam belirleme raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 233 s.
- Tariq, A., Shu, H., Siddiqui, S., Imran, M. and Farhan, M. (2021). Monitoring land use and land cover changes using geospatial techniques, a case study of Fateh Jang, Attock, Pakistan. *Geography, Environment, Sustainability*, 14(1), 41-52.
- Wang, R. and Gamon, J. A. (2019). Remote sensing of terrestrial plant biodiversity. *Remote Sensing of Environment*, 231, 111218.
- Y. and Kalina, I. (2021). Sustainable natural resource management to ensure strategic environmental development. *TEM Journal*, 10(3), 1022.
- Zeng, Y., Hao, D., Huete, A., Dechant, B., Berry, J., Chen, J. M., Joiner, J., Frankenberg, C., Bond-Lamberty, B., Ryu, Y., Xiao, J., Asrar, G. and Chen, M. (2022). Optical vegetation indices for monitoring terrestrial ecosystems globally. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(7), 477-493.

# Comparison of Spatio-Temporal Changes in Forest Ecosystem Functions from 1996 to 2018: A Case Study from Türkiye

Hasan Emre ÜNAL<sup>1,\*</sup>

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

## Article History

Received: 21.08.2023

Accepted: 02.11.2023

Published: 15.12.2023

## Research Article



**Abstract** – The objective of this study was to determine the temporal changes in forest ecosystem values (economic, ecological, and socio-cultural functions) for the 1996, 2009 and 2018 planning periods. For this purpose, forest management plans and forest cover type maps were used to reveal the changes in forest ecosystem values for the planning periods. Temporal changes in forest ecosystem functions were discussed in terms of economic, ecological and socio-cultural functions which are three essential functions. There has been a decrease in the amount of area for economic purposes in the region in the following planning periods. A general decrease in areas for economic purposes and a general increase in areas for ecological purposes were determined during the planning periods. While there was not any area for socio-cultural purposes in the 1996 planning period, there was an area of 1631 ha in the 2009 planning period and 1575 ha in the 2018 planning period. Demands of the society and the changes in forest management planning approaches over time, changes have occurred in forest functions. Depending on these changes, decreased in production forests and increases in non-production forests (ecological and socio-cultural) were observed.

**Keywords** – Forest ecosystem functions, planning approach, functional planning, national park

## 1996-2018 Yılları Arasında Orman Ekosistemi Fonksiyonlarındaki Mekansal-Zamansal Değişimlerin Karşılaştırılması: Türkiye'den Bir Örnek Çalışma

<sup>1,\*</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 21.08.2023

Kabul: 02.11.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi

**Öz** – Bu çalışmada, 1996, 2009 ve 2018 planlama dönemlerinde, orman ekosistemi değerlerinde (ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel işlevler) zamansal olarak meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla planlama dönemlerine ait orman ekosistemi değerlerinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi için orman amenajman planları ve meşcere tipi haritaları kullanılmıştır. Orman ekosistemi fonksiyonlarındaki zamansal değişimler, üç temel fonksiyon olan ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonlar açısından ele alınmıştır. Birbirini takip eden planlama dönemlerinde ekonomik amaçlı alan miktarında azalma olmuştur. Planlama dönemlerinde ekonomik fonksiyonlu alanlarda genel bir azalma, ekolojik fonksiyonlu alanlarda ise genel bir artış tespit edilmiştir. 1996 planlama döneminde sosyo-kültürel fonksiyonlu alan bulunmazken, 2009 planlama döneminde 1631 ha, 2018 planlama döneminde ise 1575 ha alan bulunmaktadır. Toplumun talepleri ve orman amenajman planlama yaklaşımlarında zamanla meydana gelen değişikliklerle birlikte orman fonksiyonlarında da değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişimlere bağlı olarak üretim ormanlarında azalma, üretim dışı ormanlarda ise (ekolojik ve sosyo-kültürel) artışlar gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Orman ekosistem fonksiyonları, planlama yaklaşımı, fonksiyonel planlama, milli park

<sup>1</sup>  hemre@karatekin.edu.tr; emreunal06@gmail.com

\* Corresponding Author/ Sorumlu Yazar: Hasan Emre ÜNAL

## **1.Introduction**

Forests are highly complex biotic communities that encompass many of the life forms on Earth and provide a variety of products and services in terms of economic, ecologic, and socio-cultural (Başkent, Terzioğlu & Başkaya, 2008; Forest Europe, 2020). Global forest resources are also an essential element for the conservation of biological diversity, conservation of water and soil resources, recreation, ecotourism, carbon sequestration (Karahalil et al., 2018) as well as meeting the needs of the society for wood and non-wood forest products (Başkent & Yolasığmaz, 2000; Kuvan et al., 2011; Miura et al., 2015; Gamfeldt et al., 2013; Keleş et al., 2017; Bozali, 2020; Bilici & Akay, 2021; Khaiteer & Erechchoukova, 2022). In the period up to the 20th century, the term "value" was not used much for products and services offered by forests. Instead, it was replaced by different terms such as "profit" (Pilli & Pase, 2018). Afterward, non-wood forest products and services, environmental-ecological functions (reducing climate change, protecting biological diversity, protecting soil and water, etc.) and tourism-recreation functions of forests gained importance both in Türkiye and in the world (Bozali, 2021; Kadioğulları et al., 2014; Keleş et al., 2007; Kuvan et al., 2011; Kuvan et al., 2018). In 1963, forest inventory studies were initiated with the Five-Year Development Plans in Türkiye. In the 1963-1972 period, forest management plans covering the whole country were prepared (Zengin et al., 2013). In the early 2000s, studies were carried out with the idea of functional planning in Türkiye. In this framework, "Ecosystem-Based Functional Planning" which is based on the ecosystem, participatory approach, and functional planning, entered into force in 2008 (GDF, 2021). Contrary to previous management plans with a focus on wood production current management plans are in the form of a balance of economic, ecological, and social-cultural functions of forests in accordance with international processes (Sivrikaya et al., 2005; Başkent et al., 2007; World Bank Group, 2017; Başkent & Kaspar, 2022). In terms of area, 42.3% of Türkiye's forest resources are allocated to economic function including the production of firewood, roundwood, and non-wood forest products, 48.5% to ecological function including watershed and erosion control and the remaining 9.2% to social-cultural function (GDF, 2021). Due to the meaning of forests for today's humanity, it has become impossible to allocate every part of it to wood raw material production. Therefore, a management approach in which the use of some forests by humans is completely prohibited or limited use has become necessary. These forests or areas are called protected areas. In addition to the protected area classifications made by international organizations such as IUCN, as seen in the example of Türkiye, protected area qualifications that emerged with the laws of the countries are also found (TOD, 2019).

Protected areas are generally perceived as natural places where nature reveals its development potential and as devoid of human presence as possible (Lee, 2016). The term of protected area is an abbreviation for National Parks, nature reserves, wildlife areas and wildlife management areas (Shafer, 2015). Protected areas not only contribute to the formation of healthy ecosystems and help threatened species, but also provide many more benefits to humans (Bertzky et al., 2012). Protected areas also provide economic benefits by promoting tourism, enabling infrastructure investments, and contributing to the continuity of valuable forest ecosystem services (Miranda et al., 2014). Much of the ecotourism experience and recreational land setting depends on the sustainability of forested lands (Blaj, 2014; Winter et al., 2019). Protected areas offer important opportunities for tourism and recreation as well as the protection of natural resources (Cheung et al., 2022). Protected areas and National Parks within the framework of intense visitor demands and developing sustainability constitute one of the most essential forms of recreational use today (Breiby et al., 2022). While protected areas such as National Parks and nature reserves are essential for the conservation of biodiversity, they are only one of many tools for responsible management of forest resources (Dimitrakopoulos & Jones, 2021)

In Türkiye, the concept of National Park for protection was included in the laws for the first time thanks to the 25th article of the Forest Law No. 6831, which entered into force in 1956. Yozgat Çamlığı was declared as Türkiye's first National Park in 1958 with the implementation of the law (Kılıç & Kervankıran, 2019). There

are 43 National Parks and 229 Nature Parks in Türkiye with a total area of 845814 and 102505 ha, respectively (Birben, 2019). These areas are protected due to the national and international interests in the conservation of natural resources and biological diversity and important in terms of carbon sequestration. The aim of this study is to determine the changes in forest ecosystem functions in the Yenice Forest Planning Unit according to the forest management plans and forest cover type maps in 1996, 2009 and 2018.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1. Description of the study area**

The study area covers Yenice Forest Planning Unit and these areas are located in Black Sea backward region of Türkiye (Figure 1). Yenice Forest Planning Unit is in the Ankara Regional Directorate of Forestry, and it is bounded by 556438-572166 on the East longitudes and 4548797-4530827 on the North latitudes (WGS 1984, UTM Zone 36N). Ilgaz Mountain National Park is located around the Yenice Forest Planning Unit and a protected area that is rapidly increasing in use with the attractiveness of its natural, cultural, and recreational riches. The area of 1118 hectares was declared a National Park in 1976 due to the national and international quality and importance of its resource values. The area offers different opportunities to visitors throughout the year and serves educational, tourism, recreation, and sporting purposes (GDF, 2009a). The variable topography, forest areas, ski slopes and hotels in Ilgaz Mountain National Park constitute the unique character of the region (GDF 2009b). There are two social groups interacting with Ilgaz Mountain National Park. One of these groups is the local people living around the protected area, who maintain their interaction with the area throughout the year and the other group is the visitors who interact with the area for a short time, whose usage patterns and expectations from the area can change (GDF, 2009a).

The study area is 12832 ha. The amount of total productive and non-productive forest area is 7621 ha (58%) and 2197 ha (17%) respectively. Total area covered by forest is 9619 ha and 75% of the study area. The main tree species in the region are *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Black pine), *Pinus sylvestris* (Scots pine), *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Fir), *Quercus* sp. (Oak), *Fagus orientalis* (Oriental Beech), *Carpinus betulus* (Hornbeam), *Juniperus* sp. (Juniper) and *Populus* sp. (Poplar). Elevation is between 875 and 2544 m and mean slope is 19.92%. Annual minimum, maximum and mean temperatures are -25.0, 42.4 and 10.6 °C, respectively. Annual total mean precipitation is 425.65 mm (Anonymous, 2018).



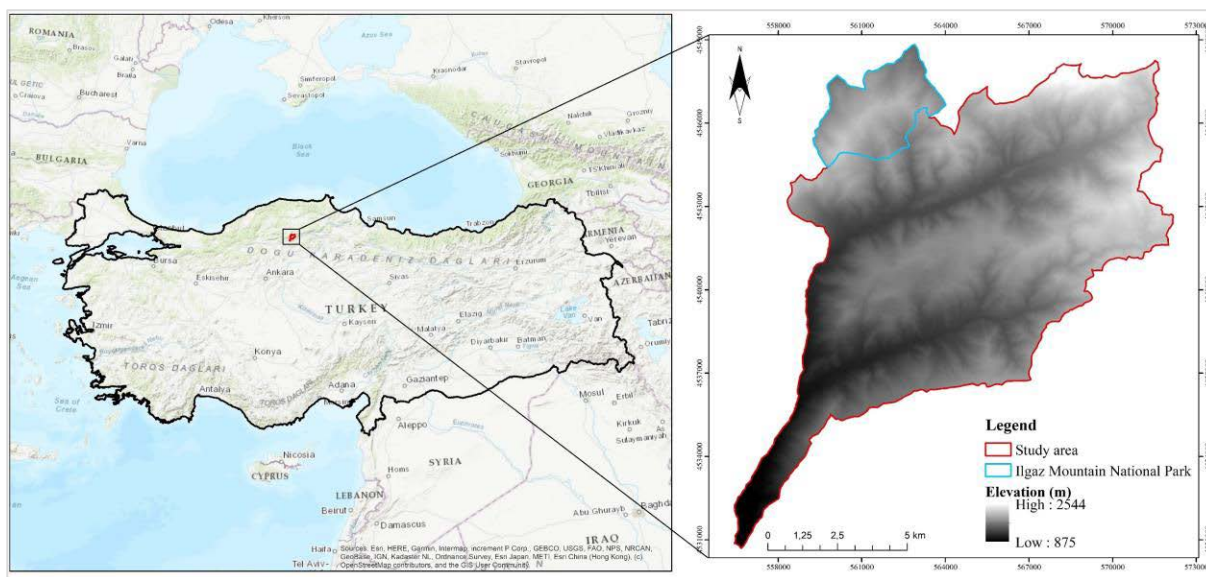


Figure 1. Location of the study area, including the elevation map

## 2.2. Data collection and methods

Forest management plans and forest cover type maps of Yenice Forest Planning Unit prepared in 1996, 2009 and 2018 by the Türkiye General Directorate of Forestry were used. Forest ecosystem functions were mapped by using combined forest cover type maps. In addition, spatial databases were designed for each forest planning period and detailed area distributions were determined for forest ecosystem functions. ArcGIS program was used for combining the forest cover type maps, mapping the forest ecosystem function, and designing spatial database.

## 3. Results

### 3.1. Spatio-temporal change of forest ecosystem functions

The areal variation of the main forest functions in the study area was determined for three planning periods. It was seen that socio-cultural functions have not yet been included in the forest management plans for the 1996 planning period (Figure 2). In addition, the economic area in the 1996 planning period was more than the other planning periods. In ecological functional areas, a large increase was determined in the planning periods after 1996. While the socio-cultural functions in the region were included in the forest management plans in the 2009 planning period, the area amount increased further in 2018 and reached 1575 ha. The total area covered by forest ecosystem functions has also increased during the planning periods. While the forest ecosystem functions covered an area of 9619 ha in the 1996 planning of the region, it covers an area of 11259 ha in 2009 and 11331 ha in the 2018 planning period.

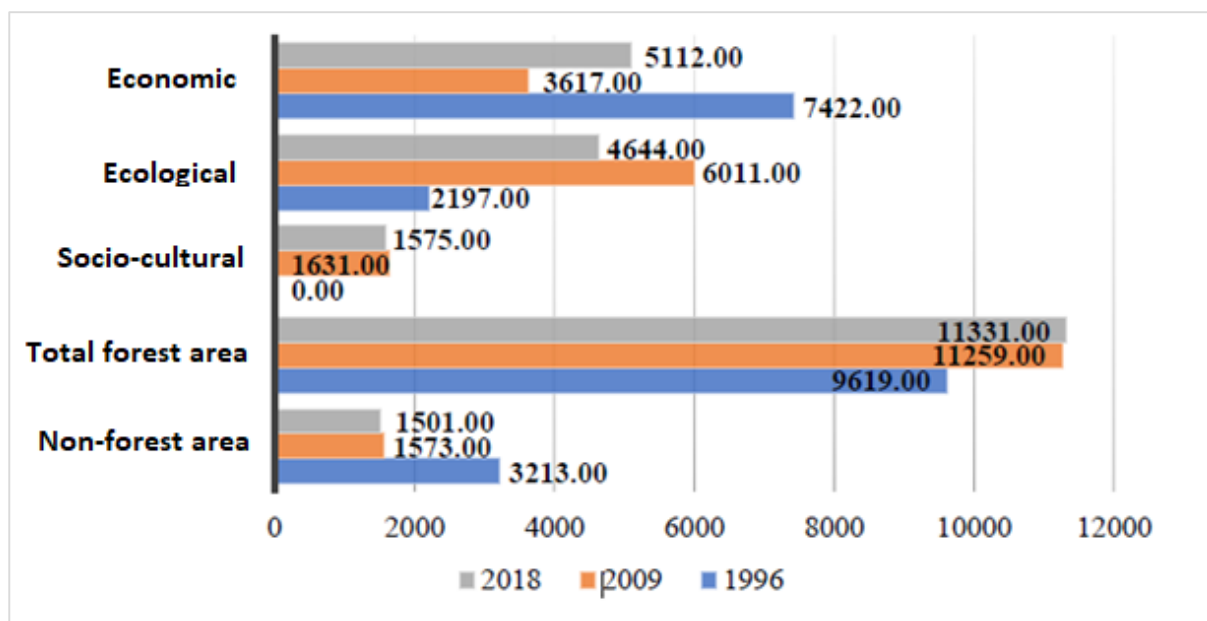


Figure 2. Areal change (ha) of the main forest values in 1996, 2009 and 2018 planning period

The spatio-temporal changes of forest ecosystem functions in 1996, 2009 and 2018 were given in Figure 3 and Table 1. As seen in Table 1, 7422 ha (58%) of the total area was assigned to economic function and 2197 ha (17%) ecological function in 1996. Between 1996 and 2009, there was a net decrease of 3805 ha in the area of economic functions. However, there is a -31 percent change in the economic function from 1996 to 2018. While the percentage of ecological function area within the total area was 23% in 1996, it was 53% in 2009 and 41% in 2018. The area of socio-cultural functions in total forest area decreased from 13 % in 2009 to 12 % in 2018. Forest ecosystem function improvement (1576 ha) was assigned to some areas in the 2009 planning period and these areas were assigned to nature protection functions in the 2018 plan period (Figure 3). In addition, Nature Park (420 ha) and tourism (319 ha) values were added in the 2018 plan period. Many stands that were operated for production purposes in the 1996 planning period were assigned to seed orchards, soil protection, national park and aesthetics functions in the 2009 and 2018 planning periods. In addition, forest areas and non-forest areas are shown in Figure 4.

Table 1

Temporal changes of forest ecosystem values for study area in the years of 1996, 2009 and 2018 planning periods

Main forest function	Primary forest function	Management goal	Forest management plans					
			1996		2009		2018	
			Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%
Economic	Production of wood products	Wood Production	7422	58	3617	28	5112	40
Ecological	Protection	Nature protection	2197	17	-	-	1526	12
		Forest ecosystem improvement	-	-	1576	12	-	-
		Seed orchards	-	-	149	1	148	1
		Nature Park	-	-	-	-	420	3
		National Park	-	-	1122	9	1118	9
	Erosion prevention	Soil protection	-	-	3164	25	1432	11
Socio-cultural	Aesthetics	Aesthetics	-	-	1631	13	1256	10
	Ecotourism and recreation	Tourism	-	-	-	-	319	2
Forest Function Area			9619	75	11259	88	11331	88
Non-forest area			3213	25	1573	12	1501	12
The overall total			12832	100	12832	100	12832	100

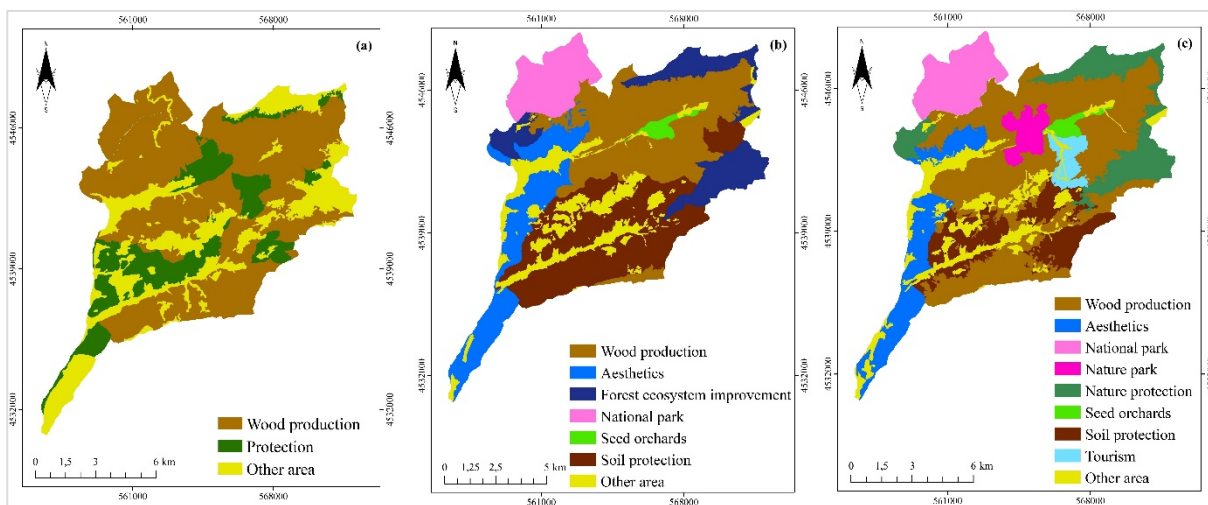


Figure 3. Forest ecosystem values of the study area in 1996 (a), 2009 (b) and 2018 (c) planning period

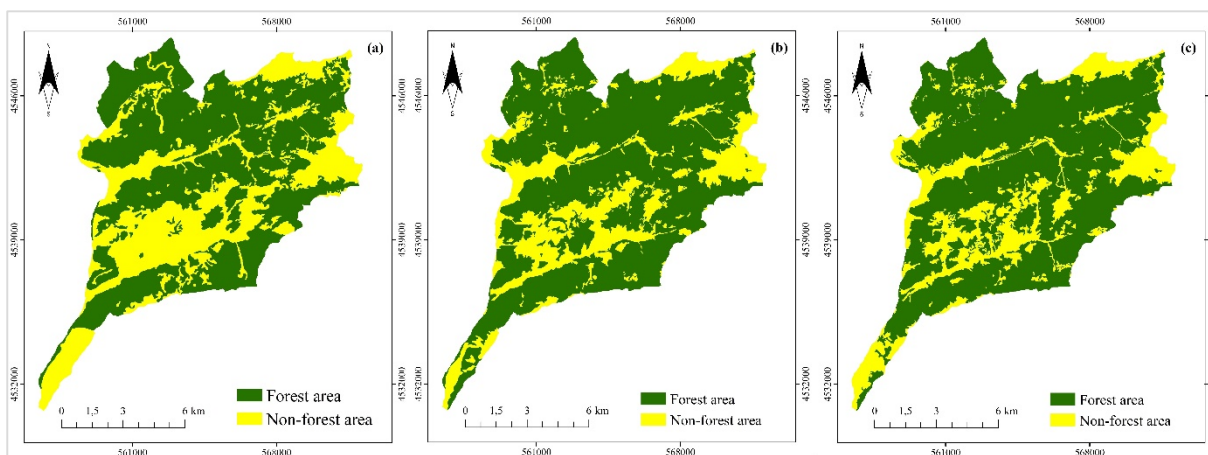


Figure 4. Forest and non-forest areas in 1996 (a), 2009 (b) and 2018 (c) planning period

#### 4. Discussion

It is of great importance for sustainable forest management to create a balance between the economic, ecological, and social functions of forests and to regulate the relations between society and forest in line with society's expectations for forest resources. In this study, which three different management plan periods were examined, it was revealed that socio-cultural and ecological forest functions increased significantly, especially in the last two periods, 2009-2018, while there was a decrease by half in the forest areas operated in terms of economic value. The main functions of forests are analyzed in Türkiye's forest asset statistics prepared for the years 2004, 2012, 2015 and 2020. It is seen that while there was a 5% decrease in the forest areas operated for economic purposes in the 2004-2020 period, the forest areas operated for ecological purposes maintained their ratio in the same period. On the other hand, the ratio of forest areas operated for socio-economic purposes, which has a rate of 3% according to 2004 forest asset data, has been calculated as 9% with a 3-fold increase compared to 2020 data (GDF, 2021). Serious changes in the management of forest ecosystems and forest functions during the three forest management planning periods were found. When the planning periods were examined, it was seen that there was a shift in forest functions from economic functions to ecological and socio-cultural functions in the last two planning periods. The leading factor in achieving this result was the change in the management system in Türkiye's forest planning (Anonymous, 2008; Keleş et al., 2017).

Beginning with the planned period in the 1960s in Türkiye, the rate of urban population started to increase. The urban population ratio, which was 32% in this period exceeded the rural population ratio and increased to 59% since 1990. As of 2021, the urban population ratio was announced as 93%. Urbanization is also an important factor affecting the change in forests and forestry in Türkiye (Keleş et al., 2017; Günşen & Atmış, 2019). The decrease in rural population due to migration has changed the pressure on forest resources. For instance, the decrease in land clearing for agriculture and natural forest regeneration of the abandoned lands has led to an increase in forest areas. In addition, one of the findings of the study was stated as an increase in forest areas with the increasing total population (Ünal et al., 2019). The needs of the citizens such as heating, education, settlement, recreation, tourism and employment constitute the urban-based pressures on the forests. With the increase in the rate of urban population, the expectations of the society from forests have become more diversified and also there has been an increase in the demands for social and cultural opportunities. With this changing demand the General Directorate of Forestry has allocated more recreation areas and urban forests to meet these demands (Atmış et al., 2012; Sağlam & Elvan, 2017). In the study of Erol and Yıldırım (2017), it was concluded that only the population would have an increasing effect when considered in terms of the variables affecting the changes in forests operated for their social value. According to Yılmaz et al. (2006) especially in large and crowded settlements, the recreational and urban characteristics of forests were prioritized and therefore the importance of the social functions of forests was expected to increase day by day. In the study of Kuvan et al. (2011), it has seen that the production functions of forests were important but social values would take priority in the future. According to Türker et al. (2014), ecotourism activities contribute to raising the awareness of local people about environmental protection. It should not be ignored that forest ecosystems have ecologically and socially important functions and provide the services necessary for the sustainability of life-support systems on a local and global scale (Keleş et al., 2017).

Erol and Yıldırım (2017) reported that socioeconomic variables were effective in the change of the surface areas allocated to the functions of forests. The effect of population and education was more than the mentioned variables. According to Erol and Yıldırım (2017), although the population's contribution to forest areas with economic values was to increase the forest area, the effect of the education factor on forest areas, which has an economic value, was negative. On the other hand, it was also revealed by Erol and Yıldırım (2017) in the same study that education has an increasing effect on forest areas operated for ecological value. Previous studies have also shown that the development of recreational activities and non-timber forest production improve the contribution of forest ecosystems to the well-being of local and national populations and help to reduce damage to ecosystems (FAO 2016). It is important for a sustainable management that all interest groups are considered in balancing the expectations about protected areas (Sarvašová et al., 2014). Studies within the scope of long-term development plans for Ilgaz Mountain National Park also showed that local people see themselves as excluded from the National Park. This situation will cause the real owners of the area to be alienated from the National Park and thus to decrease their ownership and protection motives. In order to provide the local people, who are in close interaction with the protected areas, the opportunity to protect and adopt the protected areas more, it is an important issue to be employed in the facilities in the National Park as well as to offer other income generating activities.

## **5. Conclusion**

Natural ecosystems have an important role in regulating and restoring ecological processes and life support units on Earth. In this study, focusing on temporal changes in forest ecosystem functions were determined for the 1996, 2009 and 2018 planning periods for Yenice Forest Planning Unit. Planning periods show that although the economic function maintains its priority in forest ecosystem values, the socio-cultural function has increased in 2009 and 2018 in line with the demands of people from the forests. Therefore, the importance of

ecosystem management, which balances people's supply and demands from forest ecosystems, is increasing regarding nature protection.

### **Acknowledgments**

I would like to thank to Türkiye General Directorate of Forestry for providing data used in this study. I would also like to thanks Assistant Professor Sinan Bulut and Professor Alkan Günlü for their help.

### **References**

- Anonymous (2008) Forest Management Regulation, Turkish General Directorate of Forestry, Ankara.
- Anonymous (2018) Ilgaz Forest Enterprise, Forest Management Plan, Turkish General Directorate of Forestry, Ankara.
- Atmiş, E., Günşen, B. H., Yücedağ, C., Lise, W. (2012). Status, use and management of urban forests in Türkiye. *Southeast European Forestry: Seefor* 3(2), 69-78.
- Başkent, E. Z., Yolasiğmaz, H. A. (2000). Exploring the concept of a forest landscape management paradigm. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 443-451.
- Başkent, E. Z., Terzioğlu, S., Başkaya, Ş., Sivrikaya, F., Kadioğullari, A. İ. and Mumcu, D. (2007). Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) Sürecinin Biyolojik Çeşitlilik, Katılımcılık ve Çok Amaçlı Planlama Kapsamında Değerlendirilmesi: Yalnızçam Uygulama Örneği, The 150th Anniversary of Forestry Education in Türkiye-Proceeding Book, (pp.262-274).
- Başkent, E. Z., Terzioğlu, S. and Başkaya, Ş. (2008). Developing and implementing multiple-use forest management planning in Türkiye. *Environmental Management*, 42, 37-48. <https://10.1007/s00267-008-9106-6>
- Başkent, E. Z. and Kaspar, J. (2022). Exploring the effects of management intensification on multiple ecosystem services in an ecosystem management context. *Forest Ecology and Management*, 518, 1-15
- Bertzky, B, Corrigan C, Kemsey J, Kenney S, Ravilious C, Besançon C, Burgess N Protected Plant Report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK., [https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/styles/publication/public/book\\_covers/BC-2012-061.jpg](https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/styles/publication/public/book_covers/BC-2012-061.jpg)
- Bilici, E., Akay, A.E. (2021). Forestry and forest operations in Türkiye: challenges and developments. *Revista Pădurilor*, 136(1), 37-52.
- Birben, Ü. (2019). The effectiveness of protected areas in biodiversity conservation: The case of Türkiye. *Cerne*, 25(4), 424-438.
- Blaj, R. (2014). Ecotourism and nature tourism—components of a sustainable management of forests. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18(4), 51-54.
- Bozali, N. (2020). Assessment of the soil protection function of forest ecosystems using GIS-based multi-criteria decision analysis: a case study in Adıyaman, Türkiye. *Global Ecol. Conserv.* (24), e01271. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01271>.
- Bozali, N. (2021). Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminde zamansal dinamikler: Kökeç plan ünitesi örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 127-138.
- Breiby, M. A., Selvaag, S. K., Øian, H., Duedahl, E. and Lurfald, M. (2022). Managing sustainable development in recreational and protected areas. The Dovre case, Norway. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 37, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100461>
- Cheung, S. Y., Leung, Y. F., Larson, L. R. (2022). Citizen science as a tool for enhancing recreation research in protected areas: Applications and opportunities. *Journal of environmental management*,

- (305):114353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114353>
- Dimitrakopoulos, P. G. (2021). Jones, N. Protected Areas in Forest Conservation: Challenges and Opportunities. *Forests*, 12(4), 488
- Erol, S.Y., Yildirim, H.T. (2017). Investigation of relations between forest values and some socioeconomic variables: The case of Türkiye. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 123-135. <https://10.17099/jffiu.298588>
- FAO, (2016). Technical Report, Assessment of the socio-economic value of the goods and services provided by Mediterranean forest ecosystems. *Plan Bleu*. <https://www.fao.org/3/i6131e/i6131e.pdf>
- FOREST EUROPE, (2020). State of the Europe's Forests 2020, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. <http://www.foresteurope.org/>
- Gamfeldt, L., Snall, T., Bagchi, R., Johnson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jaen, M.C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C.D., Mikusinski, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andren, H., Moberg, F., Moen, J., Bengtsson, J. (2013). Highre levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications*, 4, 1340. <https://10.1038/ncomms2328>
- GDF,(2009a). Ilgaz Dağı Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı-Sentez Raporu, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- GDF, (2009b). Ilgaz Dağı Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı-Analitik Etüt Raporu, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- GDF, (2021). The inventory of Turkish Forests 2020. General Directorate of Forestry in Türkiye. Ankara.
- Günşen, H.B.and Atmış, E. (2019). Analysis of forest change and deforestation in Türkiye. *International Forestry Review*, 21(2),182-194. <https://10.1505/146554819826606577>
- Kadioğullari, A. İ., Sayin, M. A., Çelik, D. A., Borucu, S.,Çil, B., Bulut, S. (2014). Analysing land cover changes for understanding of forest dynamics using temporal forest management plans. *Environ. Monit. Assess.* 186, 2089–2110. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3520-9>
- Karahalil, U., Başkent, E. Z. and Bulut S (2018) The effects of land cover changes on forest carbon storage in 40 years: a case study in Türkiye. *International Journal of Global Warming*, 14(2), 207-223.
- Keleş, S., Sivrikaya, F. and Çakir, G. (2007). Temporal changes in forest landscape patterns in Artvin Forest Planning Unit, Türkiye. *Environ Monit Assess*, 129, 483-490. <https://10.1007/s10661-006-9380-9>
- Keleş, S., Durusoy, İ. and Çakir, G. (2017). Analysis of the changes in forest ecosystem values, structure and composition in the Black Sea Region of Türkiye. *Journal of Forestry Research*, 28(2),329-342. <https://10.1007/s11676-016-0322-2>
- Khaiter, P. A. and Erechtkhoukova, M. G. (2022). Advanced Scientific Methods and Tools in Sustainable Forest Management: A Synergetic Perspective In *Forest Dynamics and Conservation*,279-309.
- Kiliç, M. and Kervankiran, İ. (2019). Türkiye’de milli parkçılığın kısa bir hikâyesi: Yozgat Çamlığı Milli Parkı örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (72), 21-34. <https://doi.org/10.17211/tcd.463690>
- Kuvan, Y., Erol, S.Y. and Yildirim, H.T. (2011). Forest managers’ perceptions of the foremost forestry issues and values in Türkiye. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(2), 393-403.
- Kuvan, Y, Erol SY (2018) Şahin, G. Management of forest areas used for ecotourism and recreation in Türkiye. *Forestist*, 68(2), 114-121. <https://10.26650/forestist.2018.345971>
- Lee, E. (2016). Protected areas, country and value: The nature–culture tyranny of the IUCN's protected area guidelines for Indigenous Australians. *Antipode*, 48(2), 355-374. <https://doi.org/10.1111/anti.12180>
- Miranda, J.J., Corral, L., Blackman, A., Asner, G., Lima, E. (2014). Effects of Protected Areas 293 on Forest Cover Change and Local Communities. *Inter-American Development Bank*. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.026>
- Miura, S., Amacher, M., Hofer, T., San-Miguel-Ayanz, J., Thackway, R. (2015). Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 352, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.039>
- Pilli, R. and Pase, A. (2018). Forest functions and space: a geohistorical perspective of European forests.

- iForest, 11, 79- 89. <https://10.3832/ifor2316-010>
- Sağlam, S. and Elvan, O. D. (2017). Progress of urban forests in Türkiye and legal aspect. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 17(4), 669-681. <https://doi.org/10.17475/kastorman.266134>
- Sarvašová, Z., Dobšínská, Z. and Šálka, J. (2014). Public participation in sustainable forestry: the case of forest planning in Slovakia. iForest-Biogeosciences and Forestry, 7(6), 414. <https://doi.org/10.3832/ifor1174-007>
- Shafer, C. L. (2015). Cautionary thoughts on IUCN protected area management categories V–VI. Global Ecology and Conservation, 3, 331-348. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.12.007>
- Sivrikaya, F., Çakir, G., Terzioğlu, S., Başkent, E. Z., Sönmez, T., Kadioğullari, A. İ. (2005). Ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama (Camili planlama birimi örneği). Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, p.281-294. Isparta. <https://www.researchgate.net/publication/284899305>
- TOD, (2019) Türkiye Ormancılığı: 2019. Ankara. [https://www.ormancilarderneği.org/dosyalar/files/revize\\_rapor7%20web.pdf](https://www.ormancilarderneği.org/dosyalar/files/revize_rapor7%20web.pdf)
- Türker, M.F., Aydın, I. Z. and Aydın, T. (2014). Ecotourism activities for sustainability and management of forest protected areas: A case of Camili biosphere reserve area, Türkiye. In Tokyo, J.A. (Eds), In designing low carbon societies in landscapes, 253-269.
- Ünal, H.E., Birben, Ü. and Bolat, F. (2019). Rural population mobility, deforestation and urbanization: case of Türkiye. Environmental Monitoring Assessment, 191:21. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7149-6>
- Winter, P. L., Selin, S., Cerveny, L., Bricker, K. (2019). Outdoor recreation, nature-based tourism, and sustainability. Sustainability, 12(1), 81. <https://doi.org/10.3390/su12010081>
- WORLD BANK GROUP, (2017). Türkiye Forest Policy Note. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11872>
- Yılmaz, S., Bulut, S. and Yeşil, P. (2006). Benefits of the urban forest to the urban place. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1), 131-136.
- Zengin, H., Yeşil, A., Asan, Ü., Bettinger, P., Cieszewski, C., Siry, P.J. (2013). Evolution of modern management planning in the Republic of Türkiye. Journal of Forestry, 11(4), 239-248. <https://10.5849/jof>



## Türkiye Ormanlarında Net Birincil Üretim ve Bazı İklim Değişkenleri Arasındaki Zamansal İlişki: 2000-2019

Sinan Bulut<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 07.09.2023

Kabul: 24.10.2023

Yayın: 15.12.2023

### Araştırma Makalesi



**Öz** – İklim değişikliğinin bitki örtüsü üzerindeki etkilerini araştırmak, aralarındaki etkileşimi yorumlamada faydalı bilgiler sağlamaktadır. Bu tür çalışmalar özellikle karasal ekosistemlerde önemli bir karbon deposu olan ormanlar ile iklim arasındaki karmaşık ilişkileri ortaya çıkarmak için oldukça etkilidir. Bu çalışmada Türkiye ormanlarına odaklanılarak 2000-2019 yılları sürecinde yıllık toplam net birincil üretim (NBÜ) ile ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama yağış (mm) parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Çalışmada, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüsünden NBÜ haritası, Coordination of Information on the Environment Project (CORINE) sisteminden orman tipleri haritası ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen iklim parametreleri materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre en düşük yıllık ortalama sıcaklık 12,8 °C (2011), en yüksek ise 15,1 °C (2010, 2018) bulunmuştur. En düşük ve en yüksek yağış miktarı 2008 (493,1 mm) ve 2009 (793,8 mm) yıllarında tespit edilmiştir. 2000-2019 yılları sürecinde Türkiye ormanlarında en yüksek yıllık ortalama NBÜ miktarları 2013 (797,1 gC m<sup>2</sup> yıl) ve 2019 (795,4 gC m<sup>2</sup> yıl) yıllarında elde edilmiştir. Orman tipleri arasında 20 yıllık en yüksek ortalama NBÜ geniş yapraklı ormanlar için bulunmuştur (800,7 gC m<sup>2</sup> yıl). Çalışmanın genel sonucu olarak yıllık ortalama yağış miktarındaki kısmi azalma Türkiye ormanlarının yıllık net üretimini olumsuz yönde etkilememiştir. Yıllık ortalama sıcaklıktaki artış ise ormanların yıllık NBÜ miktarlarına pozitif etki yapmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Net birincil üretim, iklim, CORINE, MODIS

## Temporal Relationship Between Net Primary Production and Some Climate Variables in Türkiye Forests: 2000-2019

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

### Article History

Received: 07.09.2023

Accepted: 24.10.2023

Published: 15.12.2023

### Research Article

**Abstract** – Investigating the effects of climate change on vegetation provides useful information in interpreting the interactions between them. Such studies are particularly effective in revealing the complex relationships between climate and forests, which are an important carbon store in terrestrial ecosystems. In this study, focusing on the forests of Turkey, the relationships between the annual total net primary productivity (NPP), mean temperature (°C) and mean precipitation (mm) parameters during the years 2000-2019 were examined. In the study, the NPP map obtained from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) satellite image, the forest type maps obtained from the Coordination of Information on the Environment Project (CORINE) system and the climate parameters obtained from the General Directorate of Meteorology were used as materials. According to the results obtained in the study, the lowest annual mean temperature was 12.8 °C (2011) and the highest was 15.1 °C (2010, 2018). The lowest and highest precipitation was determined in 2008 (493.1 mm) and 2009 (793.8 mm). During the period 2000-2019, the highest annual mean NPP amounts in Turkish forests were obtained in 2013 (797.1 gC m<sup>2</sup> year) and 2019 (795.4 gC m<sup>2</sup> year). Among forest types, the highest 20-year mean NPP was found for broad-leaved forests (800.7 gC m<sup>2</sup> year). As a general result of the study, the partial decrease in the annual mean precipitation did not negatively affect the annual net production of Turkey's forests. The increase in annual mean temperature had a positive effect on the annual NPP amounts of forests.

**Keywords** – Net primary productivity, climate, CORINE, MODIS

<sup>1</sup>  sbulut@karatekin.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sinan BULUT

## 1. Giriş

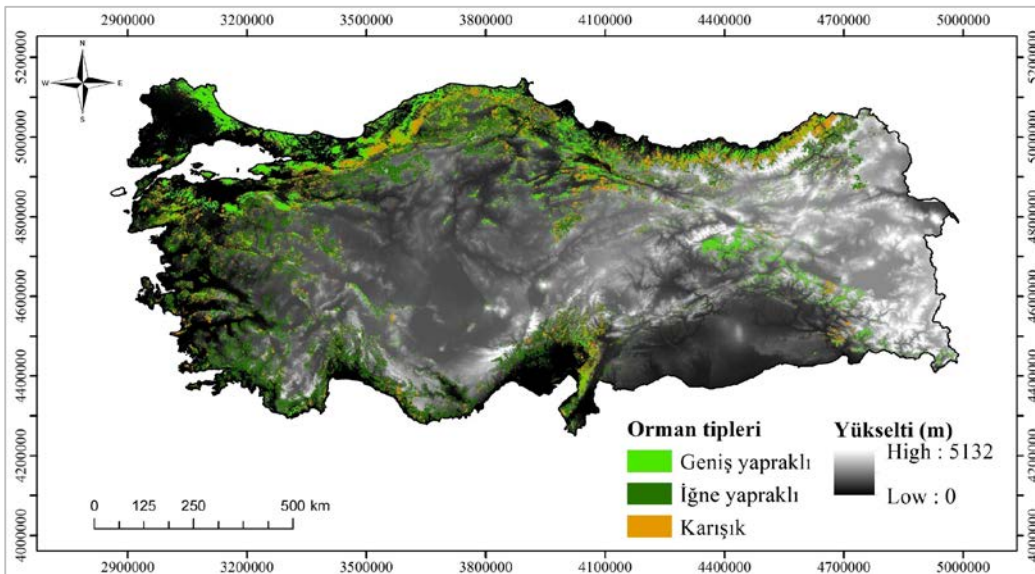
Orman ekosistemleri kereste, yakacak odun, su ve toprağın korunması, karbon tutulması, oksijen üretimi, rekreasyon, estetik, biyolojik çeşitlilik ve yaban hayatı türleri için habitat gibi çeşitli fonksiyonları sağlamaktadır (Başkent ve ark., 2011; Başkent, 2020). Ayrıca karasal ekosistemler içerisinde ormanlar, iklim değişikliği ile mücadele açısından çok önemli işlevlere sahiptir ve orman ekosistemlerinin bu süreçteki rolünü ve etkisini bünyesinde depoladıkları karbon miktarı önemli ölçüde etkilemektedir. Nüfus yoğunluğu, orman yangınları, iklim anormallikleri, böcek zararı ve atmosferik kirlenmeler gibi antropojenik ve doğal etkiler, ormanlardaki karbon depolama miktarı üzerinde etkiye sahiptir (Wang ve ark., 2001; Yang ve ark., 2017). Orman ekosistemlerinin bu etkenlere olan tepkisi, bünyesinde depoladıkları net karbon miktarları ile belirlenebilmekte ve değerlendirilebilmektedir (Li ve ark., 2022a; Zhang ve ark., 2023). Ormanların bünyesine kattığı net karbon miktarının zamansal ve konumsal olarak belirlenmesi için net birincil üretim (NBÜ) sıklıkla kullanılan bir parametredir (Bulut, 2021; Chirici ve ark., 2022; Amantai ve ark., 2023).

NBÜ bitkilerin ürettiği toplam karbon miktarı ile ototrofik solunum ile harcadığı miktarın farkıdır. Bitki örtüsünün gelişimini iklime bağlı olarak değerlendirmede, iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkisini yorumlamada ve ekolojik tabanlı modellerde yardımcı değişken olarak kullanılmaktadır (Potter, 1993; Gower ve ark., 1999; Peng ve ark., 2010; Erşahin ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2019). İklim değişikliği senaryoları ile ekosistemlerdeki NBÜ miktarlarının gelecekteki durumları tahmin edilebilmektedir (Dönmez ve ark., 2016; Berberoğlu ve ark., 2021). Bununla birlikte NBÜ, küresel karbon bütçesinin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir (Shoo ve Ramirez, 2010). Orman ekosistemlerinin NBÜ'sü yersel ölçümler ile doğrudan belirlenebilmekte veya istatistiksel ve süreç tabanlı modeller ile tahmin edilebilmektedir. Yersel ölçümler ağaç kesimi gerektirdiği için iş yükü fazla ve zaman alan bir yöntemdir. İstatistiksel modeller bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi vermektedir ve zaman-konum değişkenliğini yansıtmamaktadırlar. Süreç tabanlı modeller ise süreç modellenmektedir. Model yapısında bağımlı değişkeni etkileyen tüm faktörler yar almakta, süreç modellenmekte ve bağımlı değişken tahmin edilebilmektedir (Bulut, 2021). NBÜ'nün belirlenmesindeki bu metotlara ek olarak Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüsü hazır NBÜ ürünü sunmaktadır. MODIS tabanlı elde edilen veriler yıllık ölçekte büyük alanlara ilişkin NBÜ'nün yorumlanmasında sıklıkla kullanılmaktadır (Erşahin ve ark., 2016; Wang ve ark., 2022). Bu çalışmada Türkiye ormanları için MODIS uydu görüntüsü kaynaklı NBÜ verileri kullanılmıştır. 2000-2019 yılları süresince ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama yağış (mm) ile yıllık toplam NBÜ (gC m<sup>2</sup> yıl) arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Çalışmada orman tiplerinin 20 yıllık NBÜ (gC m<sup>2</sup> yıl), ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama yağış (mm) miktarlarının belirlenmesi ve aralarındaki etkileşimin irdelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma, Türkiye'deki ormanlık alanların tamamı için gerçekleştirilmiştir. Mevcut orman alanları iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık orman türlerinden oluşmakta olup, alan miktarları da sırasıyla 10.969.246, 7.405.972 ve 4.557.782 hektardır. Türkiye ormanlarının %47'si iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır. Geniş yapraklı ve karışık ormanlar ise toplam orman alanının sırası ile %32 ve %21'ni kaplamaktadır (OGM, 2020).



Şekil 1. Çalışma alanı

Türkiye'nin arazi yapısı çoğunlukla kırsal ve dağlık alanlardan oluşmaktadır. Ortalama yükseklik yaklaşık 1141 m'dir ve arazinin %50'sinden fazlasının yükseltisi 1000 m'nin üzerindedir. Türkiye arazisinin yaklaşık %62,5'inin eğimi %15'ten daha fazladır (URL 1). Türkiye, ılıman ile subtropikal iklim kuşakları arasında yer almaktadır. Coğrafi konumu ve yer şekilleri itibari ile farklı iklim tiplerini içerisinde barındırmaktadır. Türkiye kıyı bölgelerinde ılıman iklim özellikleri görülürken, iç kesimlerde karasal iklim özellikleri görülmektedir (Şensoy ve ark., 2008).

## 2.2. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için 3 farklı veri kaynağı kullanılmıştır (Tablo 1). Bu veri kaynaklarından net birincil üretim (NBÜ), arazi örtü tipleri ve iklim verileri elde edilmiştir. Çalışmada NBÜ verilerinin temini için Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüsü kullanılmıştır (<https://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/>). Kara ve okyanus bölgeleri için veri sağlayan MODIS sensörü 410 ile 15000 nm aralığında dalga boylarına sahip 36 farklı spektral banttan oluşmaktadır. Spektral bantların her biri farklı ürünler sunmakta ve bu çalışmada da NBÜ verilerini içeren MOD17A3HGF ürünü kullanılmıştır. MOD17A3HGF ürünü 500 m konumsal ve 1 yıl zamansal çözünürlüğe sahip NBÜ haritaları içermektedir ve çalışmada kapsamında kullanılmak üzere 2000-2019 yıllarını kapsayan 20 yıl için ayrı ayrı NBÜ haritaları temin edilmiştir.

Arazi kullanımı ve arazi örtüsünün belirlenmesi için en yaygın şekilde kullanılan veri kaynaklarından biri Coordination of Information on the Environment Project (CORINE) sistemidir. Çalışma alanı içerisindeki arazi örtü tiplerini ayırt etmek ve ormanlık alanları belirlemek için CORINE arazi örtü sınıfları kullanılmıştır (<https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>). CORINE, periyodik olarak belirlenmiş arazi örtü sınıfları haritalarını kapsamaktadır. Bu haritalar 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları için elde edilmiştir. Bu veri kaynağı sayesinde ilgili yıllar için Türkiye sınırları içerisindeki iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık ormanların yayılış alanları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan iklim verileri ise ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama yağış (mm) verilerini içermektedir. Bu veriler de 2000-2019 periyodu için temin edilmiştir. İlgili iklim parametreleri 20 yıl için yıllık ve aylık ortalama ölçeğinde hazırlanmıştır.

Tablo 1

Çalışmada kullanılan materyallerin tanıtımı

Veri seti	Kullanımı	Kaynak
NBÜ veri seti	Yıllık NBÜ verisi (2000-2019)	MODIS, MOD17A3HGF ürünü
Arazi örtü tipleri	Periyodik arazi örtü tipleri (2000, 2006, 2012, 2018)	CORINE
İklim verisi	Ortalama sıcaklık ve toplam ortalama yağış	Meteoroloji Genel Müdürlüğü

## 2.3. Orman Tipleri için NBÜ Verilerinin Hazırlanması

MODIS ve CORINE veri kaynaklarından temin edilen NBÜ ve orman tipleri elde edildiği yıllar itibari ile birebir uyumlu değildir. NBÜ verileri 1 yıl ölçeğinde elde edilebiliyorken, arazi örtü tipleri 2000 yılı ve sonrasındaki 6 yıl ara ile elde edilebilmektedir. Bundan dolayı elde edilen arazi örtü tipleri için uygun yıllardaki NBÜ verileri eşleştirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2

MODIS ve CORINE'den elde edilen ürünlerin zamansal olarak eşleştirilmesi

Kaynak	Yıl			
MODIS	2000-2003	2004-2009	2010-2015	2016-2019
CORINE	2000	2006	2012	2018

Zamansal olarak eşleştirme işlemi gerçekleştirildikten sonra CORINE arazi sınıfları haritası içeriğinde geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık orman alanları için arazi kod numaraları belirlenmiştir. İlgili arazi sınıfı kod numaraları geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık orman alanları için sırası ile 311, 312 ve 313'tür. Bu kod sınıflarına göre 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları için geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık orman alanlarının konumsal yayılış haritaları elde edilmiştir. Bu işlem ArcMap yazılımı kullanılarak vektör formatında olan arazi örtü tipleri katmanında "select" fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Her bir yıl ve kod için ayrı ayrı sorgulama yapılmış ve her bir yıl için orman tiplerinin yayılış haritaları üretilmiştir. Sonrasında üst üste çakıştırılan arazi sınıfı ve MODIS NBÜ haritası kullanılarak, orman tiplerine denk gelen yıllık toplam NBÜ değerleri eşleştirilen yıllara göre elde edilmiştir. 2000-2019 süreci için elde edilen NBÜ verileri, ilgili yıllardaki iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık orman tipleri için hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Türkiye için 2000-2019 yılları süresince en yüksek ortalama sıcaklık 2010 ve 2018 yıllarında 15,1 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 3). En düşük ortalama sıcaklık ise 2000 yılında 13,1 °C'dir. En düşük ortalama sıcak değerleri 2008 yılı ocak

ayında (-0,9°C), en yüksek ise 2010 yılı ağustos ayında (26,9°C) tespit edilmiştir. 2000-2019 periyodunu kapsayan 20 yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,8°C'dir. En yüksek ortalama sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında gerçekleşmiştir (25,2°C).

Tablo 3.

Türkiye için 2000-2019 yıllarını kapsayan aylık ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri

Yıl	Ort.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	13,1	-0,1	1,8	5,1	13,5	16,5	21,3	26,4	24,1	20,1	13,7	9,8	4,7
2001	14,2	4,3	5,0	11,4	12,8	15,8	22,1	26,0	25,3	21,1	14,7	8,0	4,1
2002	13,2	-0,5	5,5	8,7	10,9	16,5	21,6	25,2	23,8	20,0	15,3	9,9	1,4
2003	13,2	5,4	1,2	3,9	10,5	18,3	21,9	24,5	25,0	19,4	15,8	8,7	4,2
2004	13,2	2,3	3,4	8,0	11,6	16,0	21,1	24,2	24,1	20,3	16,0	8,5	2,9
2005	13,3	3,2	3,0	7,0	12,3	16,8	20,6	25,3	25,3	19,9	13,1	7,9	5,3
2006	13,3	0,7	3,3	8,0	12,8	17,0	22,6	24,0	26,6	20,0	15,1	7,3	2,8
2007	13,8	2,4	3,5	7,6	9,9	19,0	22,9	25,7	25,6	21,0	15,9	8,3	3,3
2008	13,6	-0,9	1,1	10,3	14,1	16,2	22,2	25,1	25,9	20,4	14,8	10,1	3,7
2009	13,7	3,0	5,1	6,6	11,3	16,6	22,2	24,5	23,5	19,0	16,6	9,1	7,2
2010	15,1	4,9	6,9	9,2	12,4	17,8	22,0	25,8	26,9	22,0	14,5	11,9	7,3
2011	12,8	3,2	3,6	6,9	10,7	15,6	20,9	25,5	24,4	20,8	12,9	5,0	4,1
2012	13,8	1,4	0,3	4,8	13,8	17,1	23,2	26,0	25,0	21,6	16,6	10,8	5,2
2013	13,8	3,5	5,9	8,6	13,2	18,6	22,0	24,5	24,8	19,8	13,0	10,1	1,5
2014	14,5	4,7	5,6	9,0	13,5	17,3	21,4	25,5	26,0	20,4	14,7	8,5	7,1
2015	13,8	2,6	4,6	7,6	10,7	17,3	20,9	25,1	25,5	23,0	15,7	10,0	3,2
2016	14,0	2,1	7,5	9,0	14,7	16,5	22,3	25,0	25,7	20,0	15,3	8,5	1,2
2017	13,7	0,3	3,0	8,3	11,8	16,4	21,6	25,7	25,4	22,5	14,3	8,9	6,5
2018	15,1	4,4	7,2	11,0	14,6	18,2	21,9	25,4	25,3	21,6	16,0	10,0	5,2
2019	14,4	3,2	5,0	7,6	11,0	18,2	23,1	24,0	25,0	20,8	17,1	11,0	6,2
Ort.	13,8	2,5	4,1	7,9	12,3	17,1	21,9	25,2	25,2	20,7	15,1	9,1	4,4

2000-2019 yılları kapsayan süreçte en düşük yıllık ortalama yağış miktarı 493,1 mm ile 2008 yılında belirlenmiştir (Tablo 4). En fazla yağışın olduğu yıl ise 2009 yılıdır (793,8 mm). Aylık ölçekte en düşük yağış 2000 yılı temmuz ayında (4,0 mm), en fazla yağış ise 2001 yılı aralık ayında (184,6 mm) gerçekleşmiştir. 20 yıllık zaman periyodunda yıllık ortalama yağış 630,7 mm'dir. En az ortalama yağış temmuz ayında (16,6 mm), en fazla ortalama yağış ise ocak ayında (88,4 mm) gerçekleşmiştir.

Tablo 4.

Türkiye için 2000-2019 yıllarını kapsayan aylık ve yıllık ortalama yağış (mm) değerleri

Yıl	Ort.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	581,4	99,8	74,6	62,7	70,4	42,6	25,2	4,0	21,9	29,0	55,0	33,6	62,7
2001	694,2	30,3	70,8	46,6	64,3	74,7	10,0	13,5	23,4	21,5	29,3	125,3	184,6
2002	634,0	74,1	36,6	63,1	89,1	29,4	28,2	32,6	27,7	52,4	47,6	61,7	91,4
2003	664,4	72,0	114,8	72,5	75,8	34,7	17,9	12,4	7,1	33,3	71,0	50,9	102,0
2004	607,4	142,4	63,9	38,3	55,6	46,6	32,5	9,6	24,1	10,4	25,7	107,8	50,5
2005	637,2	76,5	75,9	75,4	53,2	43,0	31,7	19,9	16,7	33,4	62,5	88,0	60,9
2006	607,4	77,1	86,7	73,3	50,7	34,6	23,6	18,2	5,8	47,3	94,2	72,6	23,3
2007	596,7	57,1	53,0	55,5	55,1	37,4	29,4	11,3	20,6	14,6	51,9	111,7	99,1
2008	493,1	46,4	42,9	50,0	36,5	36,1	22,8	10,0	10,3	65,5	43,1	63,0	66,6
2009	793,8	100,0	117,4	89,6	57,8	41,5	25,9	37,6	8,8	56,4	43,5	95,9	119,4
2010	703,0	121,0	94,7	52,6	53,1	39,5	55,9	17,6	7,2	21,4	118,3	15,4	106,4
2011	642,2	78,3	64,9	56,0	93,5	66,6	45,5	14,4	13,9	23,5	76,1	34,8	74,7
2012	695,2	122,2	88,8	48,6	46,4	62,2	20,9	13,7	20,7	11,6	50,4	61,2	148,4
2013	547,0	94,6	73,0	57,4	54,7	39,1	23,7	14,7	9,3	26,4	59,7	56,3	38,1
2014	641,6	59,1	24,3	65,7	42,7	55,0	48,9	21,8	23,7	70,0	65,4	66,1	98,9
2015	637,8	104,0	90,7	89,2	51,6	41,0	54,9	6,2	22,9	25,7	91,9	36,9	22,7
2016	605,7	116,5	50,7	67,1	28,1	69,8	32,6	18,5	23,2	38,4	24,5	53,7	82,6
2017	553,4	87,6	19,1	62,2	60,2	61,3	34,8	10,2	14,2	14,2	56,0	64,9	67,1
2018	639,2	80,8	50,2	66,5	17,9	72,9	45,4	19,0	14,4	25,5	58,9	56,6	131,1
2019	639,7	128,2	62,0	57,3	67,9	31,4	43,4	26,8	21,9	21,2	32,2	38,0	109,5
Ort.	630,7	88,4	67,8	62,5	56,2	48,0	32,7	16,6	16,9	32,1	57,9	64,7	87,0

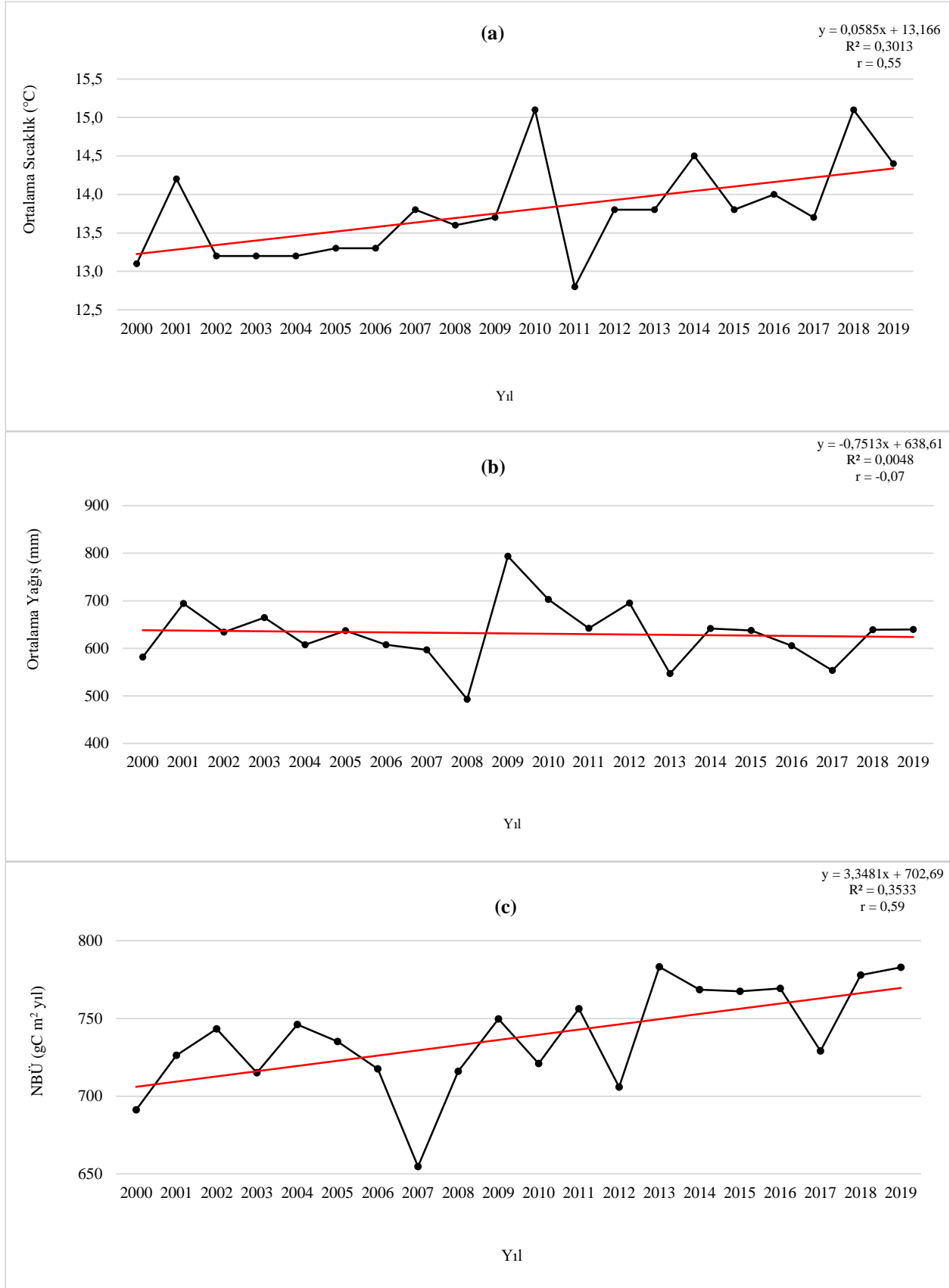
2000-2019 yılları süresince Türkiye'deki geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık ormanların yıllık ortalama NBÜ'sü 668,1 ve 797,1 gC m<sup>2</sup> yıl arasında değişmektedir (Tablo 5). Türkiye ormanları 2000-2019 yılları sürecinde en düşük yıllık ortalama NBÜ'yü 2007 yılında yapmıştır ve NBÜ miktarları geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık ormanlar için sırası ile 727,0, 591,2 ve 686,0 gC m<sup>2</sup> yıl'dır. En yüksek ortalama NBÜ miktarına 2013 (797,1 gC m<sup>2</sup> yıl) ve 2019 (795,4 gC m<sup>2</sup> yıl) yıllarında ulaşılmıştır. İlgili orman tipleri içerisinde 20 yıllık süreç için en yüksek NBÜ geniş yapraklı (800,7 gC m<sup>2</sup> yıl), en düşük NBÜ ise iğne yapraklı (679,2 gC m<sup>2</sup> yıl) ormanlarda tespit edilmiştir. Türkiye ormanlarındaki yıllık ortalama NBÜ'nün özellikle 2013 yılı ve sonrasında diğer yıllara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.

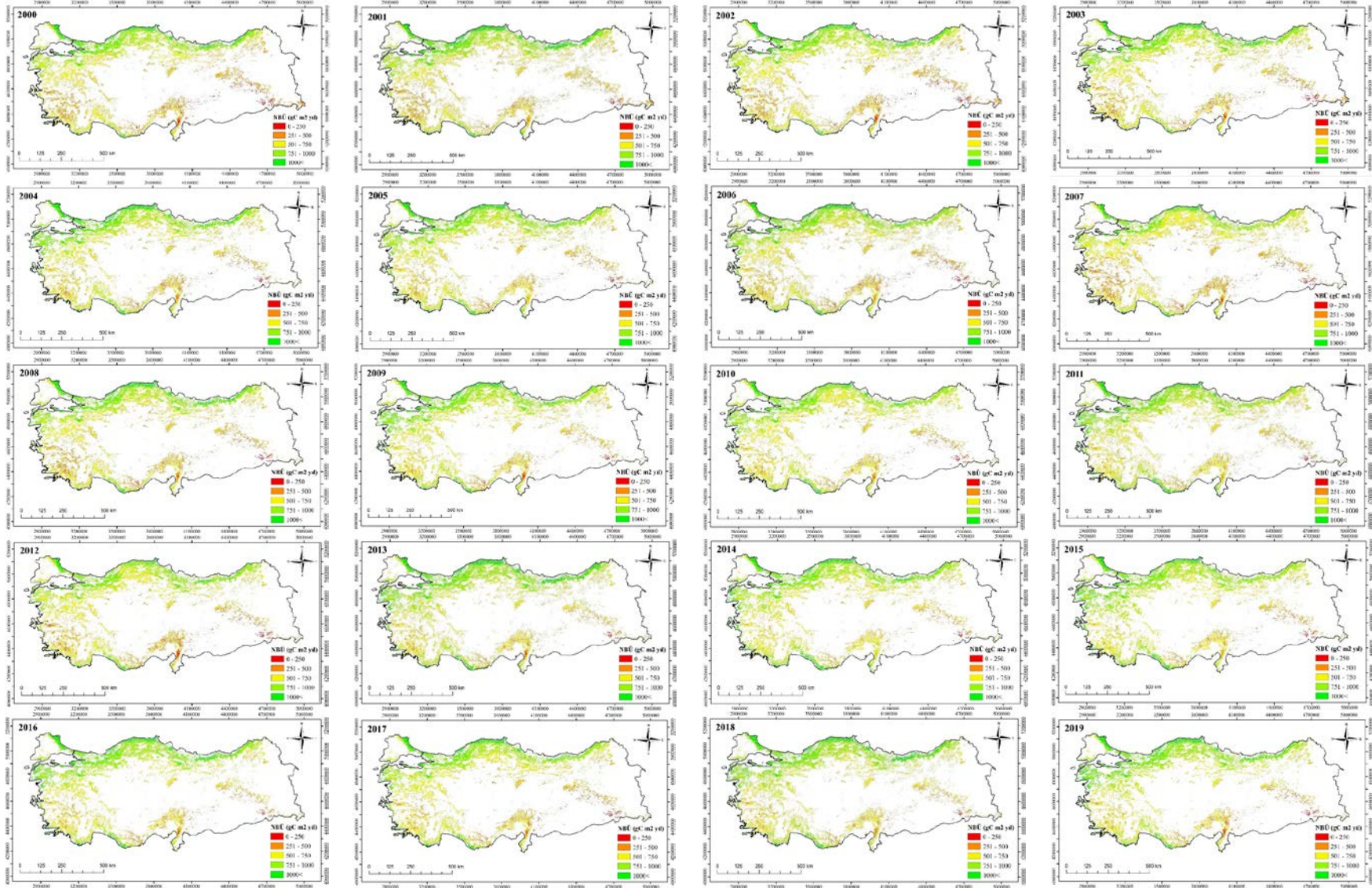
Türkiye orman tipleri için 2000-2019 yılları ortalama NBÜ (gC m<sup>2</sup> yıl) değerleri

Yıl	Ortalama	Geniş yapraklı orman	İğne yapraklı orman	Karışık orman
2000	698,3	764,4	620,1	710,4
2001	734,7	805,9	644,1	754,2
2002	748,2	790,2	695,6	758,7
2003	722,1	783,3	645,6	737,4
2004	762,3	830,7	670,2	786,0
2005	749,1	806,9	670,5	769,9
2006	731,8	786,5	652,7	756,3
2007	668,1	727,0	591,2	686,0
2008	733,0	798,7	638,7	761,7
2009	763,5	817,4	686,8	786,2
2010	732,9	774,4	670,2	754,0
2011	766,1	805,4	712,0	780,9
2012	719,5	764,9	648,0	745,6
2013	797,1	842,5	724,3	824,5
2014	778,6	813,3	725,5	797,1
2015	786,2	810,4	752,8	795,3
2016	782,7	831,6	709,6	806,8
2017	741,1	786,5	674,9	761,9
2018	790,7	834,9	722,0	815,1
2019	795,4	839,0	728,2	818,9
Ortalama	750,1	800,7	679,2	770,4

Türkiye'nin 2000-2019 yılları süresince ortalama sıcaklık ve yıllık toplam NBÜ miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Yağış miktarında ise zamansal olarak kısmi bir azalış görülmektedir. Ortalama sıcaklık 2001, 2010 2014 ve 2018 yıllarında önceki yıllara göre belirgin şekilde artış göstermiştir. En düşük yıllık ortalama sıcaklık 2011 yılında gerçekleşmiştir (12,8°C). Ortalama toplam yağışın en yüksek olduğu yıl 2009'dur. 2008, 2013 ve 2017 yıllarında ise daha düşük seviyede yağış olduğu belirlenmiştir. En düşük NBÜ 2007 yılında gerçekleşmiştir. NBÜ'nün zamansal seyrinde doğrusal bir artış olsa da 2003, 2007, 2010, 2012 ve 2017 yıllarında NBÜ miktarlarında belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Bu çalışma kapsamında Türkiye geneli yıllık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. İlgili yıllardaki NBÜ azalışını genel ortalama veriler ile doğrudan açıklamak mümkün değildir. NBÜ'deki yıllık değişim iklim açısından yıl içerisinde gerçekleşen anormalliklerden veya diğer antropojenik etkenlerden kaynaklı olabilmektedir (Wu ve ark., 2022). Erşahin ve ark. (2016) çalışmalarında Türkiye'de orman NBÜ'sünün 2003 ve 2007 yıllarındaki azalışını tespit etmiş ve bu yıllarda Türkiye'de ciddi bir iklim anormalliğinin yaşandığını raporlamıştır. 2002, 2004 ve 2013 yıllarında ise önceki yıllara göre daha yüksek NBÜ elde edilmiştir. Yıllık toplam NBÜ miktarı 2000'den 2019'a kadar dalgalanmalar göstermiştir. 2011-2019 arasında bitki örtüsüyle kaplı alanların NBÜ'sü artış eğilimi göstermiştir, bu da orman örtüsünün genel büyümesinde iyileşme olduğunu göstermektedir. Türkiye ormanlarının 2000-2019 periyodunda NBÜ'nün konumsal dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur. Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz sahil şeridinde iç bölgelere göre yıllık toplam NBÜ'nün daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük NBÜ ise Türkiye'nin güneyinde ve güneydoğusunda yayılmış gösteren ormanlık alanlarda tespit edilmiştir.

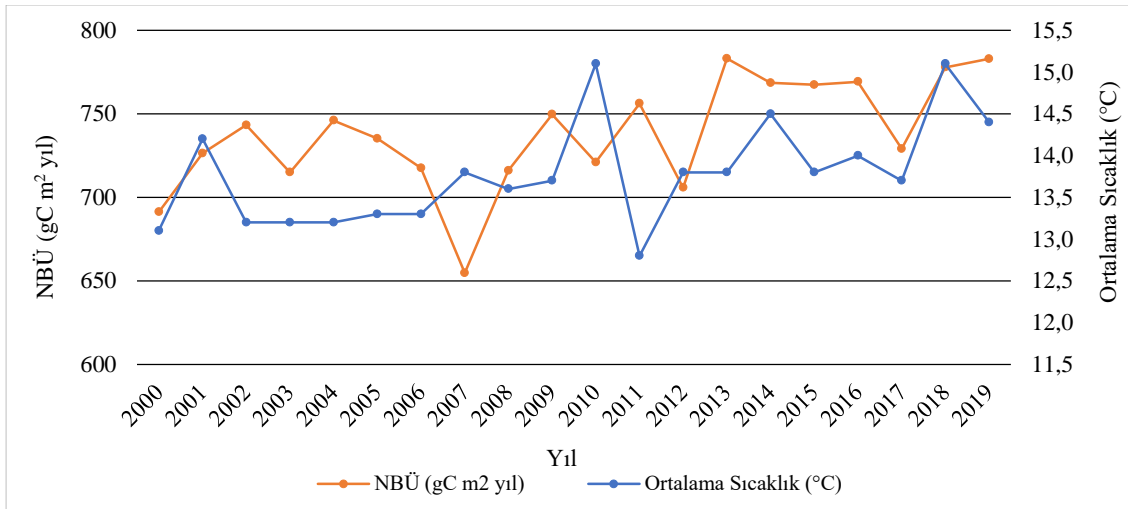


Şekil 2. Türkiye’de 2000-2019 yılları arasında a) ortalama sıcaklık (°C), b) ortalama yağış (mm) ve c) NBÜ (gC m<sup>2</sup> yıl) değerleri



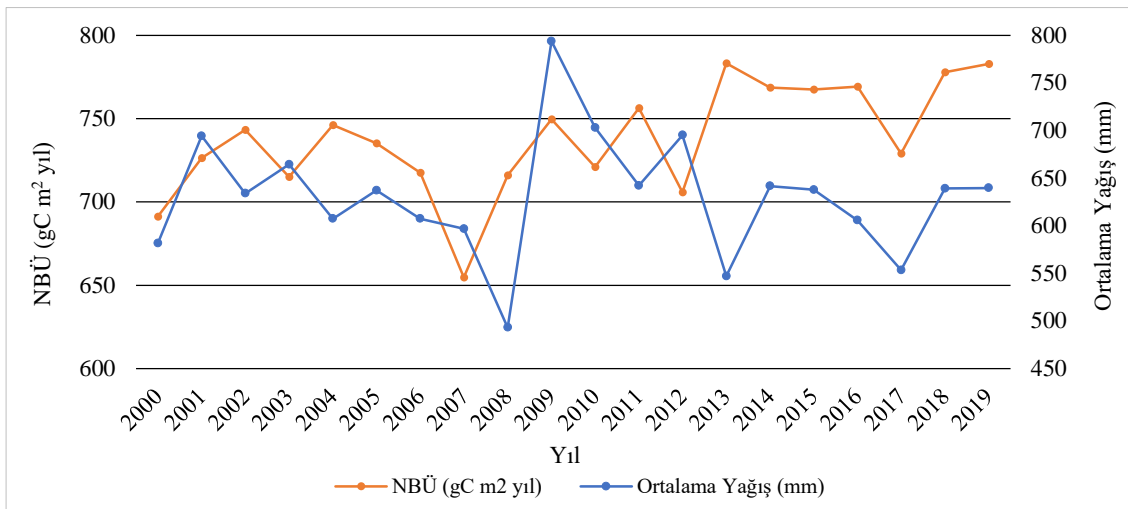
Şekil 3. Türkiye ormanlarının 2000-2019 yılları sürecinde yıllık toplam NBÜ ( $\text{gC m}^{-2} \text{yıl}$ ) miktarlarının konumsal dağılımı

2007, 2010, 2011, 2012 ve 2014 yıllarında ortalama sıcaklık ve NBÜ değerleri arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 4). Bu yıllarda ortalama sıcaklık artarken NBÜ miktarında azalma meydana gelmiştir. Fakat 2000-2019 sürecinde her iki değişken içinde doğrusal bir artış eğilimi gözlemlenmiştir ( $r=0,29$ ). Özellikle 2012 ve sonraki yıllarda ortalama sıcaklık ile NBÜ arasında daha uyumlu bir zamansal seyir bulunmaktadır. Türkiye’de yıllar itibari ile ortalama sıcaklık artışı, orman ekosisteminde NBÜ’ye artırıcı etki yapmıştır. Sıcaklık artışı NBÜ’ye pozitif etki yapan bir parametre olmakla birlikte optimal fotosentez sıcaklığının aşılması ile negatif etkiler de meydana gelebilmektedir (Bulut, 2021). Nemli bölgelerde sıcaklık artışı NBÜ’yü artırırken, kurak bölgelerde ise azalmasına neden olabilmektedir (Bulut ve ark., 2023). Clark ve ark., (2003) tropikal ormanlarda sıcaklık artışının NBÜ’yü azalttığını bulmuşlardır. Sullivan (2020) maksimum sıcaklığın odun verimliliğini azaltabileceğini ve tropikal ormanlarda toprak-üstü biyokütleyle etkileyen en önemli faktör haline gelebileceğini bulmuştur. Bitkilerin fotosentez yapabileceği sıcaklık değerleri, ürettikleri katı madde miktarları ile ilişkilidir. Optimal sıcaklık değerine kadar artan bir üretim miktarı meydana gelirken, eşik değeri aşıldığında üretim miktarında azalmalar başlar ve sonucunda yıkım meydana gelebilmektedir (Taiz ve Zieger, 2008).



Şekil 4. Türkiye için 2000-2019 yılları arası NBÜ (gC m² yıl) değerleri ile yıllık ortalama sıcaklık (°C) arasındaki ilişkiler

2000-2019 periyodunda genel olarak yağışın kısmen azaldığı ve NBÜ miktarında ise yükselişin meydana geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 5). 2002, 2003, 2004, 2005, 2011, 2012 ve 2013 yılları için yağış ve NBÜ arasında negatif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. 2000-2019 yılları süresince yağış ve NBÜ’nün değişiminde önemli düzeyde bir benzerlik bulunmamıştır ( $r=0,08$ ). Araştırmanın yapıldığı son 5 yılı kapsayan periyotta ise zamansal değişimleri benzerdir. 2014 ve 2019 yılları arasında yağış miktarı ve NBÜ arasında oldukça uyumlu bir zamansal seyir belirlenmiştir. Özellikle bu periyotta ortalama sıcaklık değerlerindeki artış sonrasında yağışlar orman örtüsündeki net üretimi yönlendirmiştir. Ji ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada orman ekosistem NBÜ’sünün 2000-2018 yılları için zamansal değişimini incelemiştir. Bulgulara göre NBÜ yıllara göre artış göstermiş ve meydana gelen bu artışta en önemli faktörün yağış olduğu belirlenmiştir. Yağış faktörü NBÜ üzerinde oldukça önemli ve bitkisel üretim sürecine etki eden bir parametredir.



Şekil 5. Türkiye için 2000-2019 yılları arası NBÜ (gC m² yıl) değerleri ile ortalama yağış (mm) arasındaki ilişkiler



Sıcaklık ve yağış faktörleri NBÜ'ye etki eden en önemli iklim değişkenleri arasında yer almaktadır. NBÜ'nün sıcaklık ve yağış ile arasındaki ilişkiler, bitki örtüsünün iklime verdiği tepkiyi değerlendirmek için oldukça önemlidir. Erşahin ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada 2000-2010 yılları süresince MODIS kaynaklı NBÜ verisi kullanarak Anadolu ormanlarını incelemişlerdir. Çalışmalarında, Türkiye'de meydana gelen iklimsel anormalliklerin orman ekosisteminde gerçekleşen NBÜ'yü kısa vadede etkilediğini bulmuşlardır. Chen (2015) çalışmasında Batı Kanada'nın kuzey ormanlarında net toprak-üstü biyokütlesi üzerindeki iklim değişikliği etkilerini incelemiştir. Sıcaklığın sürekli artmasının ve su varlığındaki azalmanın orman biyokütlesi üzerinde derin olumsuz etkilerinin olduğunu bulunmuştur. Li ve ark., (2022b) yapmış olduğu çalışmada ormansızlaşmanın neden olduğu ısınma ve kurumanın Amazon'da %5,1 ila %3,7 oranında toprak-üstü biyokütle kaybına neden olduğunu bulunmuştur. Sıcaklık ve yağış birlikte değerlendirildiğinde sıcaklığın optimal fotosentez sıcaklığına kadar artması ve yağışın yeterli miktarlarda devam ederek su açığının oluşmaması NBÜ'yü pozitif yönde etkilemektedir. Bu şartlar sağlanmadığı takdirde NBÜ'de azalmalar meydana gelebilmektedir.

NBÜ sadece sıcaklık ve yağıştan etkilenen bir değişken değildir, NBÜ'ye etki eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. NBÜ'ye etki eden iklim parametreleri arasında en yaygın olanlar sıcaklık ve yağışın yanında solar radyasyondur (Wu ve ark., 2022). Bunlara ek olarak NBÜ, topografik ve antropojenik faktörlerden de etkilenmektedir. Dönmez ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada yükselti ve NBÜ arasında ilişkinin negatif yönlü olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Bulut (2021) çalışmasında yükselti artışı ile NBÜ miktarlarında azalma meydana geldiğini, yükseltinin fazla olduğu bölgelerde bitkisel üretim kabiliyetlerinin zayıfladığını raporlamıştır. Meşcere yaşı, kapalılığı ve gelişim çağı gibi özellikler de ormanlarda meşcerelerin NBÜ'sünü önemli ölçüde etkilemektedir (Bilgili ve ark., 2020; Bulut ve ark., 2019). Wang ve ark. (2011) çalışmalarında farklı orman tipleri için meşcere yaşına göre NBÜ'nün değişimini araştırmışlardır. Meşcerelerin ortalama 50 yaşına kadar en yüksek NBÜ miktarına ulaştığı ve daha sonraki yaşlarda NBÜ'nün azaldığını bulmuşlardır. Ryan ve ark., (2004) NBÜ miktarının yaşlı meşcerelerde yarıya kadar, Luysaert ve ark., (2008) ise üçte birine kadar düşebileceğini raporlamıştır. Orman ekosistemlerinde NBÜ toprak, bitki özellikleri, bir dizi doğal ve insan kaynaklı faktörler dahil olmak üzere birçok etkene karşı da duyarlıdır (Field et al., 1995).

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye ormanlarındaki NBÜ'nün 2000-2019 yılları sürecinde zamansal değişimi incelenmiştir. Ayrıca bu süreçteki yıllık ortalama sıcaklık ve yağış ile NBÜ'nün zamansal değişimi ortaya konmuştur. Araştırmanın yapıldığı 20 yıllık süreçte sıcaklığın ve NBÜ'nün artış gösterdiği, yağışın ise kısmen azaldığı belirlenmiştir. Türkiye ormanlarında yıllar arasında en yüksek NBÜ miktarı (797,1 gC m<sup>2</sup> yıl) 2013 yılında gerçekleşmiştir. Orman tipleri arasında ise en yüksek ortalama NBÜ geniş yapraklı ormanlarda 800,7 gC m<sup>2</sup> yıl olarak belirlenmiştir. Türkiye'deki sıcaklık ve yağış şartları ilgili periyotta ormanların NBÜ'süne pozitif yönde katkı sağlamıştır. Elde edilen bulgular NBÜ'nin 20 yıllık periyottaki zamansal değişimini, sıcaklık ve yağış ile olan etkileşimini ve ilişkisini sunmaktadır. Yıllık değişimleri incelendiğinde NBÜ ile sıcaklık arasında 0,29 ve yağış ile arasında 0,07 korelasyon bulunmaktadır. Bu ilişkilerin düşük seviyede olması NBÜ'yü etkileyen ve kontrol eden daha birçok faktörün olduğunu göstermektedir. NBÜ dinamiklerinin ve etkileşimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için solar radyasyon gibi diğer iklim parametrelerinin, arazi kullanım değişiklikleri ve yönetim şekilleri gibi antropojenik etkenlerin de araştırılması önem arz etmektedir. Bu tür çalışmaların çeşitlenerek iklim senaryoları ile gelecekteki NBÜ ve iklim parametreleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması, Türkiye ormanlarının iklim değişikliğinden ne derece etkileneceği ve net karbon bütçelerinin nasıl olacağı hakkında bilgi edinilmesi literatüre ve araştırmacılara katkı sağlayacaktır.

#### Teşekkür

Meteoroloji Genel Müdürlüğüne veri temini için teşekkür ederiz.

#### Yazar Katkıları

Sinan Bulut: Makaleyi tasarlamış, veri toplamış, analizi yapmış ve makaleyi yazmıştır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### Kaynaklar

- Amantai, N., Meng, Y., Song, S., Li, Z., Hou, B., and Tang, Z. (2023). Spatial-temporal patterns of interannual variability in planted forests: NPP time-series analysis on the Loess Plateau. *Remote Sensing*, 15(13), 3380.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Kadioğulları, A.İ., and Bingöl, Ö. (2011). Quantifying the effects of forest management strategies on the production of forest values: timber, carbon, oxygen, water, and soil. *Environmental Modeling & Assessment*, 16, 145-152.

- Başkent, E.Z. (2020). A framework for characterizing and regulating ecosystem services in a management planning context. *Forests*, 11(1), 102.
- Berberoglu, S., Donmez, C., and Cilek, A. (2021). Modelling climate change impacts on regional net primary productivity in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 193, 1-15.
- Bilgili, B.C., Erşahin, S., Kavaklıgil, S.S. and Öner, N. (2020). Net primary productivity of a mountain forest ecosystem as affected by climate and topography. *CERNE*, v. 26, n. 3, p.356-368.
- Bulut, S., Şatır, O. and Günlü, A. (2019). Determining the interactions of black pine net primary productivity and forest stand parameters in northern Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*.
- Bulut, S. (2021). Ankara Orman Bölge Müdürlüğü saf Karaçam meşcerelerinde net birincil üretim ve yaprak alan indeksinin uzaktan algılama teknikleri ile modellenmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 148 s.
- Bulut, S., Günlü, A., and Şatır, O. (2023). Estimating net primary productivity of semi-arid Crimean pine stands using biogeochemical modelling, remote sensing, and machine learning. *Ecological Informatics*, 76, 102137.
- Chen, H.Y.H. and Luo, Y. (2015). Net aboveground biomass declines of four major forest types with forest ageing and climate change in western Canada's boreal forests. *Glob. Chang. Biol.* 21, 3675–3684.
- Chen, Y., Wang, J., Xiong, N., Sun, L., and Xu, J. (2022). Impacts of land use changes on net primary productivity in urban agglomerations under multi-scenarios simulation. *Remote Sensing*, 14(7), 1755.
- Chirici, G., Chiesi, M., Fibbi, L., Giannetti, F., Corona, P., and Maselli, F. (2022). High spatial resolution modelling of net forest carbon fluxes based on ground and remote sensing data. *Agricultural and Forest Meteorology*, 316, 108866.
- Dönmez, C. Berberoglu, S. and Cilek, A. (2015). Spatial variations of NPP in different altitudes at a mediterranean watershed. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(7); 2264–2274.
- Dönmez, C. Berberoglu, S. Cilek, A. and Evrendilek, F. (2016). Spatiotemporal modeling of net primary productivity of eastern mediterranean biomes under different regional climate change scenarios. *International Journal of Environmental Research*, 10(2); 341–356.
- Erşahin, S., Bilgili, B.C., Dikmen, Ü. and Ercanlı, İ. (2016). Net primary productivity of Anatolian forests in relation to climate, 2000–2010. *Forest Science*, 62(6), 698-709.
- Field, C.B., Randerson, J.T., and Malmström, C.M. (1995). Global net primary production: combining ecology and remote sensing. *Remote sensing of Environment*, 51(1), 74-88.
- Gower, S.T., Kucharik, C.J. and Norman, J.M. (1999). Direct and indirect estimation of leaf area index, fAPAR, and net primary production of terrestrial ecosystems. *Remote sensing of environment*, 70(1), 29-51.
- Ji, Y., Zhou, G., Luo, T., Dan, Y., Zhou, L. and Lv, X. (2020). Variation of net primary productivity and its drivers in China's forests during 2000–2018. *Forest Ecosystems*, 7(1), 1-11.
- Li, T., Li, M., Ren, F., and Tian, L. (2022a). Estimation and spatio-temporal change analysis of NPP in subtropical forests: A case study of Shaoguan, Guangdong, China. *Remote Sensing*, 14(11), 2541.
- Li, Y., Brando, P.M., Morton, D.C., Lawrence, D.M., Yang, H., and Randerson, J.T. (2022b). Deforestation-induced climate change reduces carbon storage in remaining tropical forests. *Nat. Commun.* 2022, 13, 1–13.
- Luyssaert, S., Schulze, E.D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P. and Grace, J. (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*, 455(7210), 213-215.
- Peng, D., J. Huang, A.R. Huete, T. Yang, P. Gao, Y. Chen, H. Chen, J. Li, and Z. Liu. (2010). Spatial and seasonal characterization of net primary productivity and climate variables in southeastern China using MODIS data. *Journal of Zhejiang University (Science B)*, 11(4):275–285.
- Potter, C.S., Randerson, J.T., Field, C.B., Matson, P.A., Vitousek, P.M., Mooney, H.A. and Klooster, S.A. (1993). Terrestrial ecosystem production: A process model based on global satellite and surface data. *Global Biogeochemical Cycles*, 7, 811–841.
- Ryan, M.G., Binkley, D., Fownes, J.H., Giardina, C.P. and Senock, R.S. (2004). An experimental test of the causes of forest growth decline with stand age. *Ecological Monographs*, 74(3), 393-414.
- Shoo, L.P., and Ramirez, V.V. (2010). Global potential net primary production predicted from vegetation class, precipitation, and temperature: comment. *Ecology*, 91(3), 921-923.
- Sullivan, M.J.P., Lewis, S.L., Affum-Baffoe, K., Castilho, C., Costa, F., Sanchez, A.C., Ewango, C.E.N., Hubau, W., Marimon, B., Monteagudo-Mendoza, A., ..., and Vargas, P.N. (2020). Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests. *Science* 2020, 368, 869–874.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U. ve Balta, I. (2008). Türkiye iklimi. Turkish State Meteorological Service (DMİ), Ankara.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2008). *Plant physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, ISBN: 0-87893-823-0.
- URL 1. Erişim adresi [https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye\\_co%C4%9Frafyas%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_co%C4%9Frafyas%C4%B1).
- Wang, X.K., Feng, Z.W. and Ouyang, Z.Y. (2001). The impact of human disturbance on vegetative carbon storage in forest ecosystems in China. *For. Ecol. Manag.*, 148, 117–123.
- Wang, S., Zhou, L., Chen, J., Ju, W., Feng, X. and Wu, W. (2011). Relationships between net primary productivity and stand age for several forest types and their influence on China's carbon balance. *Journal of Environmental Management*, 92(6), 1651-1662.

- Wang, Z., Wang, H., Wang, T., Wang, L., Huang, X., Zheng, K., and Liu, X. (2022). Effects of environmental factors on the changes in MODIS NPP along DEM in global terrestrial ecosystems over the last two decades. *Remote Sensing*, 14(3), 713.
- Wu, Y., Luo, Z., and Wu, Z. (2022). The different impacts of climate variability and human activities on NPP in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area. *Remote Sensing*, 14(12), 2929.
- Yang, J., Ji, X., Deane, D. C., Wu, L., and Chen, S. (2017). Spatiotemporal distribution and driving factors of forest biomass carbon storage in China: 1977–2013. *Forests*, 8(7), 263.
- Zhang, M., Lin, H., Wang, G., Sun, H. and Cai, Y. (2019). Estimation of vegetation productivity using a Landsat 8 time series in a heavily urbanized area, Central China. *Remote Sensing*, 11(2), 133.
- Zhang, W., Yang, Y., Hu, C., Zhang, L., Hou, B., Wang, W., ... and Li, Y. (2023). NPP and carbon emissions under forest fire disturbance in Southwest and Northeast China from 2001 to 2020. *Forests*, 14(5), 999.

# Bartın Lise Öğrencileri Küresel İklim Değişimi ve Orman Biyokütlesi Farkındalığı

Mehmet Şahin<sup>1</sup>, Birsen Durkaya<sup>2,\*</sup>

<sup>1,2,\*</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 17.08.2023

Kabul: 04.12.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Toplumların özellikle çalışmanın kitlesini oluşturan lise öğrencilerinin eğitim düzeylerinin iyileştirilebilmesinin ilk aşaması, konu hakkındaki bilinç düzeylerinin belirlenmesidir. Bartın il merkezinde lise seviyesinde eğitim gören öğrencilerin küresel iklim değişikliği ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli olan orman biyokütlesi hakkında farkındalık seviyelerini belirlemek, çalışmanın ana amacıdır. Bu amaçla, 525 lise öğrencisi üzerinde anket çalışması uygulanmıştır. Anket sonuçları cinsiyet, okul türleri ve küresel iklim değişikliği konularında eğitim almış olma durumlarına göre incelenmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak kadın öğrencilerin erkek öğrencilere, eğitim alan öğrencilerin eğitim almayan öğrencilere kıyasla algılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten Bartın ili genelinde Mesleki ve Teknik liseleride eğitim gören öğrencilerin algılarının en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler tarafından %58,5 oranıyla Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması en önemli ikinci sorun olarak nitelendirilirken, orman biyokütlesi %58,7; karbon havuzu %59 oranıyla doğru tanımlanmıştır. Seragazi tanımı ise %75,2 olarak doğru bilinirken kız öğrenciler erkek öğrencilerden daha yüksek algıya sahip oldukları belirlenmiştir (t [496] =-2,000; p<0,05).

**Anahtar Kelimeler** – İklim değişikimi, orman, ortaöğretim, farkındalık

# Awareness of Bartın High School Students on Global Climate Change and Forest Biomass

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

## Article History

Received: 17.08.2023


Accepted: 04.12.2023


Published: 15.12.2023

## Research Article

**Abstract** – The first step in improving the education levels of the societies, especially the high school students who constitute the population of the study, is to determine the level of awareness about the subject. The main purpose of the study is to determine the forest biomass awareness levels of students studying at high school level in the city center of Bartın, which is important in the fight against global climate change and climate change. For this purpose, a questionnaire study was applied to 525 high school students. The survey results were analyzed according to gender, school types and having received education on global climate change. As a result of the study, it has been determined that female students have higher perceptions than male students, and students who have received education have higher perceptions than students who have not received education. In addition, it has been determined that the perceptions of the students studying at Vocational and Technical High Schools throughout the province of Bartın are at the lowest level. The decrease of forests and deterioration of ecological balance were considered as the second most important problem by the students with a rate of 58.5%. Besides, forest biomass is 58,7%; The carbon pool was correctly defined with a rate of 59%. While the definition of greenhouse gas was known to be 75.2% correctly, it was determined that female students had a higher perception than male students (t [496] =-2,000; p<0.05).

**Keywords** – Climate change, forest, secondary education, awareness

<sup>1</sup>  orm.mhnds.sahin@gmail.com

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

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Birsen Durkaya

## 1. Giriş

Atmosferde bulunan sera gazlarının artması yerkürenin aşırı ısınmasına yol açmaktadır. Yaygın olarak küresel ısınma kavramı şeklinde tanımlanan Küresel İklim Değişikliği, “Karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişkenlikleri ile küresel atmosferin doğal yapısını doğrudan ya da dolaylı biçimde bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan değişikliklerin bütünü” biçiminde tanımlanmıştır (IPCC 1996). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)’nün önderlik ettiği kuruluşlar, insan kaynaklı iklim değişikliğine dikkat çekmişlerdir. 1972’de Stockholm’de yapılan konferansın sonucunda, her insanın sağlıklı bir çevrede yaşama ve çevre korumaya ilişkin kararlara katılma hakkı olduğu vurgulanmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 1988 yılında “Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli” (IPCC) adı altında bir organ oluşturulmuştur. Amacı insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliğinin olası risklerini belirlemek ve değerlendirmek olan bu birim, aynı zamanda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) uygulamalarını izleyip raporlamaktadır. Rio de Janeiro’da 1992 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzaya açılan BMİDÇS’inin amacı “atmosferdeki sera gazı birikimlerinin iklim üzerindeki insan kaynaklı tehlikeli etkisini önleyecek seviyede tutmayı başarmak” olarak belirtilmiştir (Öztürk ve Öztürk.,2019). Sözleşme 21 Mart 1994 yılında yürürlüğe girdiğinde 196 ülke tarafından imzalanmış ve imzacı her ülke “Taraflar” olarak nitelendirilmiştir. Bu tarihten sonra her yıl “Taraflar Konferansı” (COP) adı altında ülkeler bir araya gelerek süreç değerlendirmelerinde bulunmaktadır (UNFCCC, 2014). Günümüze kadar uluslararası katılımlı birçok toplantı düzenlenmiştir. Zira dünya için önemli bir sorun olan küresel iklim değişikliği, nedenleri ve sonuçları bakımından tüm dünyayı olumsuz şekilde etkileyen bir problem olduğu için, mücadelesinin de küresel bazda olması gerektiği bir gerçektir. Bu mücadele sürecinde Türkiye’nin taraf olduğu tüm uluslararası anlaşmalarda, özellikle Kyoto Protokolü ve onun taahhüt süresinin sona ermesiyle, 2020 yılından sonra işlerlik kazanan Paris Anlaşmasında ana hedef sera gazı emisyonlarını dengelemek ve azaltmak konusuna odaklanmaktadır. Sera gazları içerisinde en önemli paya sahip olan atmosferik karbonun azaltılmasında en pratik yol, onun orman biyokütlesinde depolanmasını artırmaktır (Vitousek,191). Bitkilerin fotosentez için aldığı atmosferik karbon, odunsu bitkilerde artım olarak her yıl depolanmakta ve ağacın yanmaması ya da bozunup çürümemesi koşuluyla atmosfere geri salınımı olmamaktadır. Ayrıca orman biyokütlesi yakıt amaçlı kullanımında atmosferden aldığı ve depoladığı karbonu atmosfere saldığı için ve ilave bir emisyon sağlamadığı için de karbon nötr olduğundan (Bergman ve Zerbe, 2008), yeşil enerji olarak kullanımı, fosil enerji kaynaklarının kullanımdan kaynaklı olumsuzluklara alternatif gösterilmektedir. Küresel iklim değişikliğinin yıkıcı sonuçlarından en az zararlı kurtulabilmek amacıyla yapılan mücadelelerin başarılı olabilmesinde toplumun özellikle de genç neslin farkındalığının artırılmasının önemli olduğu görüşü, çalışmanın ana motivasyonunu teşkil etmektedir. Problemlerin çözümünde yaşanan iş yükünü, problem ortaya çıkmadan alınabilecek, daha az masraf ve emek gerektiren önlemlerle hafifletmek mümkün olmaktadır. Timur ve Yılmaz (2011) tarafından, yaşadığı çevrenin bilincine sahip olmayan insanların, çevreye yönelik olumsuzlukların içerisinde yer alması ve bu suretle ekolojik dengeyi bozmasının muhtemel olduğu belirtilmektedir. Okullarda eğitim gören öğrencilerin küresel iklim değişimi hakkındaki eğitim seviyesini yükseltebilmek için, öncelikli olarak durum tespiti yaparak bu bilincin ne düzeyde olduğunun belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada Bartın ilinde eğitim görmekte olan lise seviyesindeki gençlerin, küresel boyutta sorun teşkil eden iklim değişikliği ve mücadelesinde önemli bir parametre olan orman biyokütlesi hakkındaki farkındalık düzeylerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada literatürde incelenmiş olan çalışmalardan farklı olarak Bartın ilinde eğitim gören lise öğrencilerinin küresel iklim değişimi farkındalığına ilaveten, küresel iklim değişikliğinin önlenmesinde önemli ağırlığı olan orman biyokütlesi hakkındaki bilgi düzeylerinin de ölçülmesi amaçlanmıştır. Araştırma sorusu; Bartın il merkezinde eğitim gören lise öğrencilerinin küresel iklim değişimi ve orman biyokütlesi farkındalık düzeyleri nedir ve çeşitli etmenlere göre (cinsiyet, okul türleri ve eğitim durumlarına göre) nasıl değişir, şeklinde kurgulanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Bartın il merkezinde eğitim-öğretim faaliyeti gerçekleştiren farklı lise türlerindeki öğrenciler çalışma evrenini oluşturmaktadır. İlgili okullardaki öğrenci sayılarının evren içerisindeki hissesine bağlı olarak, tabakalı örneklem tekniği ile çalışmanın örnekleme oluşturulmuştur (Kalıpsız, 1994). Öğrenciler arasından tabakalı örnekleme yapılarak gerçekleştirilecek sayıda, gönüllülük esasına göre tesadüfi olarak seçilen öğrenciler üzerinde betimsel tarama yöntemlerinden anket yöntemi uygulanmıştır. Bartın il merkezinde, 2021-2022 eğitim öğretim döneminde farklı okul türlerinde toplam 8.250 öğrenci eğitim görmektedir. Araştırma önerisinde %95 güven düzeyinde %5 hata payı kabul edildiğinde en az 367 öğrenciye anket uygulanması gerektiği hesaplanmıştır. Araştırma önerisinde Durkaya ve Durkaya (2018) tarafından geliştirilen anketin revize edilen şekli 525 öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Ankette likert ölçeği kullanılan sorular için, Çok az önemli (1), Az önemli (2), Orta önemli (3), Fazla önemli (4) ve Çok fazla önemli (5) seçenekleri sırasıyla, artan sıralarda değerlendirilmeye alınmıştır. Ortalama olarak yüksek çıkan sonuç grubunun diğer kıyas grubuna göre algısının daha yüksek olduğu görüşüne göre kıyaslamalar yapılmıştır. Ankete katılan 525 öğrenciden sadece 159 öğrenci (%30,3), küresel iklim değişimi konusunda eğitim (Ders, konferans, sempozyum, gösteri vs.) aldığını belirtmiştir.

Tablo1

Çalışmaya katılan öğrencilerin eğitim gördükleri okullara, sınıflara, cinsiyete ve yaşlarına göre dağılımları

Okul Adı	Öğrenci sayısı (N)	Yüzde (%)
Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi	43	8,2
Fatih Sultan Mehmet	33	6,3
Bartın Lisesi	29	5,5
Bartın Anadolu İmam Hatip Lisesi	34	6,5
Köksal Toptan Anadolu Lisesi	36	6,9
Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	33	6,3
Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi	44	8,4
Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi	39	7,4
Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	41	7,8
Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	47	9
Cumhuriyet Anadolu Lisesi	37	7
Nene Hatun İmam Hatip Lisesi	34	6,5
Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	23	4,4
Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi	18	3,4
Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	34	6,5
<b>TOPLAM</b>	<b>525</b>	<b>100</b>
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	260	49,5
Erkek	<b>265</b>	<b>50,5</b>
<b>Eğitim</b>		
Var	159	30,3
Yok	366	69,7

Çalışma için toplanan veriler SPSS paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde, sayısal veriler için yüzde ve frekans gibi tanımlayıcı istatistikler, açık uçlu sorular için betimsel analiz yaklaşımı uygulanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011., Daşdemir, 2016., Durkaya ve Varol, 2019., Atik ve Doğan, 2019). Araştırma sonucunda elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği için t-testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılarak farklı gruplar arasında anlamlılık durumları incelenmiştir.

### 3. Bulgular

Anket sorularında kadın ve erkek öğrencilerin arasında fark olup olmadığı incelenmek üzere hipotezleri;

$H_0$ =İki grubun ortalamaları arasında fark yoktur.

$H_1$ = İki grubun ortalamaları arasında fark vardır. Şeklinde kurulmuştur.

Anketin ilk sorusunda öğrenciler Dünyadaki önemli sorunları önem düzeyine göre belirlemişlerdir. Öğrenciler tarafından en önemli görülen konular; %65 oranıyla Savaşlar, %58,5 oranıyla Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması ve %57,5 oranıyla Terör olarak ilk üç sırayı almıştır. Bu sıralamayı Çevre kirliliği (%53,5), Biyoçeşitliliğin ve doğal kaynakların azalması (%51,8), Küresel hastalıklar (%48,8) Küresel iklim değişikliği (%46,7) ve diğer (%18,7) takip etmiştir. Buna göre ilk soruda dünyada en önemli sorunlar sıralamasında, t-testi analizine göre cinsiyet açısından; Çevre kirliliği (t [491] =-3,258; p<0,05), Küresel iklim değişikliği (t [514] =-2,873; p<0,05), Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması (t [493] =-3,336; p<0,05), Biyoçeşitliliğin azalması (t [494] =-2,963; p<0,05), Küresel hastalıklar (t [498] =-2,970; p<0,05) ve diğer (t [402] =-2,695; p<0,05) seçenekleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.)

Tablo 2

Dünyadaki önemli sorunların önem düzeyine göre sıralaması t-testi sonuçları

Değişkenler	Gruplar	N	Mean X	Std. Dev. ss.	T testi		
					t	sd	p
Savaşlar	Erkek	260	4,41	0,969	-1,829	493	0,068
	Kadın	263	4,55	0,769			
Terör	Erkek	257	4,33	0,962	0,26	517	0,467
	Kadın	262	4,39	0,872			
Çevre kirliliği	Erkek	259	4,2	0,965	-3,256	491	<b>0,001</b>
	Kadın	260	4,45	0,767			
Küresel iklim değişikliği	Erkek	256	4,06	1,006	-2,873	514	<b>0,004</b>
	Kadın	260	4,3	0,932			
Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması	Erkek	260	4,28	0,938	-3,336	493	<b>0,001</b>
	Kadın	261	4,52	0,747			
Biyoçeşitliliğin ve doğal kaynakların azalması	Erkek	260	4,12	1,047	-2,963	494	<b>0,003</b>
	Kadın	263	4,37	0,836			
Küresel hastalıklar	Erkek	258	4,03	1,108	-2,97	498	<b>0,003</b>
	Kadın	263	4,3	0,922			
Diğer	Erkek	232	3,24	1,152	-2,695	402	<b>0,007</b>
	Kadın	195	3,55	1,227			

Tablo 2 incelendiğinde, Dünyadaki önemli sorunları önem düzeyine göre sıralamasında kadın öğrencilerin (X=4,45) çevre kirliliği konusunda algılarının erkek öğrencilere (X=4,20) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Küresel iklim değişikliği, Ormanların Azalması ve Ekolojik Dengenin Bozulması, Biyoçeşitliliğin ve Doğal Kaynakların Azalması ve Küresel Hastalıklar algısının kadın öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin %74,9'u İnsan etkisiyle atmosferin yapısının bozularak dünyada iklimin değişmesini küresel iklim değişikliği olarak tanımlarken, %9,9'u ise Sıcaklıkların tüm dünyada artması olarak tanımlamışlardır. Küresel iklim değişikliğinin tanımını belirlemek üzerine yöneltilen soruya kadın ve erkek öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında fark olup olmadığı incelenmek üzere uygulanan t-testi sonuçlarına göre cinsiyet açısından anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. ( $t [480] = -1,960$ ;  $p > 0,05$ )

Küresel iklim değişikliğine sebep olan unsurlar olarak, Petrol ürünlerinin kullanımı ile sera gazlarının artması (%46,9) ve Ormanların azalması ve arazi kullanım değişikliği (%43,4) en fazla sebep olarak değerlendirilmiştir. Üçüncü sırada ise sanayileşmenin (%30,5) sebep olduğu görülmektedir. Küresel iklim değişikliğine sebep olan olayların sıralaması bakımından kadın ve erkek öğrenciler arasında anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Öğrenciler tarafından, küresel iklim değişikliği sonucunda olması beklenen etkiler, Su kaynaklarının azalması (%68,6), Kuraklık %53,5) ve Küresel savaşlar (%52,2) çok fazla önemli olarak ilk üç sırada değerlendirilmiştir. Yiyecek kıtlığı (%51,2) ile 4. sırada çok fazla önemli görülürken ve Çölleşme ve Buzulların erimesi aynı oran ile (%50,7) beşinci sırayı paylaşmışlardır. Küresel iklim değişikliği sonunda muhtemel olası sonuçların önem düzeyine göre sıralamalarında cinsiyete göre öğrencilerin algılarındaki farklılığın analiz sonuçlarına göre; Salgın hastalıklar ( $t[475] = -4,233$ ;  $p < 0,05$ ), Kuraklık ( $t[484] = -2,282$ ;  $p < 0,05$ ), Çölleşme ( $t[517] = -2,498$ ;  $p < 0,05$ ), Su kaynaklarının azalması ( $t[457] = -3,895$ ;  $p < 0,05$ ), Sel ve taşkınların artışı ( $t[486] = -5,110$ ;  $p < 0,05$ ) ve Biyolojik çeşitliliğin yok olması ( $t[513] = -5,124$ ;  $p < 0,05$ ) öğrenciler arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 3). Tablo incelendiğinde kadın öğrencilerin ortalamalarının erkek öğrencilerin ortalamalarına kıyasla algılarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3

Küresel iklim değişikliği sonucunda olması beklenen etkileri önem düzeyine göre sıralanması t-testi sonuçları

Değişkenler	Gruplar	N	Mean X	Std. Dev. ss.	T testi																																																																																																										
					t	sd	p																																																																																																								
Salgın hastalıklar	Erkek	257	3,83	1,199	-4,233	475	<b>0</b>																																																																																																								
	Kadın	258	4,23	0,903				Yiyecek kıtlığı	Erkek	258	4,19	1,006	-1,378	517	0,169	Kadın	261	4,31	0,92	Göç	Erkek	255	3,69	1,088	0,418	514	0,676	Kadın	261	3,65	1,021	Kuraklık	Erkek	254	4,24	0,963	-2,282	484	<b>0,023</b>	Kadın	262	4,42	0,773	Çölleşme	Erkek	258	4,14	1,005	-2,498	517	<b>0,013</b>	Kadın	261	4,35	0,862	Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0	Kadın	259	4,7	0,61	Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>
Yiyecek kıtlığı	Erkek	258	4,19	1,006	-1,378	517	0,169																																																																																																								
	Kadın	261	4,31	0,92				Göç	Erkek	255	3,69	1,088	0,418	514	0,676	Kadın	261	3,65	1,021	Kuraklık	Erkek	254	4,24	0,963	-2,282	484	<b>0,023</b>	Kadın	262	4,42	0,773	Çölleşme	Erkek	258	4,14	1,005	-2,498	517	<b>0,013</b>	Kadın	261	4,35	0,862	Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0	Kadın	259	4,7	0,61	Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924								
Göç	Erkek	255	3,69	1,088	0,418	514	0,676																																																																																																								
	Kadın	261	3,65	1,021				Kuraklık	Erkek	254	4,24	0,963	-2,282	484	<b>0,023</b>	Kadın	262	4,42	0,773	Çölleşme	Erkek	258	4,14	1,005	-2,498	517	<b>0,013</b>	Kadın	261	4,35	0,862	Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0	Kadın	259	4,7	0,61	Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																				
Kuraklık	Erkek	254	4,24	0,963	-2,282	484	<b>0,023</b>																																																																																																								
	Kadın	262	4,42	0,773				Çölleşme	Erkek	258	4,14	1,005	-2,498	517	<b>0,013</b>	Kadın	261	4,35	0,862	Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0	Kadın	259	4,7	0,61	Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																
Çölleşme	Erkek	258	4,14	1,005	-2,498	517	<b>0,013</b>																																																																																																								
	Kadın	261	4,35	0,862				Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0	Kadın	259	4,7	0,61	Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																												
Su kaynaklarının azalması	Erkek	256	4,45	0,866	-3,895	457	0																																																																																																								
	Kadın	259	4,7	0,61				Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>	Kadın	261	4,11	0,905	Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																																								
Sel ve taşkınların artışı	Erkek	254	3,65	1,114	-5,11	486	<b>0</b>																																																																																																								
	Kadın	261	4,11	0,905				Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>	Kadın	259	4,15	0,977	Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																																																				
Biyolojik çeşitliliğin yok olması	Erkek	254	3,96	1,031	-2,054	511	<b>0,04</b>																																																																																																								
	Kadın	259	4,15	0,977				Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>	Kadın	261	4,35	0,849	Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																																																																
Buzulların eriyerek deniz seviyelerinin yükselmesi	Erkek	257	4,18	0,969	-2,072	516	<b>0,039</b>																																																																																																								
	Kadın	261	4,35	0,849				Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>	Kadın	261	4,33	0,924																																																																																												
Küresel savaşlar	Erkek	258	4,13	1,047	-2,326	517	<b>0,02</b>																																																																																																								
	Kadın	261	4,33	0,924																																																																																																											



Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede yapılması gerekenlerin başarıya etkinliklerine göre Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada etkin kullanımının artırılması %60,8 oranıyla öğrenciler tarafından en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. İkinci sırada ise Ormanların artırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesi %50,1 oranıyla yer almıştır. Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede yapılması gerekenlerin sıralaması bakımından kadın ve erkek öğrenciler arasında sadece Sanayi kullanımının azaltılması seçeneğinde anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ( $t [502] = -2,504; p < 0,05$ ). Bu farklılık incelendiğinde, kadın öğrencilerin ( $X=4,01$ ) Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede sanayi kullanımının azaltılmasını erkek öğrencilerden ( $X=3,79$ ) daha fazla etkili yöntem olarak değerlendirdikleri görülmüştür.

Ankete katılan 525 öğrencinin %59'u karbon havuzu tanımını atmosferdeki karbonu tutan ekosistemler olarak doğru yanıtlamışlardır. Cinsiyete göre öğrencilerin karbon havuzu tanımlamalarında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Yine öğrencilerin %75,2'si sera gazı tanımını atmosferin içerisindeki karbondioksit, metan, kloroflor gibi gazlar olarak tanımlamışlardır. Bu soruyu doğru cevaplayanların cinsiyete göre aralarında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ( $t [496] = -2,000; p < 0,05$ ). Bu soru için kadın öğrencilerin ( $X=1,82$ ) erkek öğrencilerden ( $X=1,74$ ) farkındalığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Orman biyokütlesini doğru tanımlama oranının ise %58,7'ye düştüğü ve cinsiyete göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Ormanların küresel iklim değişikliğindeki etkinliği konusunda, öğrencilerin %33,3'ü orman yangınlarının küresel ısınmayı artırdığını, %30,9'u Ormanların fotosentezle atmosferin karbonunu alarak yapıtaşı olarak kullanması seçeneğini en etkili faktör olarak ilk iki sırada değerlendirmişlerdir. Öğrenciler bireysel olarak, su tüketimine dikkat ederek (%30,9), bitki yetiştirerek (%30,9) ve elektrik tüketimine dikkat ederek (%28,4) ile en fazla küresel iklim değişikliğini azaltabileceklerini değerlendirmişlerdir (Şekil 4). Öğrenciler elektrik tüketimine dikkat etmek ( $t [502] = -3,467; p < 0,05$ ), bitki yetiştirmek ( $t [516] = -2,582; p < 0,05$ ) seçeneklerinde cinsiyete göre farklılık göstermişlerdir. Bu farklılıklarda kadın öğrencilerin algı düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Farklı okullar arasındaki öğrencilerin algı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Fark bulunması halinde farklılığın hangi okullar arasında olduğunun belirlenmesi amacıyla post hoc analizi uygulanmıştır. Varyansların homojenliğinin sağlanması durumunda Tukey, sağlanmaması durumunda Games-Howell post hoc analizi seçilmiştir.

Öğrencilerin Dünyadaki önemli sorunlar arasında görülen Küresel iklim değişikliği seçeneğine yönelik algıları okul türlerine göre anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır ( $F=2,090; P < 0,05$ ). Öğrencilerin Küresel iklim değişikliği algı düzeylerinin hangi okul türleri arasında farklılık gösterdiğini belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Bartın lisesi öğrencilerinin algı düzeylerinin ( $X=4,61$ ) Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden ( $X=3,64$ ) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması algısı okul türlerine göre anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır ( $F=1,783; P < 0,05$ ) ve bu algı düzeyinin hangi okullar arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Games-Howell posthoc analizi sonucunda; Bartın lisesi öğrencilerinin ( $X=4,72$ ) Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden ( $X=3,97$ ) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Biyolojik çeşitliliğin ve doğal kaynakların azalması seçeneği okul türlerine göre anlamlı farklılık oluşturmaktadır ( $F=2,424; P < 0,05$ ). Hangi okullar arasında farklılık olduğunun belirlenmesi için yapılan Games-Howell posthoc analizi sonucunda; Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi öğrencilerinin ( $X=4,78$ ) bu konudaki algılarının Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,04$ ), Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi (FSM) ( $X=3,94$ ), ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden ( $X=3,85$ ) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine Davut Fırıncioğlu Anadolu Lisesi öğrencilerinin ( $X=4,61$ ) algılarının Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden ( $X=4,04$ ) daha yüksek algıya sahip oldukları görülmüştür.

Küresel iklim değişikliği tanımını "İnsan etkisiyle atmosferin yapısının bozularak dünyada iklimin değişmesi" olarak tanımlayan öğrencilerin okul türlerine göre algıları önemli farklılık oluşturmaktadır ( $F=3,862; P < 0,05$ ). Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi öğrencileri bu sorudaki en yüksek algı düzeyi ( $X=1,97$ ) ile, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,69$ ) Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,58$ ) ve Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,56$ ) öğrencilerinden farklılaşmıştır. Ayrıca

Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,56$ ) öğrencileri, Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=1,95$ ), Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi ( $X=1,97$ ), Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=1,94$ ) ve Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=1,90$ ), öğrencilerinden daha düşük algı düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Küresel iklim değişikliğine “petrol ürünlerinin kullanımı ile sera gazlarının artmasını” sebep olarak gören öğrencilerin, okul türlerine göre algıları arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $F=2,822$ ;  $P<0,05$ ). Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,74$ ) öğrencilerinin algısı, Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=4,72$ ), Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=4,43$ ) ve Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=4,41$ ) öğrencilerinden daha düşük olduğu, ayrıca Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri ( $X=3,76$ ) Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=4,72$ ) öğrencilerinden daha düşük algıya sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı soruda küresel iklim değişikliğine sanayileşmeyi sebep olarak gören öğrencilerin, okul türlerine göre algıları arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $F=3,935$ ;  $P<0,05$ ). Tukey testi sonuçlarına göre; Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=4,31$ ) öğrencilerinin algı düzeyi, Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,59$ ), Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,43$ ), Cumhuriyet Anadolu Lisesi ( $X=3,54$ ) ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri ( $X=3,41$ ) öğrencilerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=4,27$ ) öğrencilerinin algı düzeyi Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,43$ ), Cumhuriyet Anadolu Lisesi ( $X=3,54$ ) ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri ( $X=3,41$ ) öğrencilerinden daha yüksek olarak farklılaşmıştır.

Okul türlerine göre küresel iklim değişikliği sonucunda dünya üzerinde göçlerin ( $F=2,882$ ;  $P<0,05$ ) ve biyolojik çeşitliliğin yok olması ( $F=5,070$ ;  $P<0,05$ ) bekleneceği konusunda algı farklılıkları belirlenmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre; Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,09$ ) öğrencilerinin göç üzerindeki algıları Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,26$ ), Köksal Toptan Anadolu Lisesi ( $X=3,97$ ), Nene Hatun İmam Hatip Lisesi ( $X=3,91$ ), Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi ( $X=3,85$ ) ve Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=3,23$ ), öğrencilerinin algılarından daha düşük olduğu görülmüştür. Küresel iklim değişikliği sonucunda biyolojik çeşitliliğin yok olmasını önemli gören öğrencilerin okul türlerine göre farklılığının belirlenmesi için yapılan Tukey posthoc analizi sonucuna göre; Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,15$ ) öğrencilerinin algıları Nene Hatun İmam Hatip Lisesi ( $X=4,38$ ), Bartın lisesi ( $X=4,36$ ), Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi ( $X=4,31$ ), Köksal Toptan Anadolu Lisesi ( $X=4,29$ ), Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi ( $X=4,28$ ), Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=4,28$ ), Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=4,25$ ), Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,24$ ), Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,15$ ), Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,14$ ), Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=4,10$ ) ve Cumhuriyet Anadolu Lisesi ( $X=4,08$ ) öğrencilerine kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Küresel iklim değişikliği ile mücadele için dünyada ormanların artırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesinin önemli olduğu konusunda okul türleri arasında fark çıkmıştır ( $F=2,735$ ;  $P<0,05$ ). Bu farkın hangi okullar arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Games-Hall posthoc analiz sonucuna göre Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=4,70$ ) öğrencilerinin algılarının Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,90$ ), Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,89$ ) ve Nene Hatun İmam Hatip Lisesi ( $X=3,74$ ) öğrencilerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Küresel iklim değişikliği ile mücadele için dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımının artırılmasının önemli olduğu konusunda okul türleri arasında fark çıkmıştır ( $F=3,602$ ;  $P<0,05$ ). Bu konudaki algı düzeyleri Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=3,77$ ) ortalaması ile Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=4,89$ ), Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ( $X=4,68$ ), Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi ( $X=4,67$ ), Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=4,64$ ), ve Bartın lisesi ( $X=4,59$ ) ayrılmaktadır. Ayrıca aynı cevap için Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ( $X=4,89$ ) öğrencilerinin algı düzeyleri Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,15$ ), Nene Hatun İmam Hatip Lisesi ( $X=4,09$ ) ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=4,06$ ) öğrencilerine kıyasla daha yüksektir.

Karbon havuzu tanımı için okul türleri arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $F=3,178$ ;  $P<0,05$ ). Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ( $X=1,86$ ) öğrencilerinin algı düzeylerinin, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,52$ ), Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ( $X=1,46$ ) ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik

Anadolu Lisesi (X=1,36) öğrencilerinden; Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi (X=1,82) öğrencilerinin, Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,36) öğrencilerinden; Nene Hatun İmam Hatip Lisesi (X=1,84) öğrencilerinin ve Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,46)) öğrencilerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sera gazı tanımını yapan öğrencilerin okul türleri ortalamaları 1,50 ile 2,00 arasında değişmektedir. Okul türlerine göre bu cevap için de anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (F=7,285; P<0,05). En yüksek ortalamaya sahip olan Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi (X=2,00) öğrencilerinin algı düzeyleri Bartın Anadolu İmam Hatip Lisesi (X=1,68), Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,65), Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (1,57), Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,56), Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,52) ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,50) öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Aynı cevap için Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi (X=1,86) öğrencilerinin algı düzeylerinin Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,65), Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (1,57), Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,56), Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,52), ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,50) öğrencilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi öğrencilerinin (X=1,94) ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi (X=1,95) öğrencilerinin algı düzeylerinin, Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (1,57), Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,56), Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,52), ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,50) öğrencilerinden yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Orman biyokütlesinin tanımını doğru cevaplamalarına göre öğrencilerin eğitim gördükleri okullar arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (F=3,611; P<0,05). Bu cevap için okul türlerinin ortalamaları 1,27 ile 1,82 arasında değişmektedir. Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,27) öğrencileri, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi (X=1,82), Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi (X=1,80), Köksal Toptan Anadolu Lisesi (X=1,76), Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi (X=1,74) ve Nene Hatun İmam Hatip Lisesi (X=1,73) öğrencilerine kıyasla algı düzeylerinin daha düşük olduğu ayrıca Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=1,44) öğrencilerinin algılarının, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi (X=1,82) ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi (X=1,80) öğrencilerinin algılarından daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Ormanların küresel iklim değişikliğindeki etkinliğinde, ormanların fotosentezle atmosferin karbonunu alarak yapıtaşı olarak kullanmasının önem düzeyine ilişkin verilen cevaplara göre okul türleri arasında farklılıklar belirlenmiştir (F=3,477; P<0,05). Köksal Toptan Anadolu Lisesi (X=4,20), Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi (X=4,17) ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi (X=4,17) öğrencilerinin Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=3,26) ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (X=3,17) öğrencilerinden daha yüksek algı düzeylerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı soru için orman yangınları küresel ısınmayı artırmaktadır olarak cevap veren öğrencilerin arasında da anlamlı fark çıkmıştır (F= 2,096;P<0,05). Bu fark incelendiğinde, Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi (X=3,33) öğrencilerinin algılarının Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi (X=4,44) ve Nene Hatun İmam Hatip Lisesi (X=4,24) öğrencilerine kıyasla daha düşük algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Bireysel olarak küresel iklim değişikliğini azaltmak için yapılabilecek etkinliklerin önem düzeyine göre sıralanması açısından okul türlerine göre anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Yine daha önce küresel iklim değişikliği ile ilgili ders, konferans, sempozyum, gösteri vs. bir etkinliğe katılma durumları ile okul türleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

Anket sorularında küresel iklim değişikliği ile ilgili eğitim alma ve almama durumlarına göre öğrencilerin arasında fark olup olmadığı incelenmek üzere hipotezleri;

$H_0$ =İki grubun ortalamaları arasında fark yoktur.

$H_1$ = İki grubun ortalamaları arasında fark vardır şeklinde kurulmuştur.

Buna göre ilk soruda dünyada en önemli sorunlar sıralamasında savaşlar (t [515] = -2,146; p<0,05), Küresel iklim değişikliği (t [508] =-2,016; p<0,005) ve Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması (t [513] =-2,231; p<0,005) seçenekleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.)

Tablo 3

Dünyadaki önemli sorunların eğitim durumuna göre t-testi sonuçları

Değişkenler	Gruplar	N	Mean X	Std. Dev. ss.	T testi		
					t	sd	p
Savaşlar	Hayır	358	4,42	0,916	-2,282	521	<b>0,023</b>
	Evet	159	4,6	0,78			
Küresel iklim değişikliği	Hayır	355	4,12	1,018	-2,016	514	<b>0,044</b>
	Evet	157	4,31	0,866			
Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması	Hayır	356	4,2	0,915	-2,231,	513	0,026
	Evet	159	4,35	0,701			

Küresel iklim değişikliğinin tanımını yapan öğrencilerden eğitim alan grubun algısı (1,92) ve eğitim almayan grubun algısı (1,75) arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. (t [432] =-5,075 p<0,05). Buna karşılık küresel iklim değişikliğine sebep olan ve küresel iklim değişikliği sonunda olması beklenen olayların ilk üç sıralaması bakımından öğrencilerin eğitim alan ve almayan grupları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir.

Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede yapılması gerekenleri sıralaması bakımından eğitim alan ve eğitim almayan öğrenciler arasında sadece yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada etkin kullanımının artırılması seçeneğinde anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (t [403] =-3,820; p<0,05). Bu farklılık incelendiğinde, eğitim alan öğrencilerin (X=4,57) eğitim almayan öğrencilerden (X=4,27) daha algı sahibi oldukları belirlenmiştir.

Eğitim alan ve eğitim almayan öğrenciler arasında karbon havuzu tanımlamalarında anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (t [342] =-4,851; p<0,05). Küresel iklim değişikliği konusunda herhangi bir eğitim alan öğrencilerin X=1,76 ortalaması ile eğitim almayan öğrencilerin X=1,54 ortalaması ile kıyaslandığında daha yüksek algıya sahip olduğu görülmektedir. Sera gazı tanımında ise iki grup arasında farklılık belirlenmezken orman biyokütlesi tanımında eğitim alan öğrencilerin (X=1,68) eğitim almayan öğrencilerden (X=1,58) daha yüksek algı düzeyi ile anlamlı farklılaştığı belirlenmiştir (t [311] =-2,118; p<0,05).

Ormanların küresel iklim değişikliğindeki etkinliğini, ormanlar fotosentezle atmosferin karbonunu alarak yapıtaşı olarak kullanması olarak cevaplayan öğrencilerin eğitim alma durumlarına göre anlamlı farklılık oluşturduğu belirlenmiştir (t [331] =-2,408; p<0,05). Buna göre eğitim alan öğrenciler 3,97 ortalama ile eğitim almayan öğrencilerden (X=3,74) daha yüksek algıya sahip oldukları görülmüştür.

#### 4. Sonuçlar

Bartın il merkezinde eğitim gören lise öğrencilerinin küresel iklim değişimi ve orman biyokütlesi farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan anket sonuçlarının cinsiyet okul türü ve eğitim alma durumlarına göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Öğrenciler tarafından Dünyadaki en önemli görülen sorunlar; %65 oranıyla Savaşlar, %58,5 oranıyla Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması ve %57,5 oranıyla Terör olarak ilk üç sırayı almıştır. Bu sıralama cinsiyete göre, Savaşlar ve Terör konularında bir farklılık göstermemiş ancak Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulması açısından kadınların daha yüksek ortalama ile erkek öğrencilerden farklılaştığı görülmüştür. Bartın Lisesi öğrencilerinin küresel iklim değişikliğini Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine, Ormanların azalması ve ekolojik dengenin bozulmasını Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine kıyasla daha önemsedikleri belirlenmiştir. Dünyadaki en önemli görülen sorunlar sıralamasında Biyolojik çeşitliliğin ve doğal kaynakların azalmasını Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi öğrencileri, Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi (FSM), Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik

- Anadolu Lisesi öğrencilerine kıyasla daha önemserken Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi öğrencileri de Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha çok önemsemiş oldukları anlaşılmaktadır. Çalışmada küresel iklim değişikliği ile ilgili eğitim alan öğrencilerin dünyada en önemli sorunlar sıralamasında savaşlar, Küresel iklim değişikliği, Ormanların azalması ve ekolojik denge bozulması konularını eğitim almayan öğrencilerden daha fazla önemsedikleri görülmüştür.
2. Öğrencilerin küresel iklim değişikliğini doğru tanımlama açısından cinsiyete göre farklılık tespit edilmemiştir. Ancak okul türlerine göre Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi öğrencileri bu sorudaki en yüksek algı düzeyi ile, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden farklılaşmıştır. Ayrıca Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri, Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi, Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi, Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ve Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinden daha düşük algı düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Şehit Mustafa Yaman Anadolu İmam Hatip Lisesi öğrencilerinin algı düzeyleri Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha yüksek olarak farklılaşmıştır. Küresel iklim değişikliğinin tanımını eğitim alan öğrenciler daha yüksek ortalama ile bilmişlerdir.
  3. Küresel iklim değişikliğine; Petrol ürünlerinin kullanımı (%46,9), Ormanların azalması ve arazi kullanım değişikliği (%43,4) ve sanayileşme (30,5) ilk üç sırada sebep olarak belirtilmiştir. Bu sebepler öğrencilerin cinsiyetlerine göre farklılık göstermemiştir. Küresel iklim değişikliğine “petrol ürünlerinin kullanımı ile sera gazlarının artmasını” sebep olarak gören öğrencilerin, okul türlerine göre algıları arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin algısı, Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi, Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi ve Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinden daha düşük olarak farklılaşmıştır. Ayrıca Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi öğrencilerinden daha düşük algıya sahip olduğu belirlenmiştir. Küresel iklim değişikliğine “sanayileşmeyi” sebep olarak gören öğrencilerin, okul türlerine göre algıları arasında da anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinin algı düzeyi, Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Cumhuriyet Anadolu Lisesi ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri öğrencilerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi öğrencilerinin algı düzeyi Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Cumhuriyet Anadolu Lisesi ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha yüksek olarak farklılaşmıştır. Buna karşılık Küresel iklim değişikliğine sebep olan olayların sıralaması bakımından öğrencilerin eğitim alan ve almayan grupları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Okulda aldıkları eğitimden ziyade basın yayın yada sosyal medyanın bu farkındalığın oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Küresel iklim değişikliğine neyin sebep olduğu konusunda farklı çalışmalarda da b çalışma sonuçlarına benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Atik-Doğan (2019) tarafından lise öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada, çevre kirliliği ve insanların bilinçsiz davranışlarının küresel iklim değişikliğine sebep olduğu algısının yüksek olduğu (Atik, Doğan, 2019), Karabük merkezdeki liselerde öğrenim gören 592 öğrenci ile yapılan çalışmada öğrenciler, küresel iklim değişikliğinde hızlı sanayileşmenin sebep olduğu (Aydın, 2014) ayrıca Süleyman Demirel Üniversitesinin farklı fakültelerinin son sınıf öğrencilerine yönelik yapılan çalışmada da iklim değişikliğinin en önemli nedenleri hava kirliliği ve ormansızlaşma olarak görülmüştür (Gülsoy-Korkmaz, 2020) görülmüştür. Bu çalışmaların sonuçları gençlerin küresel iklim değişikliğinin insan kaynaklı olduğu algısına sahip olduklarını göstermektedir.
  4. Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede yapılması gerekenleri başarıya etkinliklerine göre Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada etkin kullanımının artırılması %60,8 oranıyla öğrenciler tarafından en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. İkinci sırada ise Ormanların artırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesi %50,1 oranıyla ikinci sırada yer almıştır. Her iki seçenek için

- cinsiyete göre farklılık belirlenmemiş ancak okul türleri arasında fark çıkmıştır. Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri ile Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi, Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi, Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ve Bartın lisesi öğrencilerinin algısından daha düşüktür. Ayrıca aynı cevap için Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi öğrencilerinin algı düzeyleri Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Nene Hatun İmam Hatip Lisesi ve Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine kıyasla daha yüksektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı eğitim alan öğrencileri eğitim almayan öğrencilere kıyasla daha fazla önemsedikleri görülmüştür.
5. Ankete katılan 525 öğrencinin %59'u karbon havuzu tanımını doğru yanıtlamışlardır. Cinsiyete göre öğrencilerin karbon havuzu tanımlamalarında anlamlı bir farklılık oluşmamış ancak eğitim alan öğrencilerin eğitim almayan öğrencilere kıyasla daha yüksek algıya sahip olduğu görülmektedir. Okul türlerine göre; Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinin algı düzeylerinin, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden ; Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi öğrencilerinin, Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden; Nene Hatun İmam Hatip Lisesi öğrencilerinin, Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha yüksek algı düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir.
  6. Öğrencilerin %75,2'si sera gazı tanımını doğru yaptığı ve cinsiyete göre kadın öğrencilerin erkek öğrencilerden farkındalığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Okul türlerine göre; en yüksek ortalamaya sahip olan Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi öğrencilerinin algı düzeyleri Bartın Anadolu İmam Hatip Lisesi, Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Aynı cevap için Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinin algı düzeylerinin Bartın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi öğrencilerinin algı düzeylerinin Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mehmet Akif Ersoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden yüksek olduğu anlaşılmıştır. Ancak sera gazı tanımında ise eğitim alma durumuna göre iki grup arasında farklılık belirlenmemiştir.
  7. Orman biyokütlesini tanımlama oranının %58,7 olduğu ve cinsiyete göre gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Ancak eğitim alan öğrencilerin eğitim almayan öğrencilerden daha yüksek algı düzeyi ile anlamlı farklılaştığı belirlenmiştir. Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencileri, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi, Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi, Köksal Toptan Anadolu Lisesi, Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ve Nene Hatun İmam Hatip Lisesi öğrencilerine kıyasla algı düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin algılarının, Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi öğrencilerinin algılarından daha düşük olduğu belirlenmiştir.
  8. Ormanların küresel iklim değişikliğindeki etkinliğinde, ormanların fotosentezle atmosferin karbonunu alarak yapıtaşı olarak kullanmasının önem düzeyine ilişkin verilen cevaplara göre okul türleri arasında farklılıklar belirlenmiştir. Köksal Toptan Anadolu Lisesi, Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi ve Davut Fırıncıoğlu Anadolu Lisesi öğrencilerinin Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Fuat Sezgin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinden daha yüksek algı düzeylerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı soru için orman yangınları küresel ısınmayı artırmaktadır olarak cevap veren

öğrencilerin arasında da anlamlı fark çıkmıştır. Bu fark incelendiğinde, Hasan Sabri Çavuşoğlu Fen Lisesi öğrencilerinin algılarının Turgut Işık Sağlık Meslek Lisesi ve Nene Hatun İmam Hatip Lisesi öğrencilerine kıyasla daha düşük algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Ormanların küresel iklim değişikliğindeki etkinliğini, ormanlar fotosentezle atmosferin karbonunu alarak yapıtaşı olarak kullanması olarak cevaplayan öğrencilerin eğitim alan öğrenciler almayan öğrencilerden daha yüksek algıya sahip oldukları görülmüştür.

9. Öğrenciler daha ziyade, su tüketimine dikkat ederek, bitki yetiştirerek ve elektrik tüketimine dikkat ederek bireysel olarak küresel iklim değişikliğini azaltabileceklerini değerlendirmişlerdir. Kadın öğrencilerin elektrik tüketimine dikkat etmek, bitki yetiştirmek, çeşitli kuruluşlarda ve etkinliklerde görev alarak çevre bilinci oluşturmak seçeneklerinde algı düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bireysel olarak küresel iklim değişikliğini azaltmak için yapılabilecek etkinlikler okul türlerine göre anlamlı farklılık göstermemiştir. Bireysel çabaların etkili olduğunun düşünüldüğü bu çalışmanın aksine Tetik ve Acun (2015) tarafından yapılan çalışmada, Balıkesir Üniversitesi Turizm Fakültesinde eğitim gören öğrenciler, küresel iklim değişikliği ile mücadelede bireysel çabalardan ziyade devletin önlem almasının daha etkili olacağını ifade etmişlerdir (Tetik-Acun, 2015).

Bu çalışma sonuçlarında genel olarak küresel iklim değişikliğine kadın öğrencilerin erkek öğrencilerden daha fazla farkındalık düzeylerine sahip oldukları belirlenmiştir. Durkaya-Durkaya (2018), Gülsoy, Korkmaz (2020) ve Yörük-Akpınar (2023) çalışmalarında da kadın öğrencilerin algılarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Üniversite öğrencileri üzerinde görülen algı farklılaşmasının lise öğrencileri algı düzeylerinde de kadınların iklim değişikliği konusuna daha fazla önem verdikleri ve daha bilinçli bir algıya sahip oldukları sonucunu desteklemektedir.

Öğrenciler tarafından, küresel iklim değişikliği sonucunda olması beklenen etkiler, Su kaynaklarının azalması (%68,6), Kuraklık (%53,5) ve Küresel savaşlar (%52,2) çok fazla önemli olarak ilk üç sırada değerlendirilmiştir. Yiyecek kıtlığı (%51,2) ile 4. sırada çok fazla önemli görülürken ve Çölleşme ve Buzulların erimesi aynı oran ile (%50,7) beşinci sırayı paylaşmışlardır. Şenel ve Güngör (2009) tarafından yapılan çalışmada küresel iklim değişikliği ile buzulların erimesi ilişkisinin medyanın etkisiyle yüksek olduğu üzerinde durulmaktadır. Durkaya-Durkaya (2018) çalışmasında da benzer şekilde buzulların erimesi seçeneği üniversite öğrencileri arasında daha düşük oranda da olsa 1. sıraya yerleştirilmişti, bu çalışmada ise 5. sırada “çok fazla” önemli görülmüştür. Öğrencilerin üzerinde bu yöndeki medyanın etkisinin azaldığı, bunun yerine özellikle küresel savaşlar seçeneğinin ilk üçe girdiği görülmektedir. Bilgisayar oyunları ile çok zaman geçiren genç nesil üzerinde medya ve sanal dünyanın etkisini bu yönde gösterdiği düşünülmektedir.

Dünyada küresel iklim değişikliği ile mücadelede yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada etkin kullanımının artırılması %60,8 oranıyla öğrenciler tarafından en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. İkinci sırada ise Ormanların artırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesi %50,1 oranıyla yer almıştır. Bartın Üniversite öğrencileri arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ikinci, ormanların artırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesi birinci sırada önemsenmişti (Durkaya-Durkaya, 2018). Okul bazında sınavla öğrenci alan okulların sağlık meslek lisesi hariç meslek liselerine göre daha bilinçli oldukları görülmüştür. Öğrencilerin orman biyokütlesi ve karbon havuzu tanımlarına ortalamasının üzerinde, küresel iklim değişikliği ve sera gazı tanımını ise daha yüksek düzeyde doğru bildikleri anlaşılmıştır. Lise öğrencileri üzerinde Atik ve Doğan tarafından yapılan çalışma da ise küresel iklim değişikliği tanımının yeterli düzeyde olmadığı belirtilmiştir (2019). Bu farklılığın çalışma yılı ve örneklem gruplarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira her geçen yıl küresel iklim değişikliği konusu medya ve günlük hayatın gündeminde daha çok yer almaktadır.

Bartın il merkezinde eğitim gören lise öğrencilerinin genel olarak farkındalık seviyelerinin ortalamasının üzerinde iyi seviyede olduğu, ancak bazı kavramlarda bilgi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Eğitim hayatlarında, dünyanın geleceğini ilgilendiren küresel iklim değişikliği ve getirdiği yeni yaşam düzenleri ile

orman ekosistemlerinin karasal ekosistemler içerisinde küresel iklim değişikliği ile mücadelede etkinliği konularında alacakları doğru eğitimlerin gençlerin daha bilinçli yetişmesine katkıda bulunacağı gerçektir.

### Teşekkür

Bu çalışma 1919B012105852 proje numarası ile TÜBİTAK 2209 –A Öğrenci Projesi olarak desteklenmiştir. Bu nedenle katkı ve desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkürü bir borç biliriz.

### Yazar Katkıları

Mehmet Şahin: Verileri toplamış, düzenlemiş, istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır

Birsen Durkaya: Çalışmayı ve anketleri tasarlamış, istatistiksel analizleri ve kontrollerini yapmış, makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Atik, A. D. ve Doğan, Y. (2019). Lise öğrencilerinin küresel iklim değişikliği hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 3(1), 84-100 <https://doi.org/10.31805/acjes.569937>
- Aydin, F. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 15-27.
- Bergman, R. D. and Zerbe, J. I. (2008). Primer on wood biomass for energy. USDA Forest Service, State and Private Forestry, Technology Marketing Unit, Forest Products Laboratory.
- Daşdemir, İ. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, 210 s., Ankara, ISBN: 9786053204428.
- Durkaya, B. ve Durkaya, A. (2018). Küresel ısınma farkındalığı “Bartın Üniversitesi öğrencileri örneği”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 128-144. <https://doi.org/10.24011/barofd.379939>
- Durkaya, B. ve Varol, T. (2019) *Ormancılıkta temel istatistik ve R uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık, 1. Baskı, Şubat, 196 s., Ankara, E-ISBN: 978-625-402-645-4.
- Gülsoy, E. ve Korkmaz, M. (2020). Üniversite öğrencilerinin sosyo-ekonomik özelliklerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği algıları üzerine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 428-437. <https://doi.org/10.18182/tjf.798032>
- IPCC 1996 Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>)
- Kalıpsız, A. (1994). *İstatistik yöntemler*. İÜ Orman Fakültesi.
- Öztürk, M. ve Öztürk, A. (2019). BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in iklim değişikliğiyle mücadele çabaları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 527-541. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.494667>
- Tetik, N., ve Acun, A. (2015). Turizm Öğrencilerinin Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Algısı ve Görüşleri. *Journal of International Social Research*, 8(41).
- Timur, S. ve Yılmaz, M. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilgi düzeylerinin belirlenmesi ve bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 303-320
- UNFCCC (2014). The Lima Ministerial Declaration on Education and Awareness-raising. United Nations Framework Convention on Climate Change
- Vitousek, P. M. (1991). Can planted forests counteract increasing atmospheric carbon dioxide?. *Journal of Environmental Quality*, 20(2), 348-354.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yörük, E. A. Y. ve Akpınar, C. V. (2023). Bir üniversitedeki öğrencilerin küresel iklim değişikliğine yönelik farkındalıkları. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 45(4), 17-25. <https://doi.org/10.20515/otd.1278028>



# Yükseköğretim Kalite Güvencesi Sisteminde Öğrenci Memnuniyetinin Değerlendirilmesi: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Örneği

Mehmet KORKMAZ<sup>1,\*</sup>, H. Oğuz ÇOBAN<sup>2</sup>, Hasan ALKAN<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

## Makale Tarihi

Gönderim: 15.08.2023

Kabul: 06.12.2023

Yayın: 15.12.2023

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Yükseköğretim kurumlarında kalite güvencesi sistemi kapsamında yapılan çalışmalarda öğrenciler, önemli paydaşlar arasındadır. Özellikle öğrencilerin sürece dahil edilmesi ve geri bildirimlerin alınması, sürecin işleyişine çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi örneğinde Yükseköğretim Kalite Kurulu değerlendirme ölçütleri kapsamında yükseköğretim kurumlarında kalite güvencesi kültürünün içselleştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik öğrenci memnuniyetlerini ölçmek ve değerlendirmektir. Araştırma verileri anket tekniği ile toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin en çok memnun oldukları konular; arazi uygulamalarının mesleki ve bireysel gelişim için katkı sağlayıcı nitelikte olması, ders programlarının zamanında duyurulması, öğrenci-öğretim elemanı iletişiminin güçlü olması, sınavların uygun ortam ve koşullarda gerçekleştiriliyor olması ve akademik gelişimi destekleyecek sayıda bilimsel toplantının yapılmasıdır. Sınav programlarının dengeli biçimde planlanması, yaz stajı ile ilgili bilgilendirme düzeyinin, arazi uygulama gezilerinin, sosyal, kültürel, sanatsal ve sportif tesislerin ve etkinliklerin, kantin hizmetlerinin, verilen psikolojik danışmanlık hizmetlerinin ve üniversite yemekhane hizmetlerinin yeterliliği ve öğrenci topluluklarının etkenliği görece olarak memnuniyet düzeyinin düşük olduğu başlıklar olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Kalite güvence sistemi, öğrenci memnuniyeti, kalite kültürü, Isparta

# Evaluation of Student Satisfaction in Higher Education Quality Assurance System: The Case of Isparta University of Applied Sciences Faculty of Forestry

<sup>1,2,3</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye

## Article History

Received: 15.08.2023

Accepted: 06.12.2023


Published: 15.12.2023


## Research Article

**Abstract** – Students are among the important stakeholders in the studies carried out within the scope of the quality assurance system in higher education institutions. Particularly, involving students in the process and receiving feedback from students make very important contributions to the functioning of the process. The aim of this study is to measure and evaluate student satisfaction regarding the internalization and dissemination of quality assurance culture in higher education institutions within the scope of Turkish Higher Education Quality Council evaluation criteria in the example of Isparta University of Applied Sciences Faculty of Forestry. The data were collected by questionnaire technique. According to the results of the study, the subjects that the students were most satisfied with; Contributing to the professional development of field applications, announcement of course schedules on time, strong student-teaching staff communication, examinations being held in appropriate environment and conditions, and scientific meetings to support academic development. Balanced planning of exam programs, the level of summer internship information, field trips, social, cultural, artistic and sportive facilities and activities, canteen services, the adequacy of psychological counseling services and university cafeteria services, and the effectiveness of student communities were determined as subjects with relatively low level of satisfaction.

**Keywords** – Quality assurance system, student satisfaction, quality culture, Isparta

<sup>1</sup>  mehmetkorkmaz@isparta.edu.tr

<sup>2</sup>  oguzcoban@isparta.edu.tr

<sup>3</sup>  hasanalkan@isparta.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet KORKMAZ

## 1. Giriş

Kalite; tasarım, süreç ve çıktı olmak üzere temelde üç bileşenden oluşur. Tasarım hem süreç (örneğin, müfredat kapsamında fakültenin diğer olanaklarının nasıl bir araya geleceği) hem de çıktı (örneğin, öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayan bir müfredat) ile ilgilidir. Kalite süreci, kurumun işleyişindeki tüm adımların baştan sona arzu edilen hedeflere doğru etkili bir şekilde çalışması ve her adımın değer katması anlamına gelir (Chaffee ve Sherr, 1992). Yükseköğretimde kalite, “belirli bir sistemin, kuruluşun, programın ya da disiplinin belirli standartlarıyla ilgili olduğu kadar eğitim modelinin durumsal şartları, kurumsal görev ve hedeflerle de ilgili olan çok boyutlu, çok katmanlı ve dinamik bir kavram” olarak değerlendirilmektedir (Özer vd., 2011).

Yükseköğretim kurumlarında kalite odaklı çalışmalar 2015 yılında Yükseköğretim Kalite Kurulu (YÖKAK)’nın 23 Temmuz 2015 tarih ve 29423 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği” kapsamında kurulması ile hız kazanmıştır. Bu gelişme, kalite güvence sistemine yönelik akademik çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bu çalışmalara; Zeydan ve Gürbüz (2019), Altındüzgün ve Coşgun (2020), Güler ve Soyer (2021), Uludağ vd. (2021), Taş vd. (2021), Yıldırım ve Aslan (2021), Fidan vd. (2022), Pelin vd. (2022), Taştan ve Sabır Taştan (2022), Taşcı ve Lapcin (2023) ve Yazıcı vd. (2023) örnek olarak gösterilebilir.

YÖKAK’ın temel görevlerinden biri; yükseköğretim kurumlarında kalite güvencesi kültürünün içselleştirilmesi ve yaygınlaştırılmasını sağlamak olup, stratejik amaçları ise;

- Yenilikçi uygulamalar ile yükseköğretimde bürokratik yükü azaltılmış kalite güvencesi sistemini yapılandırmak, yaygınlaştırmak ve sistemin sürekli iyileştirilmesini sağlamak,
- Yükseköğretim kurumlarında kalite güvencesi sisteminin gelişmesine destek vermek,
- Kalite kültürünün yayılımını teşvik etmek ve tüm paydaşlar arasında iş birliğine dayalı ilişkiler kurmak,
- Yükseköğretim kalite güvencesinin değerlendirilmesinde bağımsız, güvenilir, uzman ve kurumsallaşmasını tamamlamış bir kuruluş olmak ve
- YÖKAK’ın uluslararasılaşma düzeyini artırarak tanınırlığını yükseltmek, şeklindedir (YÖKAK, 2023a).

YÖKAK bu amaçlar kapsamında yükseköğretim kurumlarında dış değerlendirmeler yapmaktadır. Bu değerlendirmeler genel olarak (a) Liderlik, yönetim ve kalite, (b) Eğitim ve öğretim, (c) Araştırma ve geliştirme, (d) Toplumsal katkı ölçütleri ile gerçekleştirilmektedir (YÖKAK, 2023b).

Öğrenciler, yükseköğretim kalite güvence sistemi çalışmalarında önemli paydaşlar arasındadır. Bu noktada öğrencilerin hedeflenen yeterliliklere ulaşabilmesinin güvence altına alınması, sistemin önemli boyutlarından biridir (Uludağ vd., 2021). Öğrencileri sürece “önemli, eşit ve sorumlu aktörler” olarak dahil etmek, öğrenme düzeylerini ve motivasyonlarını olumlu düzeyde etkiler ve aidiyet duygularını artırmanın yanı sıra güven oluşturur (Isaeva vd., 2020). Öğrenci katılımı, aktif biçimde ilgili komisyonlarda yer almanın yanında öğrenci memnuniyetinin tespitine yönelik çalışmalara katılarak da olabilmektedir. Öğrenci memnuniyetinin ölçülmesi ile kurumun güçlü ve zayıf yönleri belirlenebilmekte (Şimşek vd., 2019), “Planla, Uygula, Kontrol et ve Önlem al” olarak ifade edilen PUKÖ döngüsünün kontrol aşamasında kaliteyi artırıcı etkinlikler ile ilgili olarak önemli geri bildirimler elde edilmektedir. Genel olarak birçok yükseköğretim kurumunda PUKÖ döngüsünün sadece planlama ve uygulama aşamalarının işletilmesi (Yazıcı vd., 2023) bu geri bildirimlerle elde edilen verilerin önemini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi örneğinde YÖKAK değerlendirme ölçütleri kapsamında yükseköğretim kurumlarında kalite güvencesi kültürünün içselleştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik öğrenci memnuniyetlerini ölçmek ve değerlendirmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın verileri anket tekniği ile toplanmıştır. Anket formunun memnuniyet ölçeği bölümünün hazırlanmasında Şimşek vd. (2019) tarafından yapılan “Yükseköğretimde Kalite Arayışında Bir Gösterge Olarak Öğrenci Memnuniyeti: Bir Ölçek Geliştirme Çalışması” başlıklı çalışmadan yararlanılmıştır. Anket iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan memnuniyet ölçeği, eğitim öğretimin tasarımı, eğitim öğretimin ortam ve kaynakları, eğitim öğretimin süreç ve uygulamaları, eğitim öğretimin izlenmesi ve değerlendirilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin yönetimi ve üniversitenin sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerinden memnuniyet olmak üzere 6 alt bölüm ve toplam 53 önermeden oluşmaktadır. Önermelerin yanıtları için beşli Likert ölçeği (1-Tamamen katılmıyorum, 2- Katılmıyorum, 3-Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4-Katılıyorum, 5-Tamamen katılıyorum) kullanılmıştır. Formun ikinci bölümü öğrencilerin kayıtlı oldukları bölüm, sınıf ve cinsiyet bilgilerini içermektedir. Anketin uygulanması için Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 14.06.2023 tarih ve 155/3 sayılı kararı ile izin alınmıştır. Anketler 2023 yılının Haziran ve Temmuz aylarında çevrimiçi (online) olarak uygulanmıştır. Aktif olarak kayıtlı bulunan orman mühendisliği bölümünden 232 ve orman endüstri mühendisliği bölümünden 82 olmak üzere toplam 314 öğrenciye mesaj ve e-posta yoluyla anket linki gönderilmiş ve 164 öğrenci ankete dönüş sağlamıştır. Bu kapsamda geri dönüş oranı %52.23’tür. Bu oran örneklem yeterliliği açısından uygundur (Nulty, 2008). Anket formunda yer alan önermelere yönelik iç tutarlılık katsayısı (Cronbach alfa değeri) 0.977 olarak bulunmuş olup 0.8 değerinden büyük olduğu için kullanılan ölçeğin istatistiki olarak yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir (Kılıç, 2016). Verilerin, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçlarına göre KMO değeri 0.929 (KMO değeri>0.90 mükemmel) ve Bartlett testi de anlamlı ( $p=0.000$ ) bulunduğu için faktör analizine uygun olduğu görülmüş olup faktör analiz sonuçlarına göre toplam varyansın %73.3’ü açıklanabilmektedir. Bu bulgular, yapı geçerliliğinin sağlandığını göstermektedir (Erol, 2019).

Ankete katılan öğrencilerin bazı özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu kapsamda katılım sağlayan öğrencilerin büyük bir bölümü, kayıtlı öğrenci sayısının daha fazla olması itibarıyla orman mühendisliği bölümü öğrencisidir. Ankete her sınıftan öğrencinin katılımı sağlanmış olup en yüksek katılım %30.5 ile üçüncü sınıflara aittir. Öğrencilerin %47.6’sının kız olduğu dikkate alındığında cinsiyet açısından yaklaşık bir denge sağlandığı söylenebilir.

Tablo 1  
Ankete katılan öğrencilerin bazı özellikleri

Bölüm	Sayı	%
Orman Mühendisliği	140	85.4
Orman Endüstri Mühendisliği	24	14.6
Sınıf	Sayı	%
Birinci sınıf	48	29.3
İkinci sınıf	38	23.2
Üçüncü sınıf	50	30.5
Dördüncü sınıf	28	17.1
Cinsiyet	Sayı	%
Kız	78	47.6
Erkek	86	52.4

Verilerin analiz ve değerlendirilmesinde ilk olarak temel istatistiki ölçüler (frekanslar, yüzde ve standart sapma) kullanılmıştır. Ayrıca her bir önermeye verilen yanıtların beşli Likert ölçeğine göre ortalamaları hesaplanmıştır (Tamamen katılmıyorum=1, ... Tamamen katılıyorum=5). Araştırma kapsamında katılımcıların bazı özellikleri ile verilen yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olup olmadığı da sorgulanmıştır. Yapılan Shapiro-Wilk testi sonuçları ve çarpıklık-basıklık katsayılarına göre araştırma verilerinin parametrik veri olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle öğrencilerin cinsiyetleri, kayıtlı oldukları bölüm ve sınıfa göre ilişkilerin sorgulanmasında, ki-kare testinden yararlanılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Eğitim Öğretimin Tasarımından Memnuniyet

YÖKAK'ın eğitim öğretimi değerlendirme ölçütü altında yer alan ilk gösterge program tasarımı, değerlendirilmesi ve güncellenmesidir. Bu başlık altında eğitim öğretimin tasarımı kapsamındaki memnuniyet; müfredat (zorunlu/seçmeli dersler), arazi uygulama gezileri, ders ve sınav programları, ders programlarının duyurulması ve öğrenci görüşlerinin eğitim öğretim süreçlerinde dikkate alınması maddelerince ölçülmüştür.

Eğitim-öğretimin tasarımından memnuniyete yönelik yanıtların dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre yedi önermenin ortalaması 3.82 olarak belirlenmiştir. Bu değer ortalamasının üzerinde bir memnuniyet düzeyinin olduğunu ortaya koyması bakımından önemlidir. En yüksek katılım düzeyine sahip önermeler "Arazi uygulama gezileri mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir" ve "Haftalık ders programı dönem başlamadan önce duyurulmaktadır" şeklinde sıralanmaktadır. En düşük katılım oranının olduğu önermeler ise sınav programlarının ve haftalık ders programının dağıtımının dengeli olması ile ilgilidir. Haftalık ders programının dengeli dağıtımı ile ilgili memnuniyet önermesine yansızım (ne katılıyorum ne katılmıyorum) yanıtını verenlerin oranı %21.3 ile tüm önermeler arasında en yüksek düzeydedir.

Tablo 2

Eğitim öğretimin tasarımından memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Aldığım zorunlu dersler mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir.	15	9.1	12	7.3	13	7.9	72	43.9	52	31.8	3.81	1.22
Aldığım seçmeli dersler mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir.	10	6.1	14	8.5	21	12.9	76	46.3	43	26.2	3.78	1.11
Arazi uygulama gezileri mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir.	5	3.0	6	3.7	9	5.5	57	34.8	87	53.0	4.31	0.96
Haftalık ders programı dengeli biçimde planlanmaktadır.	14	8.5	17	10.4	35	21.3	66	40.2	32	19.6	3.52	1.17
Sınav programları dengeli biçimde (zorunlu/seçimlik, sayı/gün vb.) planlanmaktadır.	20	12.2	20	12.2	32	19.5	58	35.4	34	20.7	3.40	1.28
Haftalık ders programı dönem başlamadan önce duyurulmaktadır.	4	2.4	6	3.7	14	8.5	81	49.4	59	36.0	4.13	0.89
Eğitim öğretim faaliyetlerinde öğrenci görüşleri dikkate alınmaktadır.	14	8.5	12	7.3	20	12.2	70	42.7	48	29.3	3.77	1.20
Ortalama											3.82	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

#### 3.2. Eğitim Öğretimin Ortam ve Kaynaklarından Memnuniyet

Eğitim öğretimi değerlendirme ölçütü altında yer alan bir diğer gösterge, öğrenme kaynakları ve akademik destek hizmetleridir. Bu bölümde eğitim öğretimin ortam ve kaynaklarına duyulan memnuniyet; derslik ve laboratuvar materyalleri, bilgisayar programları, üniversite kütüphanesi (basılı/elektronik kaynaklar), derslik ve laboratuvarların fiziksel koşulları, engelsiz yaşam olanakları ve genel temizlik hizmetleri maddelerince ölçülmüştür.

Tüm önermelerin aldığı ortalama puanlar üç ile dört arasındadır. Eğitim öğretimin ortam ve kaynaklarından duyulan ortalama memnuniyet düzeyi 3.76 olarak belirlenmiştir. "Fakültemizin fiziki koşulları engelsiz yaşam için uygundur", "Fakültemizde mesleğim gerektirdiği güncel bilgisayar programlarına erişebiliyorum", ve "Kullandığımız derslik/laboratuvarların fiziksel imkânları (aydınlatma, ısıtma, havalandırma vb.) eğitim öğretim için yeterlidir" en yüksek katılım oranına sahip önermeleridir. En düşük katılım oranı üniversite kütüphanesinin basılı kaynaklarının eğitim öğretim için yeterliliğine ilişkin önermeye aittir.

Tablo 3

## Eğitim öğretimin ortam ve kaynaklarından memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Kullandığımız derslik / laboratuvarlardaki öğretim materyalleri (projeksiyon cihazı, tahta, deney düzenekleri vb.) eğitim öğretim için yeterlidir.	13	7.9	16	9.8	28	17.1	72	43.9	35	21.3	3.61	1.16
Fakültemizde mesleğimin gerektirdiği güncel bilgisayar programlarına erişebiliyorum.	7	4.3	11	6.7	20	12.2	82	50.0	44	26.8	3.88	1.08
Üniversite kütüphanesinin basılı kaynakları eğitim öğretim için yeterlidir.	13	7.9	10	6.1	42	25.6	72	43.9	27	16.5	3.55	1.09
Üniversite kütüphanesinin elektronik kaynakları eğitim öğretim için yeterlidir.	12	7.3	9	5.5	40	24.4	71	43.3	32	19.5	3.62	1.09
Kullandığımız derslik/laboratuvarların fiziksel imkânları (aydınlatma, ısıtma, havalandırma vb.) eğitim öğretim için yeterlidir.	8	4.9	9	5.5	23	14.0	79	48.2	45	27.4	3.88	1.03
Fakültemizin fiziki koşulları engelsiz yaşam için uygundur.	8	4.9	7	4.3	15	9.1	90	54.9	44	26.8	3.95	0.99
Fakültemizin genel temizlik hizmetleri yeterlidir.	9	5.5	14	8.5	18	11.0	76	46.3	47	28.7	3.84	1.10
Ortalama											3.76	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

### 3.3. Eğitim Öğretimin Süreç ve Uygulamalarından Memnuniyet

Bu başlık altında YÖKAK'ın eğitim öğretim ölçütünün eğitim ve öğretim süreçlerinin yönetimi adlı göstergesi kapsamında değerlendirilebilecek olan on üç maddede memnuniyet bulgularına yer verilmiştir. Ortalama memnuniyet düzeyi 3.78'dir (Tablo 4).

Tablo 4

## Eğitim öğretimin süreç ve uygulamalarından memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir.	5	3.0	9	5.5	16	9.8	69	42.1	65	39.6	4.10	0.99
Bölümüm tarafından 7+1 İşletmede Mesleki Eğitim (İME) hakkında yeterli bilgilendirme yapılmaktadır.	15	9.1	7	4.3	28	17.1	63	38.4	51	31.1	3.78	1.20
Bölümüm tarafından yaz stajı hakkında yeterli bilgilendirme yapılmaktadır.	17	10.4	20	12.2	43	26.1	47	28.7	37	22.6	3.41	1.25
Eğitim öğretim ile ilgili konularda idari personel (bölüm sekreteri, öğrenci işleri vb.) gerekli desteği vermektedir.	10	6.1	10	6.1	26	15.9	68	41.4	50	30.5	3.84	1.11
Öğrenciler dönem başında aldıkları derslerin amaç ve içerikleri hakkında bilgilendirilmektedir.	9	5.5	9	5.5	29	17.7	78	47.5	39	23.8	3.79	1.04
Mesleki/bireysel gelişimimi destekleyecek eğitim ve etkinlikler sunulmaktadır.	8	4.9	12	7.3	17	10.4	83	50.6	44	26.8	3.87	1.05
Derslerin arazi uygulama gezileri sayıca yeterlidir.	21	12.8	17	10.4	38	23.1	52	31.7	36	22.0	3.40	1.29
Oryantasyon için yeterli düzeyde etkinlik yapılmaktadır.	11	6.7	15	9.1	44	26.8	57	34.8	37	22.6	3.57	1.13
Akademik danışmanım gerekli danışmanlık hizmetini verir.	8	4.9	13	7.9	26	15.9	72	43.9	45	27.4	3.81	1.08
Öğrenciler ile ilgili duyurular zamanında paylaşılır.	6	3.7	5	3.0	23	14.1	85	51.8	45	27.4	3.96	0.93
Fakültemiz birimleri öğrenci şikâyet ve dileklerine zamanında cevap verir.	8	4.9	6	3.7	34	20.7	74	45.1	42	25.6	3.83	1.01
Bölümüm başta ders ve sınavlar olmak üzere sorunlarımıza çözüm üretir.	9	5.5	9	5.5	24	14.6	79	48.2	43	26.2	3.84	1.05
Fakülte yönetimi öğrencilerin görüşlerine değer verir.	10	6.1	5	3.0	23	14.0	74	45.2	52	31.7	3.93	1.06
Ortalama											3.78	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

“Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir” önermesi en yüksek düzeyde memnuniyet duyulan önerme olarak dikkati çekmektedir. Öğrenciler ile ilgili duyuruların zamanında paylaşılması ve

fakülte yönetiminin öğrencilerin görüşlerine değer vermesi ortalama katılım oranının en yüksek olduğu diğer önermelerdir. Bir diğer önemli konu fakültede yakın zamanda başlatılan işletmede mesleki eğitim (7+1) modeli ile ilgili bilgilendirmelerden duyulan memnuniyet düzeyidir. Bu kapsamda işletmede mesleki eğitim süreçleri ile ilgili bilgilendirmeleri yeterli bulanların oranı %69.5 ile yüksek düzeydedir.

En düşük katılım oranı 3.40 ortalama puanla “*Derslerin arazi uygulama gezileri sayıca yeterlidir*” önermesine aittir. Bunu bölümlerin yaz stajı hakkındaki bilgilendirmeler ile oryantasyon etkinliklerinin yeterliliği izlemektedir.

### 3.4. Eğitim Öğretimin İzlenmesi ve Değerlendirilmesinden Memnuniyet

Eğitim öğretim ölçütünün programların yürütülmesi (öğrenci merkezli öğrenme öğretme ve değerlendirme) adlı göstergesi kapsamında belirlenen maddelerce memnuniyet ölçümü bu başlık altında yapılmıştır. Toplam altı önermeye verilen yanıtların ortalaması 3.84 olarak belirlenmiş olup tüm gruplar arasındaki en yüksek ortalama bu gruba aittir. Sınavların uygun ortam ve koşullarda gerçekleştirildiği, sınav duyurularının zamanında yapıldığı ve sınavların dersin amaç ve içerikleri ile uyumlu olduğu en yüksek düzeyde memnun olunan konulardır. Diğer önermelere de katılım oranı nispeten yüksek olup en düşük katılım oranı %70.8 ile “*Dönem başında öğrencilere ders geçme kriterleri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır*” ve “*Sınav sonuçları zamanında ilan edilmektedir*” önermelerine aittir (Tablo 5).

Tablo 5

Eğitim öğretimin izlenmesi ve değerlendirilmesinden memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Dönem başında öğrencilere ders geçme kriterleri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır.	11	6.7	14	8.5	23	14.0	78	47.6	38	23.2	3.72	1.12
Sınav duyuruları zamanında yapılmaktadır.	7	4.3	13	7.9	15	9.2	84	51.2	45	27.4	3.90	1.03
Sınavlar uygun ortam ve koşullarda (öğrenci sayısı, aydınlatma, havalandırma vb.) yapılmaktadır.	8	4.9	5	3.0	10	6.1	89	54.3	52	31.7	4.05	0.97
Sınavlar dersin amaç ve içerikleri ile uyumlu olacak şekilde hazırlanmaktadır.	7	4.3	10	6.1	25	15.2	77	47.0	45	27.4	3.87	1.02
Sınav sonuçlarına itirazlar öğretim elemanları tarafından dikkate alınmaktadır.	7	4.3	9	5.5	38	23.1	71	43.3	39	23.8	3.77	1.01
Sınav sonuçları zamanında ilan edilmektedir.	12	7.3	13	7.9	23	14.0	77	47.0	39	23.8	3.72	1.13
Ortalama											3.84	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

### 3.5. Ar-Ge Faaliyetlerinin Yönetiminden Memnuniyet

Ar-Ge faaliyetleri konusundaki farkındalık ve faaliyetlerin yönetimi kapsamındaki memnuniyet bir diğer kalite göstergesidir. Bu kapsamda öğrencilere yöneltilen önermelere katılım oranları Tablo 6’da görülmektedir. Genel olarak tüm önermelere katılım oranı ortalaması 3.80 ile iyi durumdadır. Fakültenin araştırma olanaklarının yeterliliği %64.6 ile tüm önermeler arasında en düşük katılım oranına sahiptir. “*Fakültemizde akademik gelişimime katkı sağlayacak ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel kongre, sempozyum ve panel gibi toplantılar yeterli sayıda yapılmaktadır*”, “*Fakültemiz, öğrencileri akademik başarıya teşvik etmektedir*” ve “*Öğrencilerin geliştirdiği araştırma projeleri desteklenmektedir*” önermeleri en yüksek katılım oranına sahiptir.

### 3.6. Üniversitenin Sosyal, Kültürel ve Sportif Faaliyetlerinden Memnuniyet

YÖKAK’ın değerlendirme ölçütleri arasında yer alan eğitim ve öğretim ölçütünün sosyal, kültürel ve sportif faaliyetler göstergesi kapsamında değerlendirilebilecek memnuniyet bulguları Tablo 7’de gösterilmiştir. Tüm gruplar arasında en düşük katılım ortalaması bu gruba aittir (Ort. 3.54). Yerleşkenin düzeni ve temizliği ile sunulan güvenlik hizmetlerinin yeterliliği en yüksek ortalama puana sahip önermeler olarak öne çıkmaktadır.

“Üniversitemizde öğrencilerin kullanacağı sosyal ve sportif tesisler yeterlidir” önermesi tüm önermeler arasında en düşük katılım oranına sahiptir (Ort. 3.16). Bunu psikolojik danışmanlık hizmetlerinin yeterliliği (Ort. 3.35) izlemekte olup tüm önermeler arasında en yüksek yansızlık (ne katılıyorum ne katılmıyorum) oranı (%30.5) da bu önermeye aittir.

Tablo 6

Ar-Ge faaliyetlerinden memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Öğrenciler yurt dışı eğitim imkânları konusunda bilgilendirilmektedir.	16	9.8	14	8.5	20	12.2	74	45.1	40	24.4	3.66	1.22
Öğrenciler değişim programları (Erasmus, Farabi, Mevlana vb.) hakkında bilgilendirilmektedir.	12	7.3	15	9.1	18	11.1	74	45.1	45	27.4	3.76	1.17
Öğrenciler lisansüstü eğitim yapma konusunda teşvik edilmektedir.	12	7.3	11	6.7	32	19.5	68	41.5	41	25.0	3.70	1.14
Öğrencilerin geliştirdiği araştırma projeleri desteklenmektedir.	9	5.5	6	3.7	25	15.2	76	46.3	48	29.3	3.90	1.04
Öğrenciler araştırma projeleri hazırlama konusunda teşvik edilmektedir.	8	4.9	11	6.7	27	16.5	74	45.1	44	26.8	3.82	1.06
Fakültemiz, öğrencileri akademik başarıya teşvik etmektedir.	9	5.5	6	3.7	23	14.0	79	48.1	47	28.7	3.91	1.03
Fakültemizde araştırma olanakları (Laboratuvar vb.) altyapısı yeterlidir.	16	9.8	10	6.1	32	19.5	68	41.4	38	23.2	3.62	1.19
Fakültemizde akademik gelişimime katkı sağlayacak ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel kongre, sempozyum ve panel gibi toplantılar yeterli sayıda yapılmaktadır.	5	3.0	8	4.9	19	11.6	81	49.4	51	31.1	4.01	0.95
Fakültemizin toplumsal katkı sağlamaya dönük faaliyetleri (bilimsel raporlar, söyleşiler, halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları vb.) yeterlidir.	8	4.9	9	5.5	30	18.3	70	42.6	47	28.7	3.85	1.05
Ortalama											3.80	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

Tablo 7

Üniversitenin sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerinden memnuniyete ilişkin yanıtların dağılımı

Önermeler	1*		2*		3*		4*		5*		Ort**	ss***
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Üniversitemizde öğrencilerin kullanacağı sosyal ve sportif tesisler yeterlidir.	21	12.8	34	20.7	36	22.0	43	26.2	30	18.3	3.16	1.30
Üniversitemizde öğrencilere yönelik kültürel ve sanatsal etkinlikler düzenlenmektedir.	13	7.9	29	17.7	28	17.1	59	36.0	35	21.3	3.45	1.23
Üniversitemizde öğrencilere yönelik sportif etkinlikler düzenlenmektedir.	15	9.1	24	14.6	30	18.4	65	39.6	30	18.3	3.43	1.21
Üniversitemiz öğrenci toplulukları yeterli sosyal ve kültürel faaliyetler yapmaktadır.	12	7.3	27	16.5	32	19.5	60	36.6	33	20.1	3.46	1.19
Üniversitemizde bulunan kantinlerin hizmetleri yeterlidir.	20	12.2	23	14.0	21	12.8	63	38.4	37	22.6	3.45	1.31
Üniversitemizde yeterli düzeyde psikolojik danışmanlık hizmeti verilmektedir.	18	11.0	16	9.8	50	30.5	50	30.5	30	18.2	3.35	1.21
Üniversitemizde günlük ihtiyaçlarımı karşılayabileceğim hizmetler (banka, kırtasiye, vb.) bulunmaktadır.	8	4.9	13	7.9	28	17.1	75	45.7	40	24.4	3.77	1.06
Üniversitemiz yerleşkesinde sunulan güvenlik hizmetleri yeterlidir.	13	7.9	8	4.9	25	15.2	70	42.7	48	29.3	3.80	1.15
Üniversitemizde ilgi alanıma uygun öğrenci toplulukları bulunmaktadır.	12	7.3	15	9.1	27	16.5	72	43.9	38	23.2	3.66	1.15
Üniversitemizde yerleşke düzenli ve temizdir.	7	4.3	11	6.7	24	14.6	71	43.3	51	31.1	3.90	1.05
Üniversitemizin sunduğu yemekhane hizmetleri yeterlidir.	17	10.4	24	14.6	26	15.9	55	33.5	42	25.6	3.49	1.30
Ortalama											3.54	

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Ortalama, \*\*\*Standart sapma

### 3.7. Öğrencilerin Bazı Özellikleri ile Memnuniyetleri Arasındaki İlişkilerin Analizi

Öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıflara göre istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunan memnuniyet önermelerine yönelik ki-kare testi sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir. Birinci sınıf öğrencileri Tablo 8’de gösterilen önermelere diğer sınıflardaki öğrencilere göre daha fazla katılıyorum veya tamamen katılıyorum yanıtını vermiştir. Buna ek olarak üçüncü sınıf öğrencileri de benzer şekilde diğer sınıflardan ayrılmaktadır. Örneğin “Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir” önermesine birinci sınıf öğrencilerinin %95.8’i katılıyorum ya da tamamen katılıyorum yanıtını vermiştir. Üçüncü sınıf öğrencilerinde katılım düzeyi %80.0 iken ikinci sınıf öğrencilerinde %76.3 ve dördüncü sınıf öğrencilerinde %67.9’dur.

Tablo 8

Öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıfa göre anlamlı ilişki gösteren önermeler

Önermeler	Sınıf	n	1*	2*	3*	4*	5*	X <sup>2</sup>	sd**	p***
Fakültemizde mesleğimin gerektirdiği güncel bilgisayar programlarına erişebiliyorum.	1	48	0	2	6	28	12	25.703	12	0.012
	2	38	1	6	7	13	11			
	3	50	2	1	2	31	14			
	4	28	4	2	5	10	7			
Fakültemizin fiziki koşulları engelsiz yaşam için uygundur.	1	48	1	1	3	30	13	23.245	12	0.026
	2	38	0	3	3	22	10			
	3	50	2	0	5	28	15			
	4	28	5	3	4	10	6			
Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir.	1	48	0	1	1	22	24	21.963	12	0.038
	2	38	1	5	3	17	12			
	3	50	1	1	8	21	19			
	4	28	3	2	4	9	10			
Bölümüm tarafından 7+1 İşletmede Mesleki Eğitim (İME) hakkında yeterli bilgilendirme yapılmaktadır.	1	48	1	0	4	22	21	24.096	12	0.020
	2	38	2	3	8	15	10			
	3	50	5	3	10	20	12			
	4	28	7	1	6	6	8			
Mesleki/bireysel gelişimimi destekleyecek eğitim ve etkinlikler sunulmaktadır.	1	48	1	2	8	22	15	25.748	12	0.012
	2	38	0	5	3	19	11			
	3	50	2	2	2	33	11			
	4	28	5	3	4	9	7			
Öğrenciler ile ilgili duyurular zamanında paylaşılır.	1	48	0	0	9	21	18	22.380	12	0.033
	2	38	1	1	5	21	10			
	3	50	1	4	5	29	11			
	4	28	4	0	4	14	6			
Öğrenciler yurt dışı eğitim imkânları konusunda bilgilendirilmektedir.	1	48	2	4	2	26	14	29.269	12	0.004
	2	38	1	3	2	20	12			
	3	50	5	5	12	19	9			
	4	28	8	2	4	9	5			

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Serbestlik derecesi, \*\*\*Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$

Cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı ilişki gösteren ( $p < 0.05$ ) yirmi iki önerme bulunmaktadır (Tablo 9). Bu önermeler arasında “Aldığım seçmeli dersler gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir”, “Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir”, “Gelişimimi destekleyecek eğitim ve etkinlikler sunulmaktadır”, “Derslerin arazi uygulama gezileri sayıca yeterlidir”, “Oryantasyon için yeterli düzeyde etkinlik yapılmaktadır”, “Bölümüm sorunlarımı çözüm üretir”, “Fakülte yönetimi öğrencilerin görüşlerine değer verir”, “Dönem başında ders geçme kriterleri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır”, “Sınavlar ders amaç ve içeriği ile uyumlu şekilde hazırlanmaktadır”, “Fakültemiz, öğrencileri akademik başarıya teşvik etmektedir”, “Öğrencilerin kullanacağı sosyal ve sportif tesisler yeterlidir” ve “Öğrencilere yönelik kültürel ve sanatsal etkinlikler düzenlenmektedir” önermelerine kız öğrenciler erkek öğrencilere göre daha yüksek oranda katılıyorum veya tamamen katılıyorum yanıtını vermiştir. Diğer önermelerde ise tersi olarak erkek öğrencilerin katılım oranı daha yüksektir (Tablo 9).

Ki-kare testi sonuçlarına göre bölümler düzeyinde altı önermede istatistiksel olarak anlamlı ilişki ( $p < 0.05$ ) belirlenmiştir (Tablo 10). Orman mühendisliği bölümü öğrencileri orman endüstri mühendisliği bölümü



öğrencilerine göre bu önermelere daha yüksek düzeyde katılmaktadır. Örneğin “Aldığım seçmeli dersler mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir” önermesine orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin %77.1’i katılıyorum ya da tamamen katılıyorum yanıtını vermişken bu oran orman endüstri mühendisliği bölümünde %45.8’dir. Benzer şekilde “Kullandığımız öğretim materyalleri eğitim öğretim için yeterlidir” önermesine katılım oranları sırasıyla %70.0 ve %37.5 düzeyindedir.

Tablo 9

## Öğrencilerin cinsiyetine göre anlamlı ilişki gösteren önermeler

Önermeler	Cinsiyet	n	1*	2*	3*	4*	5*	X <sup>2</sup>	sd**	p***
Aldığım seçmeli dersler gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir.	Erkek	86	9	8	8	32	29	14.648	4	0.005
	Kız	78	1	6	13	44	14			
Fakültemizin genel temizlik hizmetleri yeterlidir.	Erkek	86	4	6	8	33	35	12.830	4	0.012
	Kız	78	5	8	10	43	12			
Bilimsel kongre, vb. toplantılar yeterli sayıda yapılmaktadır.	Erkek	86	4	3	9	33	37	15.149	4	0.004
	Kız	78	1	5	10	48	14			
Öğrenciler öğretim elemanları ile iletişim kurabilmektedir.	Erkek	86	5	6	5	30	40	12.525	4	0.014
	Kız	78	0	3	11	39	25			
Eğitim öğretim ile ilgili konularda idari personel gerekli desteği vermektedir.	Erkek	86	9	4	8	32	33	15.648	4	0.004
	Kız	78	1	6	18	36	17			
Öğrenciler aldıkları derslerin amaç ve içerikleri hakkında bilgilendirilmektedir.	Erkek	86	8	3	11	37	27	13.751	4	0.008
	Kız	78	1	6	18	41	12			
Gelişimimi destekleyecek eğitim ve etkinlikler sunulmaktadır.	Erkek	86	8	7	10	32	29	17.318	4	0.002
	Kız	78	0	5	7	51	15			
Derslerin arazi uygulama gezileri sayıca yeterlidir.	Erkek	86	16	9	16	21	24	12.330	4	0.015
	Kız	78	5	8	22	31	12			
Oryantasyon için yeterli düzeyde etkinlik yapılmaktadır.	Erkek	86	9	11	17	26	23	12.261	4	0.016
	Kız	78	2	4	27	31	14			
Akademik danışmanım gerekli danışmanlık hizmetini verir.	Erkek	86	5	8	10	32	31	9.520	4	0.049
	Kız	78	3	5	16	40	14			
Bölümüm sorunlarımı çözüm üretir.	Erkek	86	7	6	13	32	28	10.357	4	0.035
	Kız	78	2	3	11	47	15			
Fakülte yönetimi öğrencilerin görüşlerine değer verir.	Erkek	86	9	3	16	27	31	17.101	4	0.002
	Kız	78	1	2	7	47	21			
Dönem başında ders geçme kriterleri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır.	Erkek	86	10	8	13	32	23	11.876	4	0.018
	Kız	78	1	6	10	46	15			
Sınavlar ders amaç ve içeriği ile uyumlu şekilde hazırlanmaktadır.	Erkek	86	7	7	9	32	31	18.832	4	0.001
	Kız	78	0	3	16	45	14			
Sınav sonuçlarına itirazlar dikkate alınmaktadır.	Erkek	86	7	2	18	33	26	14.212	4	0.007
	Kız	78	0	7	20	38	13			
Öğrenciler yurt dışı eğitim imkânları konusunda bilgilendirilmektedir.	Erkek	86	13	5	6	33	29	19.213	4	0.001
	Kız	78	3	9	14	41	11			
Öğrenciler araştırma projeleri hazırlama konusunda teşvik edilmektedir.	Erkek	86	7	6	10	35	28	9.527	4	0.049
	Kız	78	1	5	17	39	16			
Fakültemiz, öğrencileri akademik başarıya teşvik etmektedir.	Erkek	86	7	3	13	32	31	10.439	4	0.034
	Kız	78	2	3	10	47	16			
Öğrencilerin kullanacağı sosyal ve sportif tesisler yeterlidir.	Erkek	86	16	18	14	19	19	10.006	4	0.040
	Kız	78	5	16	22	24	11			
Öğrencilere yönelik kültürel ve sanatsal etkinlikler düzenlenmektedir.	Erkek	86	10	18	11	25	22	10.065	4	0.039
	Kız	78	3	11	17	34	13			
Üniversitemizde ilgi alanıma uygun öğrenci toplulukları bulunmaktadır.	Erkek	86	9	10	9	34	24	10.154	4	0.038
	Kız	78	3	5	18	38	14			
Üniversitemizde kampüs düzenli ve temizdir.	Erkek	86	5	8	8	33	32	9.523	4	0.049
	Kız	78	2	3	16	38	19			

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Serbestlik derecesi, \*\*\* Anlamlılık düzeyi p<0.05

Tablo 10. Öğrencilerin öğrenim gördükleri bölüme göre anlamlı ilişki gösteren önermeler

Önermeler	Bölüm	n	1*	2*	3*	4*	5*	X <sup>2</sup>	sd**	p***
Aldığım seçmeli dersler mesleki/bireysel gelişimim için katkı sağlayacak niteliktedir.	OM	140	7	8	17	72	36	16.579	4	0.002
	OEM	24	3	6	4	4	7			
Haftalık ders programı dönem başlamadan önce duyurulmaktadır.	OM	140	4	3	10	74	49	11.451	4	0.022
	OEM	24	0	3	4	7	10			
Kullandığımız öğretim materyalleri eğitim öğretim için yeterlidir.	OM	140	8	13	21	67	31	12.229	4	0.016
	OEM	24	5	3	7	5	4			
Sınav sonuçları zamanında ilan edilmektedir.	OM	140	9	8	20	71	32	10.215	4	0.037
	OEM	24	3	5	3	6	7			
Öğrenciler yurt dışı eğitim imkânları konusunda bilgilendirilmektedir.	OM	140	9	13	18	66	34	12.700	4	0.013
	OEM	24	7	1	2	8	6			
Fakültemizde araştırma olanakları (Laboratuvar vb.) altyapısı yeterlidir.	OM	140	8	9	27	63	33	19.168	4	0.001
	OEM	24	8	1	5	5	5			

\*1: Tamamen katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılmıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

\*\*Serbestlik derecesi, \*\*\* Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği kapsamındaki düzenlemeler, yükseköğretim kurumlarının eğitim-öğretim, araştırma-geliştirme ve yönetim sistemi süreçlerinin iç ve dış değerlendirmeyi zorunlu hale getirmesi ile esasen kurumların belirli bir kalite standardına ulaşmasını sağlamayı hedeflemektedir. Kurumsal dış değerlendirme programı kapsamında, her yıl yükseköğretim kurumları Kurum İç Değerlendirme Raporu (KİDR) hazırlamaktadır. Yükseköğretim kurumları beş yılda en az bir kez Kurumsal Dış Değerlendirme Programına dahil edilmektedir.

Gerek KİDR gerekse kurumsal dış değerlendirme süreçleri ile yükseköğretim kurumlarında kalite güvence sisteminin geliştirilmesinin en önemli parametrelerinden birisi eğitim öğretim sistemidir. Eğitim öğretim sistemi, programların tasarımı ve onayından, öğrenci merkezli öğrenme ve öğrenme kaynaklarına erişilebilirlik düzeyine kadar birçok düzeyi kapsamaktadır (Korkmaz ve Duman, 2019). Eğitim öğretim sisteminde kalite güvence sistemi oluşturmak için üniversitelerde bu konuda en önemli ilgi grubu olan öğrencilerin memnuniyet düzeyleri, önemli kalite göstergeleri arasındadır. Aynı zamanda PUKÖ döngüsünün her aşamasında memnuniyet ölçümünden elde edilen veriler geri bildirim olarak önem arz etmektedir. Özellikle döngünün amaçlar, koşullar ve planlanan faaliyetler doğrultusunda süreçleri ve verilen hizmeti izleme, ölçme ve sonuçları raporlama aşamasını içeren “kontrol et” aşamasında bu belirlemeler daha da önemli hale gelmektedir.

Çalışmada öğrenci memnuniyetleri, altı başlıkta ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda toplam ortalama memnuniyet düzeyi (tüm önermelere verilen yanıtların ortalaması) 3.76 ile iyi olarak değerlendirilebilir. Eğitim öğretimin izlenmesi ve değerlendirilmesi en yüksek memnuniyet ortalamasına, üniversitenin sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerinin ise görece olarak en düşük memnuniyet ortalamasına sahip olduğu belirlenmiştir. Sevim Korkut vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada da orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin %79.6’sının aldıkları eğitimden memnun oldukları belirlenmiştir.

Önermeler arasında ise en yüksek memnuniyet ortalamasına sahip önermeler (Ort>4.0); arazi uygulamalarının mesleki ve bireysel gelişim için katkı sağlayıcı nitelikte olması, ders programlarının zamanında duyurulması, öğrenci-öğretim elemanı iletişiminin güçlü olması, sınavların uygun ortam ve koşullarda gerçekleştiriliyor olması ve akademik gelişimi destekleyecek sayıda bilimsel toplantının yapılıyor olmasıdır. Sınav programlarının dengeli biçimde planlanması, yaz stajı ile bilgilendirme düzeyinin, arazi uygulama gezilerinin, sosyal, kültürel, sanatsal ve sportif tesislerin ve etkinliklerin, kantin hizmetlerinin, verilen psikolojik danışmanlık hizmetlerinin ve üniversite yemekhane hizmetlerinin yeterliliği ile öğrenci topluluklarının etkinliği görece olarak memnuniyet düzeyinin düşük olduğu (Ort<3.50) başlıklar olarak belirlenmiştir.

Dikkati çeken önemli bir nokta arazi uygulama gezileri ile ilgilidir. Korkmaz vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, bu çalışmanın gerçekleştirildiği fakültenin orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin, “arazi uygulamaları”nın yeterli olduğu ve devam etmesi görüşünde olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Daşdemir

ve Atmış (2008) tarafından yapılan çalışmada da Türkiye’deki orman mühendisliği bölümleri arasında arazi uygulamalarının yeterliliği konusunda en iyi durumda olan bölümün, bu çalışmanın yapıldığı fakültenin orman mühendisliği bölümü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada ise öğrenciler tarafından en yüksek düzeyde memnuniyet duyulan konuların başında arazi uygulama gezilerinin müfredatta yer alması bulunurken (Ort 4.31), gerçekleştirilen arazi uygulama gezilerinin yeterliliği ortalama 3.40 ile en düşük memnuniyet önermeleri arasında yer almaktadır. Korkmaz ve Duman (2019) tarafından orman mühendisliği bölümü öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmada da arazi uygulama gezilerinin sayıca artırılmasının memnuniyet düzeyini artıracığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Akyüz vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada da ders uygulamalarının öğrenci memnuniyeti açısından temel beklentiler arasında olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda arazi uygulama gezilerinin sayıca yeterliliği yeniden gözden geçirilerek planlanmalarda dikkate alınması önerilmektedir.

Öğrencilerin öğretim elemanları ile iletişimden yüksek düzeyde memnun olmaları çok olumludur. Korkmaz vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada da öğrenci ve öğretim elemanı arasındaki iletişim ve ilişkilerin güçlü olduğu belirlenmiştir. Bu iki bulgu iletişim açısından memnuniyet düzeyinin süreklilik arz ettiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Öğrencileri ilgilendiren duyuruların (ders programı, sınav programı vb.) zamanında yapılması eğitim öğretim açısından güçlü bir yön olarak değerlendirilebilir. Bu durum takvime bağlı olan bu tür planlamaların zamanında yapıldığının bir göstergesidir.

Fakültede öğrencilerin akademik gelişimlerine katkı sağlayacak ulusal ve uluslararası bilimsel etkinliklerin (konferans, sempozyum, seminer vb.) yeterliliğinin yüksek düzeyde memnuniyet duyulan konular arasında olması önemlidir. Duyulan memnuniyetin yüksek olması, katılım ve ilgiyi arttırmakta olup bu etkinliklerin gelecekte düzenlemeye devam edilmesi bu memnuniyet düzeyini arttıracak niteliktedir.

Eğitim öğretimin süreç ve uygulamalarından memnuniyet kapsamında işletmede mesleki eğitim hakkındaki bilgilendirme düzeyi öğrenciler tarafından çoğunlukla yeterli görülmektedir. Korkmaz ve Duman (2019) da işletmede mesleki eğitim uygulamalarının öğrenciler tarafından beklenen gereksinimler arasında olduğunu ve uygulamanın müfredatta yer almasının memnuniyet düzeyini artıracığını belirlemiştir. 7+1 olarak da isimlendirilen işletmede mesleki eğitim programı kapsamındaki ilk uygulamalar, 2022-2023 yılı güz ve bahar döneminde tamamlanmıştır. Şu an fakültede eğitim gören ve bu çalışmanın evrenini oluşturan tüm öğrenciler, işletmede mesleki eğitim programına dahildir. Bu nedenle bilgilendirme düzeylerinin yeterliliğinin iyi düzeyde olması olumludur. Bu süreçte özellikle işletmede mesleki eğitim programlarının yürütülmesindeki memnuniyetin de ölçümü, programın işleyişinin PUKÖ döngüsü bağlamında değerlendirmesi için önem arz etmektedir.

Üniversite kütüphanesinin basılı kaynaklarının eğitim öğretim için yeterliliği konusunda memnuniyet düzeyi düşüktür. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi 7141 sayılı “Yükseköğretim Kanunu ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” gereğince Mayıs 2018’de Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ)’nden ayrılarak kurulmuş bir üniversite olup yerleşke içerisinde bir kütüphanesi bulunmamaktadır. Ancak öğrenciler aynı yerleşke içerisinde yer alan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgi Merkezinden faydalanabilmektedir. Bu noktada öğrenci farkındalığının düşük olduğu tespiti yapılabilir.

Memnuniyet düzeyinin en düşük olduğu önermeler daha önce de belirtildiği üzere sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerden memnuniyet ile ilgilidir. Özellikle düzenlenen etkinliklerin sayıca yetersizliği öne çıkmaktadır. Ek olarak öğrenci topluluklarının bu etkinliklerin düzenlenmesindeki etkenliği de yeterli görülmemektedir. Daşdemir ve Atmış (2008), Karahan (2013), Akan (2014), Görgeç ve Bingöl (2016)’da da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Aynı durum kantin, yemekhane ve psikolojik danışmanlık hizmetleri açısından da geçerlidir. Bu durumun daha önce ifade edildiği üzere üniversitenin 2018 yılında yeni kurulması ve bazı hizmetleri SDÜ kapsamında alması nedeniyle öğrenci farkındalığının yeterli düzeyde olmamasından kaynaklandığı

düşünülmektedir. Bu açıdan oryantasyon programlarında belirtilen hizmetlerin verildiği kaynaklar ile ilgili olarak detaylı bilgilendirmelerin yapılmasına özen gösterilmesi önerilmektedir.

### Yazar Katkıları

Mehmet KORKMAZ: Çalışmayı planlamış, anket formlarını tasarlamış, analizleri yapmış ve makaleyi yazmıştır.

H. Oğuz ÇOBAN: Anket formlarını tasarlamış ve makaleyi yazmıştır.

Hasan ALKAN: Anket formlarını tasarlamış ve makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Akan, B. (2014). Toplam Kalite Yönetimi Çerçevesinde Öğrenci Memnuniyeti: Namık Kemal Üniversitesi Hayrabolu Meslek Yüksekokulu Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(10), 106-123. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/makusobed/issue/19442/206800>
- Akyüz, K.C., Balaban, Y. Ve Yıldırım, İ. (2013). Orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin gereksinimlerinin Kano modeli yardımıyla sınıflandırılması. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 258-267
- Altındüzgün, H.G.K. ve Coşgun, D.M. (2020). Peyzaj mimarlığı öğretim programlarının kalite ve akreditasyon süreçlerine öğrenci katılımı. *PEYZAJ- Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi – Özel Sayı (2020)*, 1-9. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/peyzaj/issue/58041/668980>
- Chaffee, E.E. ve Sherr L., A. (1992). Transforming Postsecondary Education. *ERIC Digest.*, Erişim tarihi: 07/08/2023. Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=ED350972>
- Daşdemir, İ. ve Atmış, E. (2008). Orman fakültesi orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin orman mühendisliği eğitimini değerlendirmesi. *III. Ulusal Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mart, Ankara, s. 53-75.
- Erol, E. (2019). Politik taktikler ölçeği – üniversite / fakülte versiyonunun geliştirilmesi. *Turkish Studies Educational Sciences*, 14(3), 531-563.
- Fidan, M., Bıyıklı F. ve Özkara, B. (2022). Akademisyenler için akreditasyon ne anlama geliyor? Yükseköğretimde kalite üzerine nitel bir araştırma. *Sosyal Mucit Academic Review*, 3(2), 213-236.
- Görgen, Ö. ve Bingöl, G. (2016). Amasya Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin memnuniyet düzeylerinin incelenmesi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(3), 116-122. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirsbd/issue/38439/452605>
- Güler, M. ve Soyer, B. (2021). Yükseköğretimde yeniden yapılanma: Türk yükseköğretiminde kalite güvencesi sisteminin gelişimi. *Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi*, 1(1), 45-89. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksydergi/issue/64787/990878>
- Isaeva, R., Eisenschmidt, R., Vanarib, K. ve Kumpas-Lenk, K. (2020). Students' views on dialogue: improving student engagement in the quality assurance. *Quality in Higher Education*, 26(1), 80-97. <https://doi.org/10.1080/13538322.2020.1729307>
- Karahan, M. (2013). Yükseköğretim kurumları kalite yeterliliklerinin öğrenci memnuniyeti ve sürdürülebilirlik açısından incelenmesi: İnönü Üniversitesi Malatya MYO uygulaması. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2 (3), 1-9. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duibfd/issue/32249/357889>
- Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenilirlik katsayısı. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), 47-48.
- Korkmaz, M. ve Duman, Y. (2019). Orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin üniversite gereksinimlerinin Kano modeli ile sınıflandırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20 (3), 195-202. <https://doi.org/10.18182/tjf.600691>
- Korkmaz, M., Alkan, H., Akyol, A. ve Tolunay, A. (2008). SDÜ Orman Fakültesi öğrencilerinin fakülte kültürünü algılamaları. *3. Ulusal Ormancılık Kongresi: 150. Yılında Türkiye'de Ormancılık Eğitimi*, 20-22 Mart, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, s. 85-94.
- Nulty, D.D. (2008). The Adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done? *Assesment & Evaluation in Higher Education*, 33(3), 301-314. <https://doi.org/10.1080/02602930701293231>

- Özer, M., Gür, B.S. ve Küçükcan, T. (2011). Kalite güvencesi: Türkiye yükseköğretimi için stratejik tercihler. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, (2), 59-65. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/higheredusci/issue/61475/917966>
- Pelin M., Sert H. ve Yurumez, Y. (2022). Yükseköğretim Kalite Kurulu (YÖKAK): Değerlendirme süreçleri ve deneyim paylaşımı. *Online Türk Sağlık Bilimler Dergisi*, 7(3), 506-510. <https://doi.org/10.26453/otjhs.1142275>
- Sevim Korkut, D., Gedik, T. ve Uzun, O. (2011). Orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin aldıkları eğitim ve mesleki gelecekleri hakkındaki düşünceleri (Düzce Üniversitesi Örneği). *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 7 (1), 46-55.
- Şimşek, H., İslim, Ö.F. ve Öztürk, N. (2019). Yükseköğretimde kalite arayışında bir gösterge olarak öğrenci memnuniyeti: Bir ölçek geliştirme çalışması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9 (3), 380-395. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tred/issue/49145/441397>
- Taş, E. İ., Durgun, S. ve Gözükar, M.A. (2021). Kurum iç değerlendirme raporlarının (KİDR) üniversitelerde kalite yönetim sürecine katkısı: KSÜ kurumsal geri bildirim raporu üzerinden değerlendirme. *Beşerî ve Sosyal Bilimlerden Seçkin Araştırmalar*, (Ed: Mücahit Yıldırım), Duvar Yayınları, Ankara, 7-36.
- Taşcı, D. ve Lapçın, H.T. (2023). Yükseköğretimde kalite güvencesi sistemi: kurumsal akreditasyon raporları üzerinden bir değerlendirme. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 1-16. <https://doi.org/10.17494/ogusbd.1185953>
- Taştan, K. ve Sabır Taştan, N. (2022). Üniversitelerin kalite süreçleri hakkında öneriler. *Turkish Management Review*, 1(1), 78-81. <https://zenodo.org/record/7486605>
- Uludağ, G., Bora, M. ve Çatal, S. (2021). Türk Yükseköğretiminde kalite güvencesi sistemi ve öğrenci katılımının önemi. *Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi*, 1(1), 91-111. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksydergi/issue/64787/990883>
- Yazıcı, S., Ünal, F. ve Çulhaoğlu, Ö. (2023). Kalite süreçlerinde PUKÖ döngüsü: Dış değerlendiricilerin görüşlerine göre Türk üniversitelerinin yeterli düzeyleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 57, 280-305. <https://doi.org/10.9779/pauefd.1008011>
- Yıldırım, K. ve Aslan, A. (2021). Türk yükseköğretiminin öğretimin kalitesinin dış değerlendirme raporlarına göre çoklu bakış açısıyla incelenmesi. *Journal of Qualitative Research in Education*, 25, 106-129. <https://doi.org/10.14689/enad.25.5>
- YÖKAK, 2023a. Yükseköğretim Kalite Kurulu. Erişim tarihi: 03/08/2023. Erişim adresi: <https://yokak.gov.tr/hakkinda/misyon-vizyon>
- YÖKAK, 2023b. Yükseköğretim Kalite Kurulu Değerlendirme Ölçütleri (Sürüm 3.1). Erişim tarihi: 03/08/2023. Erişim adresi: [https://yokak.gov.tr/Common/Docs/KidrKlavuz1.4/YOKAK\\_Degerlendirme\\_Olcutleri\\_3.1.pdf](https://yokak.gov.tr/Common/Docs/KidrKlavuz1.4/YOKAK_Degerlendirme_Olcutleri_3.1.pdf)
- Zeydan, İ. ve Gürbüz, A. (2019). Yükseköğretimde kalite ve öğrenci memnuniyeti. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, 6(5):37-44.

# A Review of Extraction Methods for Obtaining Bioactive Compounds in Plant-Based Raw Materials

Didem VEREP<sup>1\*</sup>, Saim ATEŞ<sup>2</sup>, Eyyüp KARAOĞUL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bingöl University, Genç Vocational School, Forestry Department, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Kastamonu University, Forestry Faculty, Forestry Industry Engineering, Kastamonu, Türkiye

<sup>3</sup>Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering, Şanlıurfa, Türkiye

## Article History

Received: 27.05.2023

Accepted: 05.09.2023

Published: 15.12.2023

## Derleme Makale



**Abstract** - In recent years, the usage of lignocellulosic biomasses in food supplements has become popular. The studies about the development of reliable and short-term methods in the extraction of these active components in lignocellulosic biomasses and the usage of eco-friendly solvents have increased gradually. Traditional extraction methods take a long time and use a large amounts of organic solvents. In addition, the damages of used organic solvents to the environment are high considerably. For this reason, the need for technologies that reduce the extraction time and reduce the use of organic solvents and environmentally friendly "green chemistry" solvents is increasing day by day. In this review, traditional and modern extraction methods were examined and general application areas of these methods were introduced. Traditional extraction methods include maceration, pressing, infusion, digestion, percolation, decoction, reflux, tincture, distillation, and soxhlet methods, and modern extraction methods including pressurized liquid extraction, supercritical fluid extraction, ultrasonic assisted extraction, microwave assisted extraction, pulsed electric field extraction, enzyme assisted extraction methods, and their variation parameters were investigated. It has been seen that modern extraction methods are performed in less amount of sample, lower volume of solvent, lower energy consumption, and shorter extraction times compared to traditional methods. Within the scope of the study, considering all these, it has been determined that modern extraction methods are more applicable to nature-friendly methods than traditional methods.

**Keywords:** Extraction, PLE, SFE, UAE, MAE

# Bitki Bazlı Hammaddelerdeki Biyoaktif Bileşiklerin Elde Edilmesi İçin Ekstraksiyon Yöntemlerinin İncelenmesi

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Bingöl, Türkiye

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

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Şanlıurfa, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 27.05.2023


Kabul: 05.09.2023


Yayın: 15.12.2023


## Review Article

**Öz** - Son yıllarda lignoselülozik biyokütlelerin takviye gıda ürünlerindeki kullanımı popüler hale gelmiştir. Lignoselülozik biyokütlelerdeki bu etkin bileşenlerin ekstraksiyonunda güvenilir ve kısa süreli yöntemlerin geliştirilmesi ve doğa dostu çözücülerin kullanılması yönünde yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinin süreleri oldukça uzun olmakta ve çok miktarda organik çözücü kullanılmaktadır. Ayrıca kullanılan organik çözücülerin çevreye olan zararı da oldukça fazladır. Bu sebepten ekstraksiyon süresini düşüren, organik çözücü ve doğa dostu "yeşil kimya" çözücülerin kullanım miktarını azaltan teknolojilere ihtiyaç günden güne artmaktadır. Bu derleme çalışmasında, geleneksel ve modern ekstraksiyon yöntemleri incelenmiş ve bu yöntemlerin genel uygulama alanları ortaya konulmuştur. Maserasyon, presleme, infüzyon, çürütme, süzülme, kaynatma, reflüks, tentür, distilasyon ve sokslet metodlarının olduğu geleneksel ekstraksiyon yöntemleri ile basınçlı sıvı ekstraksiyon, süperkritik sıvı ekstraksiyon, ultrasonik destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, darbeli elektrik alan ekstraksiyonu, enzim destekli ekstraksiyon metodlarının yer aldığı modern ekstraksiyon yöntemlerinin çeşitleri ve değişkenlik gösteren parametreleri araştırılmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde modern ekstraksiyon yöntemlerinin geleneksel yöntemlere nazaran, daha az miktarda örnek, daha düşük hacimde çözücü, daha düşük enerji sarfiyatı ve daha kısa ekstraksiyon sürelerinde gerçekleştirildiği görülmüştür. Çalışma kapsamında, tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda modern ekstraksiyon yöntemlerinin geleneksel yöntemlere göre daha uygulanabilir doğa dostu yöntemler olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekstraksiyon, PLE, SFE, UAE, MAE

<sup>1</sup>  dverep@bingol.edu.tr

<sup>2</sup>  saimates@kastamonu.edu.tr

<sup>3</sup>  eyyupkaraogul@gmail.com

\* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Didem Verrep

## **1. Introduction**

There are many herbal medicines used in public health from past to present. In general, about 80% of the world's population relies on the therapeutic effect of herbs (Daud et al., 2022; Kant and Kumar, 2022).

Considering the plant diversity we have and the existence of more detectable plants, studies on plant contents have been increased continuously. In addition, technological developments continue in the development of methods in order to carry out the works in a nature-friendly and high efficiency (Dönmez et al., 2016; Mousavi et al., 2022).

Lignocellulosic biomass is the residues of industrial woods and many plant species. Pine species, which have an important place as forest cutting residues, are extracted from widely used industrial woods such as oak, beech, and alder. Forest felling residues, also known as foliage, are bark, leaves, needles, flowers, cones, fruits, shoots and all twigs up to 0.6 cm in length (Vurdu, 1989; Alma et al., 2002). As herbaceous plants, endemic species found in the regions are known as plants that have been used for therapeutic purposes in public health from the past to the present. In studies with these plants, parts of the plants such as roots, stems, leaves, flowers and seeds are widely used (Dönmez et al., 2016).

Free radicals are reactive oxygen formed in the anatomical processes of the human body. Increases in reactive oxygen can cause many negative consequences in living things. Among the diseases that can be given as examples are cancer and diabetes, which have become very common. The most important effect of the recent increase in such diseases is the use of artificial antioxidants and synthetic drugs by moving away from natural (Borneo et al., 2009). In order to get rid of the negative effects of synthetic drugs and harmful chemical-containing foods, natural product orientation has increased considerably. It has been our primary effort to make use of our forest lands, which is the biggest heritage we have, in order to meet the consumption of natural products (Avan, 2021). Not only wood raw materials, but also many non-wood products and derivatives can be obtained from forest lands. The wood raw material wastes it obtain from forests and the bark, root, stem, shoot, leaf, fruit, etc. of herbaceous plant parts can be used. Studies on the determination of the components in the extracts obtained from different parts of herbaceous and woody plants show that these plants are very rich in phenolic compounds (Yusoff et al., 2022). However, the ratios of phenolic compounds in plants may vary according to the parts of the plants used. Apart from these, there are many determinant parameters such as the production of phenolics in the plant, genetic properties, extraction methods, and environmental conditions (Şahin, 2019; Agregan et al., 2021).

Apart from phenolic compounds, terpenes and alkaloids in plants are also important components. Terpenes, which are usually found free in plant tissues, are one of the largest classes of natural products. Apart from its free state, it is sometimes combined with proteins, sometimes as glycosides or esters of organic acids. These compounds are important for their odour. Alkaloids in the content of medicinal plants used in the treatment of diseases from past to present have an important place. Alkaloids are active, nitrogen-containing basic compounds. Alkaloids have the ability to be used as insecticides for defence against insects (Tring et al., 2021).

The main aim of this review; extraction methods, used for determining the active chemical compounds known as second metabolites of the plant materials, have been searched and discussed. In addition to performing the extraction process, which is the first and most important step in research, with the highest efficiency, its suitability in terms of issues that are gaining more and more importance day by day has been taken into consideration. Also, traditional and modern extraction technics have been compared and advantages and disadvantages have been stated.

## 2. Extraction

All of the process steps, which constitute the most important stage of such studies, and which ensure the separation of bioactive components from the inert and inactive parts of plant tissues, are called extraction.

Several steps are required to obtain bioactive components. First, the solvent is combined with the ground solid and the solvent enters the matrix of the sample. Finally, the dissolved substances pass into the solvent. When all these stages are examined, every element that accelerates the transport and solubility of the mass increases the quality of the extraction (Oprescu et al., 2022). Extracts from plants; it is expressed as the active ingredient obtained by applying according to an extraction method from various parts of herbaceous and woody plants such as leaves, flowers, roots, stems, seeds, fruits or bark, or as the sum of these components (Radosevic et al., 2015).

The most important step is to evaluate the extraction method of the samples in order to obtain qualitative and quantitative results in scientific studies. Since extraction is the first stage of scientific study, it has a significant impact on the final result of the study. As a result of choosing the most suitable one among the extraction methods, it will be easier to obtain the best data. Over time, very different methods have been developed for the extraction of the desired components in foods (Fu et al., 2021). Extracts of flavonoid and phenolic compounds found in herbaceous and woody plants can be obtained by using different extraction methods. In choosing the most suitable method among the different extraction methods, many features such as the chemical structure of the plant we will study, the variability of the component amounts, the heterogeneity of the matrices, and the polarities of the components are taken into consideration (Azmir et al., 2013).

In order to carry out a good extraction process, it is necessary to choose a cheaper, easier, faster, and environmentally friendly method and to obtain the desired bioactive components with higher efficiency. For this reason, there have been developments in methods such as solvent selection and sample preparation, which are in parallel with the developing technology (Pawliszyn, 2003). Some modern extraction methods such as pressurized liquid extraction, supercritical fluids, ultrasonic assisted extraction, and microwave assisted extraction have advantages in obtaining bioactive compounds from samples. Important parameters affecting the efficiency of the extraction process; temperature, time, solvent type, pH, particle size, and solid-liquid ratio. There are two different extraction method titles, classical (traditional) and modern methods (Calinescu et al., 2021).

### 2.1. Traditional Extraction Methods

#### 2.1.1. Maceration

In the maceration method, a simple extraction method, the herbaceous or woody plant sample is cut into small pieces and then taken into a container with the solvent. The prepared mixture can be kept at room temperature or in an incubator depending on the desired time and temperature. After the specified time has elapsed, the extraction process is completed by applying the filtration process. In order to obtain more effective results in the maceration process, agitating the container with the mixture will allow the solvent to penetrate the sample better (Zhang et al., 2018). In other words, the maceration process takes place in 3 stages (Çopuroglu, 2013);

- The sample and solvent are mixed and stored for a certain period of time, usually at room temperature.
- Afterwards, the liquid is filtered from the mixture.
- The final stage is filtered into a clearer liquid (Figure 1).



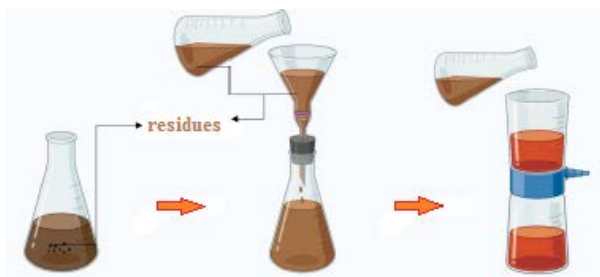


Figure 1. Maceration (Kumar et al., 2023)

Different phytochemicals such as polyphenols, flavonoids, alkaloids, tannins, coumarins, terpenoids, poly-peptides, glycosides, steroids, quinones and saponins can be obtained by maceration (Sasikala and Sundaraganapathy, 2017). Bioactive components that can be obtained from plants by maceration method may vary depending on the solvent used. Glycosides, alkaloids, glycosides and carbohydrates can be obtained by ethanol solvent extraction; terpenoids, alkaloids, glycosides and carbohydrates can be obtained by water solvent extraction; phenolic compounds, flavonoids, tannins, glycosides and amino acids can be obtained by methanol extraction (Abegunde and Ayodele-Oduola, 2015).

As with other extraction methods, the maceration method has both positive and negative aspects. Being an easily applicable method is one of the positive aspects of the simple experimental design. However, long extraction times and low productivity are disadvantageous. In addition, the maceration method can generally be applied to samples with heat-resistant components (Handa et al., 2008).

### 2.1.2. Pressing

The pressing method is based on the technique of filtering a solid or liquid substance by applying pressure to the liquid. There are two techniques, cold pressing, and hot pressing. In the distillation method used in the process of obtaining essential oil from herbaceous and woody plants, one of the reasons for preference is to obtain essential oil by cold pressing, since the temperature damages the volatile components (İmer and Taşan, 2018).

In cold press method, the sample is not treated with any chemicals and is not exposed to heat. In order to obtain oil from oil seeds in industrial establishments, the cold press method is completed in 4 stages. These; pre-cleaning, drying, grinding and, as the last step, pressing (Campbell et al., 2016).

In the simple pressing technique, sometimes the filtered plant material is placed in cloth bags and compressed with the help of hydraulic presses that will apply mechanical pressure to be applied on it, and oil extraction is carried out in this way. Sometimes it is carried out in the form of obtaining oil by means of a mechanical mechanism, by means of the pressure exerted on the plant sample by rotating the piston, which will help to apply pressure in the closed cabin (Figure 2).



Figure 2. Cold press process (Geramitcioski et al., 2018)

One of the most important advantages of the cold press method is that it requires low energy and does not use solvents. Polyphenols, which are the most important components in essential oils, are not damaged, as there is no solvent usage and operation at high temperatures as in other extraction methods. Phenolic compounds are of great importance because they cause high antioxidant activity in plants and prevent oxidative degradation caused by free radicals. For this reason, the cold press method, which provides the opportunity to obtain oil with high content of phenolic components, has also been preferred (Maier et al., 2009). In hot pressing, cold pressing can be preferred since the structural decomposition of the polyphenols in the sample will cause undesirable changes in the color, smell, and taste of the oil, since a heat treatment will take place in the mechanical process. However, the efficiency of oils obtained by cold pressing method is lower than other extraction methods. This disadvantage can cause difficulties in the production capacity of the product in its use in the industry (Karabaş, 2013).

### 2.1.3. Infusion

The infusion extraction method is another traditional method similar to maceration. In the infusion method, the solvent is applied hot or cold. The plant sample to be extracted is ground into powder. The powdered plant sample is placed in a clean container and hot or cold extraction solvent is added (Figure 3). Depending on the intended use of the extract, the ratio of plant sample and solvent is usually 1:4 or 1:16. The plant mixed with the solvent is left for a short time. This method is favored in plant samples where easily soluble bioactive components are present. It is a widely used traditional method of preparing the extract practically even before use (Ergen et al., 2018; Abubakar and Haque, 2020).



Figure 3. Infusion method (Belwal et al., 2018)

### 2.1.4. Digestion

Digestion is also a traditional method similar to the maceration method in which heat in the range of 40-60 °C is applied during the extraction process. Since the temperature in the specified range is not objectionable, it is preferred. The principle of the method is to add powdered plant material to the extraction solvent taken in a clean container. The mixture is then placed in an oven or water bath at around 50 °C. Temperature is used to reduce the viscosity of the solvent and for easier separation of secondary metabolites from the plant sample. During the extraction process, the mixture can be stirred by hand agitation, mechanical or magnetic stirrers. After 8-12 hours, the mixture is filtered and the extract is separated from the solvent. In order to obtain a fully efficient extract from the plant sample, the filtration process is completed by adding fresh solvent (Rasul, 2018; Hussain et al., 2019; Jha and Sit, 2022).

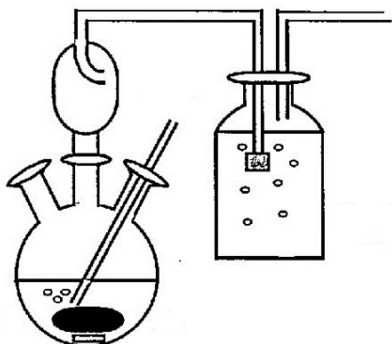


Figure 4. Digestion apparatus (Ashton et al., 1999)

### 2.1.5. Percolation

It is one of the most commonly used traditional methods for obtaining active ingredients in the preparation of liquid extracts. In the percolation process, a glass material in the form of a narrow cone open at both ends, known as a percolator, is used. Dried plant sample; ground and pulverized. Then, the plant material is moistened for 4 hours by mixing with the extraction solvent in a clean container. At the end of 4 hours, the mixture is transferred to a sealed percolator and kept at room temperature for 24 hours (Figure 5) (Majekodunmi, 2015).

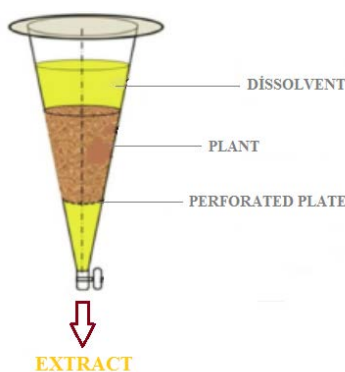


Figure 5. Percolation apparatus (Alara et al., 2021)

The mixture is fully saturated by adding solvent and the bottom of the percolator is opened to allow the liquid to drip slowly. Gravity is utilized to leach the solvent from the mixture by adding some solvent until a high percentage of extract remains. The extract is then separated by filtration method (Belokurov et al., 2019; Zhang et al., 2018).

### 2.1.6. Decoction

It is based on the procedure of boiling the plant sample in a certain volume of water. The plant sample to be extracted is powdered after drying and grinding. The powdered plant sample is boiled in a certain volume of water for 15-20 minutes. Depending on the intended use of the extract, the ratio of plant sample and solvent is usually 1:4 or 1:16. Heat is applied during the extraction period for the process to be fast and extraction to take place. With the applied heat, there is a decrease in the solvent volume due to evaporation during the extraction process. After the boiling process is completed, the mixture is cooled and then filtered (Chemat et al., 2017; Ingle et al., 2017; Hussain et al., 2019).



Figure 6. Decoction extraction techniques (Kumar et al., 2023)

In a study, phenolic compounds and antioxidant activities of *Teucrium polium* plant extracts obtained by decoction and infusion methods were investigated. The components of luteolin-7-O-glycoside, luteolin-5-O-glycoside, fumaric acid, and pelargonin in the extracts obtained by decoction method were determined as 1167.0; 835.2; 2060.1; 829.9 mg/kg dry plant, respectively. The components of luteolin-7-O-glycoside, luteolin-5-O-glycoside, fumaric acid, and pelargonin in the extracts obtained by infusion method were determined as 431.1, 278.4, 1456.2, 312.5mg/kg dry plant, respectively. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging,  $\beta$ -carotene linoleic acid assays and cupric ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ion reducing power assay (CUPRAC) analyses were performed. The antioxidant activities of the extracts obtained by decoction and infusion methods were high (Özer et al., 2018).

Zhang et al. analyzed the hydrolysis of flavonoid glycosides in the extract of Danggui Buxue Tang (DBT) herbal mixture obtained by decoction method. They found that two flavonoid glycosides, ononin and calycosin-7-O- $\beta$ -d-glucoside, could be obtained by decoction extraction (Zhang et al., 2014).

### 2.1.7. Reflux

The reflux method is a solid-liquid extraction method similar to the soxhlet apparatus. It is a process in which the plant sample is repeated at a constant temperature with a boiling solvent for a certain period of time without loss of solvent. The plant sample and solvent are placed in a glass flask and a condenser is placed on the glass flask (Figure 7). This device vaporizes the solvent and then condenses it. Reflux extraction is widely used in the plant industry because it is practical, efficient, and cost-effective (Zhang et al., 2018; Chu et al., 2016).

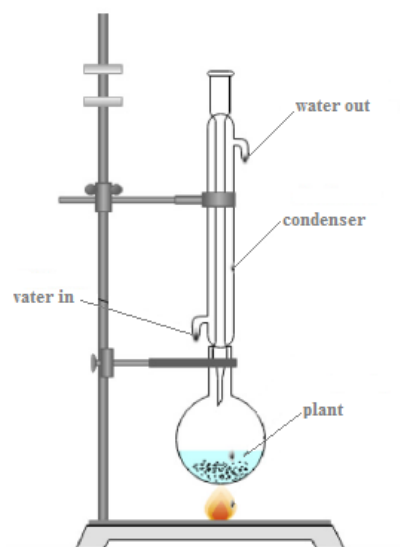


Figure 7. Reflux extraction techniques (Abd Aziz et al., 2021)

In their study, Kongkiatpaiboon and Gritsanapan extracted the root of *Stemona collinsiae* by soxhlet, maceration, reflux, ultrasonic and percolation methods. Didehydrostemofolin, a bio-insecticidal component, was found in the extracts obtained from *S. collinsiae* root. It was determined that the highest didehydrostemofolin

content in extracts obtained with 70% ethanol was obtained from reflux and ultrasonic methods. However, the reflux is simple, cheap, and more suitable for upgrading to industrial processes. Therefore, it should be recommended for the extraction of high-quality extracts from the roots of *S. collinsiae* (Kongkiatpaiboon and Gritsanapan, 2013).

### 2.1.8. Tincture

It is an extraction method by treating one or more plant samples with alcohol. In this method, the fresh plant sample is generally mixed with ethyl alcohol in a certain ratio. The extract mixed with alcohol (tincture) can be kept at room temperature without deterioration due to the alcohol content (Rasul, 2018).

Tinctures, which are liquid alcoholic extracts from dry plant or animal drugs, are manufactured by a method similar to that used in the production of resinoids. Drugs used for some extracts are subjected to pre-treatments such as grinding, enzyme inactivation or degreasing. It is obtained by maceration, percolation or any other suitable method using alcohol in appropriate concentration. The alcohol content in the tincture produced is kept in the range of 20-60% by the manufacturers. In some tinctures, this ratio reaches 95% (Öztekin and Soysal, 1998).

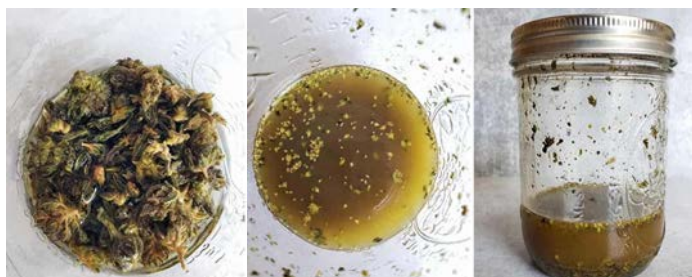


Figure 8. Tincture extraction techniques (Homestead and chill, n.d.)

### 2.1.9. Distillation

Working principle of the distillation method; It is based on the process of separating two or more liquid components using the difference of their boiling points or volatility (Figure 9). By heating the mixture consisting of substances with different boiling points to their boiling points, the substance with a low boiling point is primarily vaporized (Kaya and Ergönül, 2015). Afterward, the vaporous substance is condensed by the cooling unit of the distillation apparatus. It is easier to separate substances with large differences in volatility levels. The main purpose of this method; is to remove a volatile liquid or liquids of different volatility levels from a non-volatile substance (Cellat, 2011; Elguea-Culebras et al., 2022).

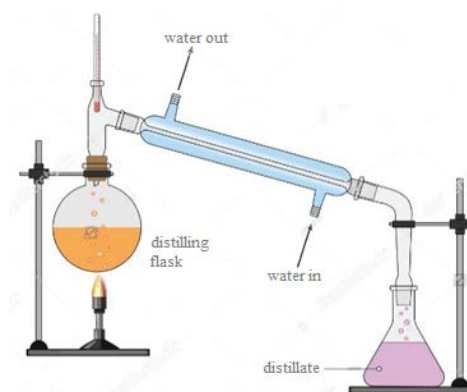


Figure 9. Simple distillation setup (Gavahian and Farahnaky, 2018)

#### 2.1.9.1. Water distillation

It is one of the most widely used traditional methods for obtaining volatile compounds. It can be applied to dry or fresh plant samples that do not deteriorate when they reach the boiling point. In general, it shows high

efficiency in small-size or powdered plant samples (Gavahian and Farahnaky, 2018). In this method, plant specimens in direct contact with water in a glass balloon are boiled for 2-8 hours with the help of a heater. With the realization of the boiling process, the oil molecules in the sample come with the evaporated water and then the condensed molecules are separated from the water thanks to the cooling unit of the mechanism (Akdağ and Öztürk, 2019). Small-scale studies in the laboratory can be performed with the Clevenger apparatus in Figure 10. However, in enterprises with industrial production, distillation boilers are used to operate in large volumes (Elguea-Culebras et al., 2022).

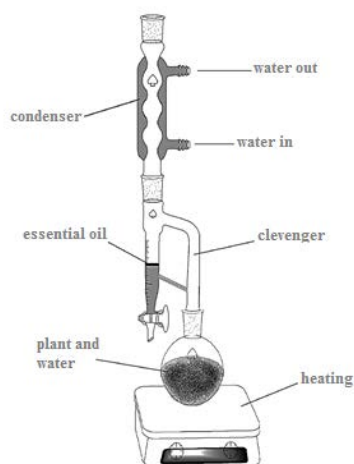


Figure 10. Water distillation device Clevenger (Elguea-Culebras et al., 2022)

The efficiency of essential oils obtained by water distillation method is high. Compared to other distillation methods, the colors of the oils obtained by the water distillation method are darker and their odors are more effective. The need for a large number of plant samples and solvents to obtain essential oil is among the negative features of the method. Although high-efficiency oil is obtained by water distillation, the negative effect of the method is that the long-term boiling at high temperatures causes the decomposition of the volatile components desired to be extracted from the plant sample (Kant and Kumar, 2022; Gavahian and Farahnaky, 2018).

### 2.1.9.2. Steam distillation

The steam distillation method is one of the traditional methods widely used to obtain oil from medicinal and aromatic plants. Thanks to this method, approximately 93% of the amount of essential oil in plants can be obtained. In steam distillation, the plant from which the essential oil is to be obtained should be selected from plants that have completed their development (Radwan et al., 2020; Antosz et al., 2022).

The steam distillation method is an easy method with a simple system compared to other methods. Another advantage is; is the use of water vapor instead of solvents polluting the environment in steam distillation. In this way, it has been preferred as an environmentally friendly method. Apart from its advantages, there are also situations that cause negative effects on studies and production. The biggest disadvantage; Although the amount of all sources used for steam distillation is high, essential oil is obtained in low yields. In addition, the fact that the distillation process takes place for a very long time can cause both losses of time and deterioration in the structure of the components desired to be obtained from the plant (Machado et al., 2022; Kant and Kumar, 2022).

In steam distillation, steam is produced by the steam generator in a separate place from the distillation boiler. The steam produced passes through the plant placed in the distillation boiler thanks to the mechanism (Xavier et al., 2011). The steam distillation mechanism works according to the distillation principle. Distillation is used to purify liquids at different boiling points and to separate their components. According to the working principle, the liquid mixture is heated until it turns into steam in order to separate and condense the desired

components (Kaya and Ergönül, 2015).

There are two liquids in the steam distillation apparatus, immiscible water, and essential oil. The boiling point of the liquid mixture is the temperature at which the vapor pressure is equal to the total atmospheric pressure, according to Dalton's law of partial pressure. A temperature lower than the boiling point of the most volatile component will occur (Guntero et al., 2017).

Figure 11 shows the steam distillation setup. The steam produced comes into contact with the plant. In the closed container, water and essential oil are dragged under pressure and transmitted to the condenser, and condensed there. The water and essential oil mixture accumulated in the collection container as a result of condensation is separated due to the density difference (Cellat, 2011; Kant and Kumar, 2022).

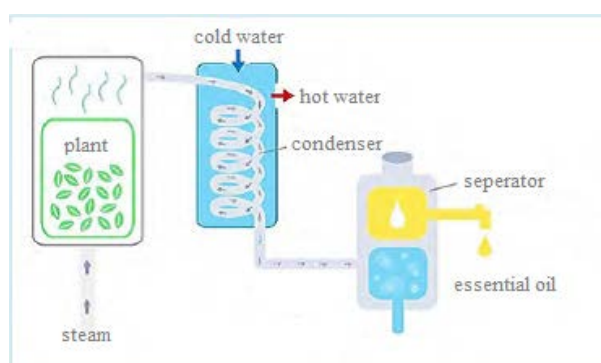


Figure 11. Steam distillation setup (Boukhatem, 2020)

When essential oil production is evaluated in industrial terms, it is a problem to obtain products with lower efficiency compared to laboratory studies. For this reason, industrial organizations have developed modified methods that can eliminate the deficiencies of steam distillation in order to eliminate the negative effects (Hasinah Johari et al., 2020).

Memarzadeh et al. (2020) obtained the essential oils from the Bakhtiari savory plant by using water distillation and microwave-assisted steam distillation methods. In the study, two different distillation methods were compared. As a result, they determined that microwave-assisted steam distillation produces better quality oil with less energy and wastewater in a shorter time than water distillation.

#### 2.1.10. Soxhlet extraction

The Soxhlet extraction is carried out in a special device. Soxhlet extraction apparatus; Soxhlet extractor consists of the glass balloon in which the solvent is placed, the cooling system (condenser), the part that provides the flow back to the glass balloon after meeting with the sample. In Soxhlet extraction, the plants are treated above the boiling point of the solvent used for a certain period of time. During the extraction process, when the solvent and the plant are together at the temperature for a very long time, the structure of the active components in the plant content may also deteriorate. Compared to modern extraction methods, Soxhlet extraction is not an advantageous method because it uses a large amount of solvent and takes a long time. After the extraction process of the solvent used in excess is completed, the solvent is separated from the obtained solution with the evaporator. Since the solvent recovered in this way is not pure, it is not healthy to use it in the re-extraction method (de Castro and Priego-Capote, 2010; Zhang et al., 2018).

In Soxhlet extraction, applications take place between 6 and 24 hours. Pure organic solvents in the range of 100 to 500 ml can be used as solvents in the extraction. The solid material to be extracted is placed in the Soxhlet extractor with the help of paper crucibles. The solvent is placed in the solvent bottle and the bottle is placed in the heating system that will contact the heat (Figure 12). Thanks to the heating system, the solvent is treated at a temperature above its boiling point. The solvent, which is heated and evaporates after passing the boiling point, passes to the condenser where condensation will take place, where the gas condenses into

liquid form with the effect of the cooling system and drips onto the solid material. In the continuation of this process, as the level of the solvent that meets the solid matter in the Soxhlet extractor rises, it reaches the top of the siphon, and then the extractor is completely emptied with the help of the siphon and the solvent is filled back into the solvent bottle. In this way, a change in color is observed due to the constant meeting of the circulating solvent with the solid material during the extraction. However, with the effect of the temperature determined according to the boiling point of the solvent each time, only the solvent will evaporate and then condense and the solid material and the clean solvent will meet (Oluwaseun et al., 2018; George et al., 2019).

Kaya and Ergönül, (2015) used the soxhlet extraction method and the pressurized liquid extraction method in a study they conducted with citrus peels. As a result of the studies, they obtained high-efficiency products with low energy use in a short time with the pressurized liquid extraction method.

Samaram et al. (2013) used soxhlet extraction and ultrasound assisted extraction methods to obtain essential oils from the seeds of the melon fruit plant. When they compared the methods as a result of the studies, ultrasonic assisted extraction; it has been determined that it is more advantageous to be short in terms of time, to be effective in terms of physicochemical properties, and to provide high efficiency.

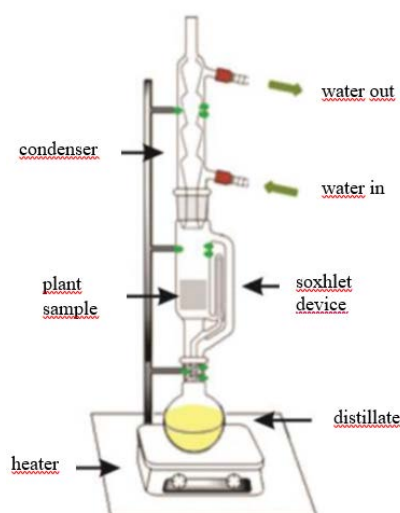


Figure 12. Soxhlet assembly (Guntero et al., 2017)

## 2.2. Modern Extraction Methods

Encountered in classical extraction methods; Extraction techniques need to be developed in order to eliminate the negative effects such as high energy consumption, high cost, long extraction time, need for large amounts of solvent, the necessity of evaporation of the solvent, and decrease in efficiency as a result of the degradation of temperature-sensitive components (Büyüktuncel, 2012).

Today, the features sought in modern extraction methods developed to eliminate the disadvantages of classical extraction methods are; shortening extraction times, less solvent need, using environmentally friendly solvents, preventing energy consumption, reducing costs, preventing pollution, using renewable samples, and obtaining high-efficiency bioactive components from samples (Wen et al., 2018).

### 2.2.1. Pressurized liquid extraction (PLE)

The method, which Richter et al. found in 1996, is now referred to in the literature as high-pressure solvent extraction, accelerated solvent extraction or advanced solvent extraction. It has equipment that allows high temperatures to be used for traditional solvents and to extract the prepared sample in a high-pressure envi-



ronment without leaking. By creating high pressure, it is ensured that the solvent remains liquid even at very high temperatures (Richter et al., 1996).

The pressurized liquid extraction method has been developed to eliminate the disadvantages of traditional extraction methods. Compared to conventional extraction methods, its advantages are that it is suitable for automation, short extraction time, less solvent requirement in the range of about 10-40 ml and different solvents can be preferred. It is aimed to extract the targeted analyte from semi-solid and solid matrices by keeping the solvent below the critical period thanks to the high pressure and temperature used in the pressurized liquid extraction method (Kaufmann and Christen, 2002).

The sample is loaded into the extraction chamber made of stainless steel and the solvent is pumped into the extraction chamber (Figure 13). Static transfer of the analyte from the matrix to the solvent takes place by adjusting the determined temperature and pressure values and keeping the values constant during the determined extraction time of the sample. After the extraction time is over, the pressure is released. Afterward, the obtained extract comes to the collection chamber of the device, and the chamber is washed with a clean solvent in order to take the remaining extracts into the pressure chamber where the extraction takes place (Mustafa and Turner, 2011).

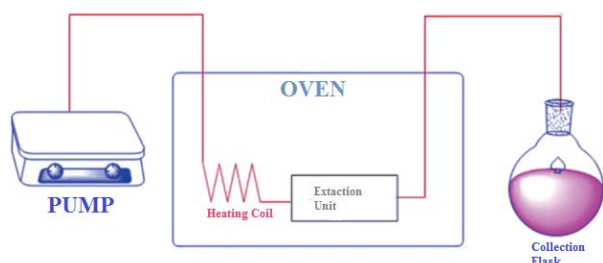


Figure 13. Pressurized liquid extraction system (Alara et al., 2021)

### 2.2.2. Supercritical fluid extraction (SFE)

A supercritical fluid is a substance, mixture, or element that can be applied at levels above its critical temperature and pressure used during extraction. Supercritical fluids are between gaseous and liquid states. The increase in temperature or pressure of supercritical fluids in a single phase does not turn into liquid or steam (Zougagh et al., 2004).

Supercritical fluids have low viscosity like gas, zero surface tension, high density like liquid and dissolving power in terms of their properties. Having these properties of gas and liquid provides high diffusion for analytes to which supercritical fluid is applied. It is easier to penetrate solid porous materials due to its low viscosity and high diffusion coefficients. For this reason, the fact that the spreading power and dissolving ability are higher than the liquid causes faster reaction formations (Başer, 2010).

Since supercritical fluids are compressible compared to normal fluids, their densities can be varied in wide ranges. The higher density of the supercritical fluid makes it capable of dissolving. In this regard, temperature and pressure adjustments are made so that density and other properties can be adjusted and changed as desired. Supercritical fluids can be preferred for matrices in different samples because they provide an enormous extraction environment. In addition, the possibility of changing the temperature and pressure for the dissolving power makes this method more preferable than the classical extraction methods (Büyüktuncel, 2012; Kant and Kumar, 2022).

In the supercritical fluid extraction system, there is a pressure cell in which the sample is contained, a pressure maintenance device for controlling the pressure in the system, a pump for CO<sub>2</sub> injection and a collection container (Figure 14) (Hussain et al., 2019).

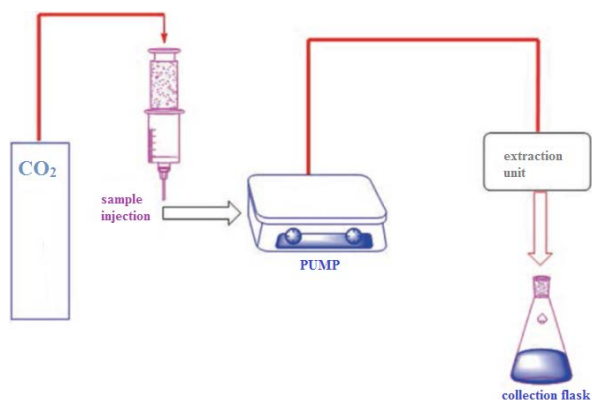


Figure 14. Supercritical fluid extraction system (Hussain et al., 2019)

Formation of supercritical fluid; It is carried out with an equipment where pressure, temperature and flow rate can be controlled. The device, which can operate in dynamic, static or static/dynamic modes, is generally operated in dynamic mode extraction. The extract obtained after the extraction process accumulates in the trap unit of the device or in the specified solvent. In the system, which needs solvent in the range of 10 to 20 ml, the extraction takes place in the range of 20-60 minutes. Compared to traditional extraction methods, it can be carried out in a short time and with less solvent. Compared to soxhlet extraction, higher efficiency results were obtained in terms of extraction time and solvent usage (Eisenmenger and Dunford, 2008).

Supercritical fluid extraction is used in food analysis, pharmaceutical polymer, and environmental fields. It has a wide range of uses in the crude vegetable oils industry. In oil production, refining should be carried out before consumption in order to remove unwanted compounds in it (de Azevedo et al., 2008).

### 2.2.3. Ultrasonic assisted extraction (UAE)

It is also called sound waves-assisted liquid extraction. In the ultrasonic assisted extraction method, the extraction process is carried out by spreading the sound waves to the environment with the help of devices that produce ultrasonic sound. These devices generally operate with frequencies in the range of 20-50 kHz. The sound waves created in the basic working principle of the ultrasonic extraction process cause the mechanical deformation of the cell wall in the sample and thus the material to pass into the sample (Figure 15). This method is preferred over traditional methods in order to ensure that the active components in the cell come into contact with the solvent and pass into the solvent easily (Avşar et al., 2014; Daud et al., 2022).

In ultrasonic assisted extraction studies in foods, two different types of ultrasound are used, namely high and low energy. High-energy ultrasonic applications are preferred for the termination of microbial and enzymatic activity in foods. Low-energy ultrasonic application is preferred in determining the physicochemical properties such as composition, hardness, and maturity of the food. Because a small amount of energy output will not cause chemical and physical degradation in the material affected by the wave (Ercan and Soysal, 2011; Dedebaş et al., 2021).

Ultrasonic assisted extraction is a method that uses solvents in the range of 20 to 200 ml and takes 2-20 minutes. The ultrasonically assisted extraction system can be a stable or an active system. In the active extraction method, it is advantageous because the active ingredients in the sample are removed as soon as they pass into the solvent. Another benefit of dynamic extraction is that the sample is constantly exposed to fresh solvent. The transition from the sample matrix to the solvent, which is constantly treated with fresh solvent, is greater (Tadeo et al., 2010; Yusoff et al., 2022).

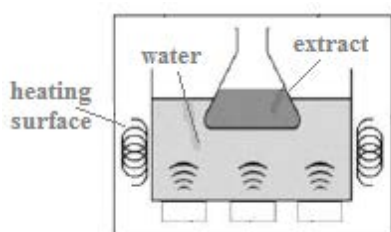


Figure 15. Ultrasonic assisted extraction system (Samaram et al., 2013)

Ultrasonic assisted extraction method is used to improve food quality, minimize nutrient loss in food and partially preserve vitamins. Sound waves can be used in extraction, emulsion, crystallization, drying, fermentation, accelerating oxidation in the food industry, filtering and degassing in frozen foods, and inhibition of enzyme activity (Chemat et al., 2011).

#### 2.2.4. Microwave assisted extraction (MAE)

Microwaves are devices that can generate electromagnetic waves in the range of 300 to 300 000 MHz.

The basic element in the heating process in the microwave assisted extraction method is to ensure that the microwave has a direct effect on the molecules by means of ion transport (Büyüktuncel, 2012).

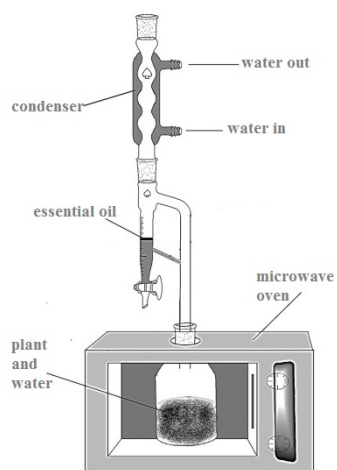


Figure 16. Microwave assisted extraction (Elguea-Culebras et al., 2022)

In many studies using the extraction method, ion transport and dipole rotations take place. The situation expressed as ion transport is the electrophoretic migration of ions under the effect of the magnetic field. Again, the realignment of the dipoles in the magnetic field is called dipole rotation. The resistance of the mixture formed by the sample and the solvent in the extractor to ion transport causes it to heat up (Kumar et al., 2016; Rodrigues et al., 2020).

Processes such as thawing frozen foods, cooking foods, heating, drying, pasteurization and extraction can be carried out with microwave devices. In the microwave assisted extraction system, microwave processing is carried out with the help of solvent in order to obtain the target components in the plant samples (Yılmaz et al., 2018).

In the microwave assisted solvent extraction method, there are two types of systems: the closed vessel model with controllable temperature and pressure, and the open vessel model at atmospheric pressure. While the temperature setting in the open vessel system is determined by the boiling point of the solvent, the pressure and temperature applied in the closed vessels can be increased as desired. While the cells are irradiated separately with the open cup method, all the cells are irradiated at the same time in the studies carried out in closed containers (Bouras et al., 2015).

When the studies on open and closed systems are evaluated, it is thought that the open vessel system gives better results than the closed vessel system in the extraction processes of essential oil. However, in some cases, the closed system has a disadvantage compared to the open system (Figure 16). In closed systems, after the extraction process is completed, cooling must occur in order to open the container. This cooling phase also causes the time to be extended by about 20 minutes (Saim et al., 1997; Famiyeh et al., 2021).

Microwave extraction can also be used for liquid samples, but it provides more efficient work for solid samples. Generally, 20 to 50 ml of solvent are needed to carry out the extraction process. The extraction time is around 20 minutes on average. It is highly preferred over traditional methods because of the high-efficiency extraction in a short time using a small amount of solvent (Tokkan et al., 2012).

Spigno ve Favari (2009), the phenolic compounds in black tea were extracted using microwave assisted extraction and the brewing method, which is one of the traditional methods. In the microwave assisted extraction method, which lasted for 210 seconds, 43% higher phenolic content was obtained compared to the brewing method.

Alara et al. (2018) conducted a study in which they used microwave assisted extraction and soxhlet extraction to determine the total phenolic content of *V. amygdalina* leaf. Microwave assisted extraction (MDE) method, which lasted for 10 minutes, obtained a higher yield and more phenolic substances than the soxhlet extraction, which took 480 minutes.

### 2.2.5. Pulsed electric field (PEF) Extraction

In the extraction processes in the food industry, new technological methods that do not use heat instead of heat treatment have started to gain importance. One example is pulsed electric field extraction. Pulsed electric field extraction increases mass transfer by destroying the plant matrix. In this way, extraction time decreased and efficiency increased. The PEF study procedure depends on several parameters. These parameters are pulse number, process temperature, extraction efficiency, field strength and energy input. Since there is no heat treatment in PEF extraction, the degradation rate of compounds in plants that are not resistant to heat is reduced (Ağçam et al., 2014; Diaconeasa et al., 2023).

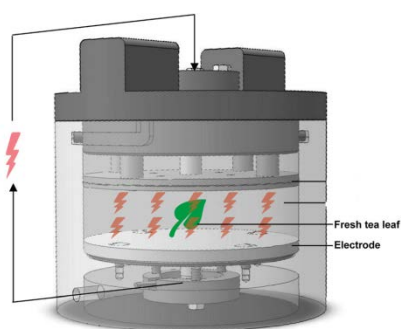


Figure 17. Pulsed electric field extraction schematic diagram (Liu et al., 2019)

Cannabis plant (hemp) oil was extracted from using pulsed electric field (PEF) extraction method. In this study, the effect of PEF electric field intensity and screw press speed on the physicochemical properties of hemp oil was investigated. The researchers stated that the PEF extraction method is a new, clean, environmentally friendly, efficient, and fast system especially for the petroleum industry (Haji-Moradkhani et al., 2018).

In another study, three different *Sideritis scardica*, *Crocus sativus*, and *Vitis vinifera* plants were extracted using pulsed electric field (PEF) extraction method and their polyphenols were investigated. An attempt was made to optimize the PEF procedure for the determination of total polyphenol content. For the three plants used in the study, PEF extraction was found to be an effective method for the extraction of total polyphenols.

The electric field intensity up to 1.4 kV/cm according to the PEF procedure showed that polyphenol content can be obtained with high efficiency (Lakka et al., 2021).

### 2.2.6. Enzyme assisted extraction (EAE)

Compared to traditional extraction methods, EAE is a more specialized method. In order to improve the shortcomings of the conventional method, the EAE method provides low energy, low chemical or water use, and fast action. This method is used to recover products such as peptides, chitin or pigments with high added value. In addition, high-quality chitin is obtained by chemical processes that ensure depolymerisation of the polysaccharide (Olaiya et al., 2022).

In the EAE method, enzymes that can hydrolyze components in the cell wall and matrix are advantageous. In this way, intracellular macromolecules in natural products are obtained with high efficiency. In EAE,  $\alpha$  amylase, cellulase, and pectinase are generally used (Song et al., 2020; Mohan et al., 2022).

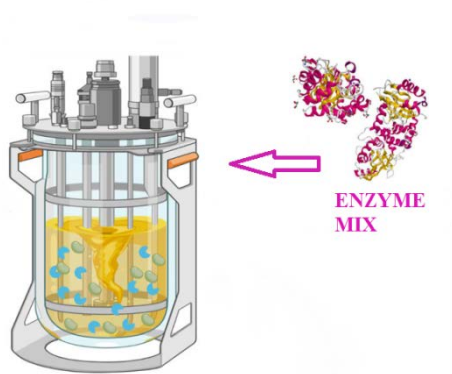


Figure 18. Enzyme assisted extraction (EAE) method (Diestra et al., 2020)

Chen et al. (2014) extracted *Astragalus membranaceus* plant by EAE method using glucose oxidase, amyloglucosidase, hemicellulase, bacterial amylase, fungal amylase, pectinase, cellulase and vinoxyme enzymes. Polysaccharide content was investigated in the extracts obtained from the plant. Glucose oxidase showed the best efficiency among the enzymes used in the EAE method. Also, the polysaccharide yield in the EAE method using glucose oxidase was more than 250% compared to the method without enzyme.

In a study, the yield of chlorogenic acid in the extract obtained from the leaves of *Eucommia ulmoides* plant by EAE method using ionic liquids and cellulase was high (Liu et al., 2016).

Strati et al. (2015) obtained extracts using cellulase and pectinase enzymes and EAE method in their study with tomato wastes. Lycopene and carotenoid efficiencies in the obtained extracts were obtained at high values. Lycopene and carotenoid components were obtained with 10 times higher efficiency with the extraction method using cellulase and pectinase enzymes compared to the solvent extraction method without enzymes.

## 3. Conclusion

Lignocellulosic biomass has been used as a flavoring or protective in the public health and food industry with the existence of human beings on earth. Along with the developing technology, they wanted to get away from synthetic drugs and additives that started to pose a health threat by becoming conscious of people. For this, they started to search for alternative treatment methods with extracts and oils obtained from herbal products by different methods. For this reason, many scientists in the field continue their studies by considering different parameters.

Various extraction methods can be preferred to obtain the desired components from the plants used in the studies. There are parameters to be considered in the selection of extraction. These; it is an effective technique for the components we want to extract from the plant, an easy-to-apply method, cheap, short-term, environmentally friendly, energy-efficient, safe, less solvent needed, and repeatable. As a result of these

researches, as a result of the increase of bioactive compounds and every sector where these compounds can be used, improved and improved extraction methods will be obtained to meet the demand.

Today, bioactive compounds are highly preferred in the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Recently, in obtaining bioactive components; modern extraction methods such as pressurized liquid extraction, supercritical fluid extraction, ultrasound assisted extraction and microwave assisted extraction are preferred. The purpose of preferring modern extraction methods is that it can be carried out in a shorter time compared to traditional extraction methods, with low energy consumption and using less solvent, with an economic and environmentally friendly sensitivity. In addition, the fact that there are systems that facilitate the transfer of bioactive components during extraction and ensure that their structures are obtained without decomposition increase efficiency and quality.

When looking at the relationships between modern extraction methods, they are similar in many ways, but differ from each other with minor differences. Ultrasonic-assisted and microwave-assisted extractions were found to be more cost-effective than pressurized liquid and supercritical fluid extractions. It is concluded that ultrasonic-assisted extraction requires more solvent usage than pressurized liquid, microwave assisted and supercritical fluid extractions. In the supercritical extraction method, there is a problem in extracting polar analytes. Among the widely used modern extraction methods, microwave-assisted extraction, which is low solvent use, cheap, small amount of raw material requirement, short extraction time, polar analytes and almost everything can be extracted, has been observed as the most environmentally friendly method.

In recent years, human beings; it has become a common demand to turn to nature in order to eliminate the physical and psychological ailments experienced as a result of climate change, the deterioration of the balance of nature, synthetic drugs, and the negative effects of living conditions. In order to meet this demand, “green technology”, which will enable the continuation of works with more environmental awareness, will develop by trying to make more space for itself in the sector.

#### Author Contributions

Didem VEREP: Designed the study, conducted a literature review, and wrote the article.

Saim ATEŞ: Literature review and control

Eyyüp KARAOĞUL: Inspection and control

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

#### References

- Abegunde, S. M., Ayodele-Oduola, R. O. (2015). Comparison of Efficiency of Different Solvents Used for the Extraction of Phytochemicals from the Leaf, Seed and Stem Bark of *Calotropis Procera*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(7), 835-838.
- Abd Aziz, N. A., Hasham, R., Sarmidi, M. R., Suhaimi, S. H., Idris, M. K. H. (2021). A review on extraction techniques and therapeutic value of polar bioactives from Asian medicinal herbs: Case study on *Orthosiphon aristatus*, *Eurycoma longifolia* and *Andrographis paniculata*. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 29, 143-165.
- Abubakar, A. R., Haque, M. (2020). Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 12, 1-10.
- Agregan, R., Munekata, P. E. S., Feng, X., Astray, G., Gullon, B., Lorenzo, J. M. (2021). Recent advances in the Extraction of Polyphenols from eggplant and their application in foods. *LWT – Food Science and Technology*, 146, 111381.
- Ağçam, E., Akyıldız, A., Akdemir Evrendilek, G. (2014). Vurgulu Elektrik Alan Teknolojisi (PEF): Sistem ve Uygulama Odacıkları. *Academic Food Journal*, 12(2), 69-78.
- Akdağ, A. & Öztürk, E. (2019). Distillation Methods of Essential Oils. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi*

- Dergisi*, 45 (1), 22-31.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., Abdul Mudalip, S. K. & Olalere, O. A. (2018). Microwave-assisted extraction of vernonia amygdalina leaf for optimal recovery of total phenolic content. *Journal of Applied Research On Medicinal and Aromatic Plants*, 10, 16-24.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., Ukaegbu, C. I. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200-214.
- Alma, M. H., Çetin, N. S. (2002). *Orman Foliagesi Üzerinde Etkili Olan Faktörler ve Foliagenin Kullanım Yerleri*. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, 1049-1056.
- Antosz, K., Machado, J., Mazurkiewicz, D., Antonelli, D., Soares, F. (2022). Systems Engineering: Availability and reliability. *Applied sciences*, 12, 2504.
- Ashton, L., Warwick, P., Giddings, D. (1999). The Measurement of  $^{36}\text{Cl}$  and  $^{129}\text{I}$  in concrete wastes. *The Analyst*, 124(4), 627-632.
- 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.
- Avşar, G., Topallar, S., Özdemir, S., Külekçi, B. (2014). *Uçucu Bileşen İçeren Bitkilerden Süperkritik Ekstraksiyon Yöntemi ile Özütleme*. 4. Kozmetik Kimyası, Üretimi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği, 14-16 Şubat, Antalya.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117, 426-436.
- Başer, K. H. C. (2010). *Tıbbi ve Aromatik Bitkisel Ürünlerin Üretimi ve Kalite Kontrolü*, (Ed.). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Belokurov, S. S., Narkevich, I. A., Flisyuk, E. V., Kaukhova, I. E., Aroyan, M. V. (2019). Modern extraction methods for medicinal plant raw material (review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 53(6), 48-53.
- Belwal, T., Ezzat, S. M., Rastrelli, L., Bhatt, I. D., Daglia, M., Baldi, A., P. Devkota, H., E. Orhan, I., K. Patra, J., Das, G., Anandharamakrishnan, C., Gomez-Gomez, L., F. Nabavi, S., M. Nabavi, S., Atanasov, A. G. (2018). A Critical Analysis of Extraction Techniques Used for Botanicals: Trends, Priorities, Industrial Uses and Optimization Strategies. *Trends in Analytical Chemistry*, 100, 82-102.
- Borneo, R., Le’on, A. E., Aguirre, A., Ribotta, P., Cantero, J. J. (2009). Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. *Food Chem*, 112, 664–70.
- Boukhatem, M. N. (2020). Scientific findings: The amazing use of essential oils and their related terpenes as natural preservatives to improve shelf-life of food. *Food Science & Nutrition Technology*, 5, 2574-2701.
- Bouras, M., Chadni, M., Barba, F.J., Grimi, N., Bals, O., Vorobiev E. (2015). Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from Quercus bark. *Industrial Crops and Products*, 77, 593-601.
- Büyüktuncel, E. (2012). Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 209-242.
- Calinescu, I., Vinatoru, M., Ghimpeteanu, D., Lavric, V., Mason, T. J. (2021). A new reactor for process intensification involving the simultaneous application of adjustable ultrasound and microwave radiation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 77, 105701.
- Campbell, K. A., Vaca-Medina, G., Glatz, C. E., Pontalier, P. Y. (2016). Parameters affecting enzyme-assisted aqueous extraction of extruded sunflower meal. *Food Chem*, 208, 245-251.
- Cellat, K. (2011). Bazı endemik bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin Ekstrakte edilmesi ve içeriklerinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 73.
- Chemat, F., Huma, Z., Khan, M. K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano Tixier, A. S., Abert Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540-560.
- Chen, H., Zhou, X., Zhang, J. (2014). Optimization of enzyme assisted extraction of polysaccharides from

- Astragalus membranaceus. *Carbohydrate Polymers*, 111, 567-575.
- Chu, L. S., Latiff, N. A., Mohamad, M. (2016). Reflux extraction and cleanup process by column chromatography for high yield of andrographolide enriched extract. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3, 64-70.
- Çopuroglu, Ö. (2013). Niğde Yöresindeki Bazı Endemik Bitki Türlerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri. *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 67.
- Daud, N. M., Putra, N. R., Jamaludin, R., Norodin, N. S. Md., Sarkawi, N. S., Hamzah, M. H. S., Nasir, H. M., Zaidel, D. N. A., Yunus, M. A. C., Salleh, L. Md. (2022). Valorisation of plant seed as natural bioactive compounds by various Extraction methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 201-214.
- De Azevedo, A. B. A., Kieckbush, T. G., Tashima, A. K., Mohamed, R. S., Mazzafera, P., de Melo, S. A. B. V. (2008). Extraction of green coffee oil using supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, 44 (2), 186.
- Dedebaş, T., Dursun Çapar, T., Ekici, L., Yalçın, H. (2021). Yağlı tohumlarda ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ve avantajları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21, 313-322.
- De Castro, M. D. L., Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction. *Past and present panacea. Journal of Chromatography A*, 1217 (16), 2383.
- Diaconeasa, Z., Iuhas, C. I., Ayyaz, H., Mortas, M., Farcas, A., Mihai, M., Danciu, C., Stanila, A. (2023). Anthocyanins from Agro-Industrial Food Waste: Geographical Approach and Methods of Recovery-A Review. *Plants*, 12, 74.
- Diestra, K. V., Vandenberghe, L. P. S., Soccol, C. R. (2020). Oilseed Enzymatic Preatreatment for Efficient Oil Recovery in Biodiesel Production Industry: a Review. *BioEnergy Research*, 13, 1016-1030.
- Dönmez, İ. E., Hemming, J., Willför, S. (2016). Bark extractives and suberin monomers from arbutus andrachne and platanus orientalis. *BioRes*, 11 (1), 2809-2819.
- Eisenmenger, M., Dunford, N. T. (2008). Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 85 (1), 55.
- Elguea-Culebras, G. O. de, Bravo, E. M., Sanchez-Vioque, R. (2022). Potential sources and methodologies for the recovery of phenolic compounds from distillation residues of Mediterranean aromatic plants. An approach to the valuation of by-products of the essential oil market. *Industrial Crops & Products*, 175, 114261.
- El Maaiden, E., Bouzroud, S., Nasser, B., Moustaid, K., Mouttaqi, A. E., Ibourki, M., Boukcim, H., Hirich, A., Kouisni, L., El Kharrassi, Y. (2022). A comparative study between conventional and advanced extraction techniques: pharmaceutical and cosmetic properties of plant extracts. *Molecules*, 27, 2074.
- Ercan, S. Ş., Soysal, Ç. (2011). Ultrasonun Gıdalarda ve Enzimlerin İnaktivasyonunda Kullanılması. *Gıda/The Journal of Food*, 36 (4), 225-231.
- Ergen, N., Coşkun, S. H., Orhan, D. D., Aslan, M., Sezik, E., Atalay, A. (2018). Evaluation of the lifespan extension effects of several Turkish medicinal plants in *Caenorhabditis elegans*. *Turkish Journal of Biology*, 42(2), 163–173.
- Famiyeh, L., Chen, K., Xu, J., Sun, Y., Guo, Q., Wang, C., Lv, J., Tang, Y., Yu, H., Snape, C., He, J. (2021). A review on analysis methods, source identification, and cancer risk evaluation of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. *Science of the Total Environment*, 789, 147741.
- Fu, X., Wang, D., Belwal, T., Xie J., Xu, Y., Li, L., Zou, L., Zhang, L., Luo, Z. (2021). Natural deep eutectic solvent enhanced pulse-ultrasonication assisted Extraction as a multi-stability protective and efficient green strategy to extract anthocyanin from blueberry pomace. *LWT – Food Science and Technology*, 144, 111220.
- Gavahian, M., Farahnaky, A. (2018). Ohmic-assisted hydrodistillation technology: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 72, 153-161.
- George, M. J., Sichilongo, K. F., Ramabulana, T., Madala, N. E., Dubery, I. A. (2019). Comparison of soxhlet and reflux techniques for extraction and characterisation of potential endocrine-disrupting compounds from solid waste dumpsite soil. *Environ. Monit Assess*, 191, 149.
- Geramitcioski, T., Mitrevski, V., Mijakovski, V. (2018). Design of a small press for extracting essential oil according VDI 2221. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 393.
- Guntero, V. A., Mancini, P. M., Kneeteman, M. N. (2017). Introducing Organic Chemistry Students to the



- Extraction of Natural Products Found in Vegetal Species. *World Journal of Chemical Education*, 5, 142-147.
- Haji-Moradkhani, A., Rezaei, R., Moghimi, M. (2018). Optimization of pulsed electric field-assisted oil extraction from cannabis seeds. *Journal of Food Process Engineering*, 42, 13028.
- Handa, S. S., Khanuja, S. P. S., Longo, G., Rakesh, D. D. (2008). Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. *International Centre for Science and High Technology, Trieste*.
- Hasinah Johari, S. N., Fazalul Rahiman, M. H., Adnan, R., Tajjudin, M. (2020). Real-time IMC-PID control and monitoring of Essential oil Extraction process using IoT. In *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (12CASIS)*, Malaysia, pp. 51-56.
- Homestead and chill*, (n.d.). Retrieved from <https://homesteadandchill.com/homemade-cannabis-tincture-recipe/>
- Hussain, M. K., Saquib, M., Khan, M. F. (2019). Techniques for extraction, isolation, and standardization of bio-active compounds from medicinal plants. In *Natural Bio-active compounds* (pp. 179–200). Singapore: Springer.
- Ingle, K. P., Deshmukh, A. G., Padole, D. A., Dudhare, M. S., Moharil, M. P., Khelurkar, V. C. (2017). Phytochemicals: Extraction methods, identification and detection of bioactive compounds from plant extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 32-36.
- İmer, Y., Taşan, M., (2018). Çeşitli soğuk pres yağların bazı mikro ve makro element içeriklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (01), 14-25.
- Jha, A. K., Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 579-591.
- Kant, R., Kumar, A. (2022). Review on Essential oil Extraction from aromatic and medicinal plants: Techniques, performance and economic analysis. *Sustainable Chemistry and Ppharmacy*, 30, 100829.
- Karabaş, H. (2013). Soğuk pres ve solvent ekstraksiyon teknikleri ile üretilen aspir yağı ve aspir biyodizellerinin yağ ve yakıt özelliklerinin incelenmesi. 28. *Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi*, 4-6 Eylül, Konya, Türkiye, 30-36.
- Kaufmann, B., Christen, P. (2002). Recent extraction techniques for natural products: microwaveassisted extraction and pressurised solvent extraction. *Phytochemical analysis*, 13, 105–113.
- Kaya, D., Ergönül, P. G. (2015). Obtaining methods of volatile oils. *GIDA-Journal of Food*, 40 (5), 303-310.
- Kongkiatpaiboon, S., Gritsanapan, W. (2013). Optimized extraction for high yield of insecticidal didehydrostemofoline alkaloid in *Stemona collinsiae* root extracts. *Industrial Crops and Products*, 41, 371-374.
- Kumar, P., Yadav, D., Kumar, P., Panesar, P. S., Bunkar, D. S., Mishra, D., Chopra, H. K. (2016). Comparative study on conventional, ultrasonication and microwave assisted extraction of  $\gamma$ -oryzanol from rice bran. *Journal of Food Science Technology*, 53, 2047-2053.
- Kumar, A., Nirmal, P., Kumar, M., Jose, A., Tomer, V., Oz, E., Proestos, C., Zeng, M., Elobeid Oz, F. (2023). Major Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and Extraction Method. *Molecules*, 28, 887.
- Lakka, A., Bozinou, E., Makris, D. P., Lalas, S. L. (2021). Evaluation of Pulsed Electric Field Polyphenol Extraction from *Vitis vinifera*, *Sideritis scardica* and *Crocus sativus*. *Chemengineering*, 5, 25.
- Liu, T., Sui, X., Li, L., Zhang, J., Liang, X., Li, W., Zhang, H. (2016). Application of ionic liquids based enzyme-assisted extraction of chlorogenic acid from *Eucommia ulmoides* leaves. *Analytica Chimica Acta*, 903, 91-99.
- Liu, Z., Esveld, E., Vincken, J., Bruins, M. E. (2019). Pulsed Electric Field as an Alternative Pre-treatment for Drying to Enhance Polyphenol Extraction from Fresh Tea Leaves. *Food and Bioprocess Technology*, 12, 183-192.
- Machado, C. A., Oliveira, F. O., de Andrade, M. A., Saraiva Hodel, K. V., Lepikson, H., Souza Machado, B. A. (2022). Steam distillation for essential oil extraction: An evaluation of technological advances based on ana analysis of patent documents. *Sustainability*, 14, 7119.
- Maier, T., Schieber, A., Kammerer, D. R., Carle, R. (2009). Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chem*, 112, 551-559.
- Majekodunmi, S. O. (2015). Review of extraction of medicinal plants for pharmaceutical research. *Merit*

- research journal of medicine and medical sciences*, 3(11), 521-527.
- Memarzadeh, S. M., Gholami, A., Pirbalouti, A. G., Masoum, S. (2020). Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) essential oil and its chemical profile, antioxidant activities, and leaf micromorphology under green and conventional extraction techniques. *Industrial Crops & Products*, 154, 112719.
- Mohan, K., Ganesan, A. R., Ezhilarasi, P. N., Kondamareddy, K. K., Rajan, D. K., Sathishkumar, P., Rajarajeswaran, J., Conterno, L. (2022). Green and eco-friendly approaches for the extraction of chitin and chitosan: A review. *Arbohydrate Polymers*, 287, 119349.
- Mousavi, S. A., Nateghi, L., Dakheli, M. J., Ramezan, Y., Piravi-Vanak, Z. (2022). Maceration and ultrasound-assisted methods used for Extraction of phenolic compounds and Antioxidant activity from *Ferulago angulata*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (3), 16356.
- Mustafa, A., Turner, C. (2011). Pressurized liquid extraction as a green approach in food and herbal plants extraction: A review. *Analytica Chimica Acta*, 703 (1), 8.
- Olaiya, N. G., Oyekanmi, A. A., Hanafiah, M. M., Olugbade, T. O., Adeyeri, M. K., Olaiya, F. G. (2022). Enzyme-assisted extraction of nanocellulose from textile waste: A review on production technique and applications. *Bioresource Technology Reports*, 19, 101183.
- Oluwaseun, R. A., Nour, H. A., Chinonso, I. U. (2018). Soxhlet extraction of phenolic compounds from *Vernonia cinerea* leaves and its antioxidant activity. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 11, 12-17.
- Opreacu, E. E., Enascuta, C. E., Radu, E., Ciltea-Udrescu, M., Lavric, V. (2022). Does the ultrasonic field improve the Extraction productivity compared to classical methods – Maceration and reflux distillation? *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*, 179, 109082.
- Özer, Z., Kılıç, T., Çarıkçı, S., Yılmaz, H. (2018). Investigation of phenolic compounds and antioxidant activity of *Teucrium polium* L. decoction and infusion. *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 20(1), 212-218.
- Öztekın, S., Soysal, Y. (1998). *Tıbbi ve Aromatik Bitkilerde Ekstraksiyon Yöntemi*. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ, 731-745.
- Pawliszyn, J. (2003). Sample preparation: ouo vadis? *Analytical Chemistry*, 75 (11), 2543.
- Radosevic, K., Bubalo, M. C., Srcek, V. G., Grgas, D., Dragicevic, T. L., Redovnikavic, I. R. (2015). Evaluation of toxicity and biodegradability of choline chloride based deep eutectic solvents. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 112, 46-53.
- Radwan, M. N., Morad, M. M., Ali, M. M., Wasfy, K. I. (2020). Extraction of peppermint volatile oil using a simple constructed steam distillation system. *Plant Archives*, 20, 1487-1491.
- Rasul, M. G. (2018). Extraction, Isolation and Characterization of Natural Products from medicinal Plants. *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing (ijbsac)*, 2, 6.
- Richter, B. E., Jones, B. A., Ezzell, J. L., Porter, N. L., Avdalovic, N., Pohl, C. (1996). Accelerated solvent extraction: A technique for sample preparation. *Analytical Chemistry*, 68 (6), 1033.
- Rodrigues, L. G. G., Mazzutti, S., Siddique, I., da Silva, M., Vitali, L., Ferreira, S. R. S. (2020). Subcritical water extraction and microwave-assisted extraction applied for the recovery of bioactive components from Chaya (*Cnidioscolus aconitifolius* Mill.) *The Journal of Supercritical Fluids*, 165, 104976.
- Saim, N., Dean, J. R., Abdullah, M. P., Zakaria, Z. (1997). Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated soil using soxhlet extraction, pressurised and atmospheric microwave-assisted extraction, supercritical fluid extraction and accelerated solvent extraction. *Journal of Chromatography A*, 791 (2), 361.
- Samaram, S., Mirhosseini, H., Tan, C. P., Ghazali, H. M. (2013). Ultrasound-assisted extraction and solvent extraction of papaya seed oil: Crystallization and thermal behavior, saturation degree, color and oxidative stability. *Ind Crops Prod*, 52, 702-708.
- Sasikala, M., Sundaraganapathy, R. (2017). Preliminary Phytochemical Evaluation of Hydroalcoholic Extract of *Ipomoea Aquatica* Forssk. From Aliyar Riverinein South India. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 8(3), 356-365.
- Song, Y., Han, A., Park, S., Cho, C., Rhee, Y., Hong, H. (2020). Effect of enzyme-assisted extraction on the physicochemical properties and bioactive potential of lotus leaf polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 169-179.

- Spigno, G., De Faveri, D. (2009). Microwave-assisted extraction of tea phenols: a phenomenological study. *Journal of Food Engineering*, 93, 210-217.
- Strati, I. F., Gogou, E., Oreopoulou, V. (2015). Enzyme and high pressure assisted extraction of carotenoids from tomato waste. *Food and Bioproducts Processing*, 94, 668-674.
- Şahin, Ö. (2019). Determination of components of extracted from different parts of melocan (*Smilax excelsa* L.) plant by microwave and ultrasonic assisted extraction. *Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 125.
- Tadeo, J. L., Sanchez-Brunete, C., Albero, B., Garcia-Valcarcel, A. I. (2010). Application of ultrasound-assisted extraction to the determination of contaminants in food and soil samples. *Journal of Chromatography A*, 1217 (16), 2415.
- Tiring, G., Satar, S., Özkaya, O. (2021). Sekonder Metabolitler. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University*, 35(1), 203-215.
- Tokkan, D., Kuşlu, S., Çalban, T., Çolak, S. (2012). *Anod Çamurundaki Gümüşün Amonyum Tiyosülfat Çözeltilerinde Mikrodalga Enerjisi ile Ekstraksiyonunun Optimizasyonu*. Onuncu Ulusal Kimyasal Mühendisliği Kongresi, Koç Üniversitesi, İstanbul, 3-6 Eylül.
- Vurdu, H., (1989), *Pinus nigra* Arnold Foliage. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 2, 106-108.
- Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H., Luo X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops. *Ultrasonics-Sonochemistry*, 48, 538-549.
- Xavier, V. B., Vargas, R. M. F., Cassel, E., Lucas, A. M., Santos, M. A., Mondin, C. A., Santarem, E. R., Astarita, L. V., Sartor, T. (2011). Mathematical modeling for extraction of essential oil from *Baccharis* spp. by steam distillation. *Ind. Crop. Prod.*, 33, 599-604.
- Yılmaz, F. M., Özer, P., Görgüç, A. (2018). Mikrodalga teknolojisinin bitkisel dokulardan makro ve mikro bileşenlerin özütlenmesinde kullanımı. *Gıda/The Journal of Food*, 43, 765-775.
- Yusoff, I. M., Taher, Z. M., Rahmat, Z., Chua, L. S. (2022). A review of ultrasound-assisted Extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food Research International*, 157, 111268.
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Mmedicine*, 13,20.
- Zhang, W. L., Chen, J. P., Lam, K. Y., Zhan, J. Y., Yao, P., Dong, T. T., Tsim, K. W. (2014). Hydrolysis of Glycosidic Flavonoids during the Preparation of Danggui Buxue Tang: An Outcome of Moderate Boiling of Chinese Herbal Mixture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 608721.
- Zougagh, M., Valcarcel, M., Rios, A. (2004). Supercritical fluid extraction: a critical review of its analytical usefulness. *Trac-Trends in Analytical Chemistry*, 23 (5), 399.

***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***