



BAROFD

BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

BARTIN JOURNAL OF FACULTY OF FORESTRY

1997

Bartın Orman Fakültesi Dergisi
Journal of Bartın Faculty of Forestry
2024, 26(4)



ISSN: 1302-0943

e-ISSN: 1308-5875

Period: Third times per year

Founded: 1997

Publisher: Bartın University

Bartın Orman Fakultesi Dergisi

Journal of Bartın Faculty of Forestry

Publisher and Editor's Office

Bartın University
Faculty of Forestry, 1st Floor, Agdacı District,
Center Campus, 74100 Bartın-Turkey. Tel:
+90(378) 223 5101, Fax: +90(378) 2235062
E-mail: bofdergi@bartin.edu.tr, bofdergi@gmail.com

Editor-in-Chief

Birsen Durkaya, Prof.

Co-editor and Section Editors

Rıfat Kurt, Assoc. Prof.
Sinan Kaptan, Assoc. Prof.
Ahmet Can, Assoc. Prof.
Esra Ceylan, Assist. Prof.
Eren Baş, Res. Assist.

Editorial Board

Abdullah İstek
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: aistek@bartin.edu.tr

Antonio Lanzotti
The University of Naples Federico II, Napoli,
Italy.
E-mail: antonio.lanzotti@unina.it

Aslı Korkut
Namik Kemal University, Bartın, Turkey.
E-mail: aslikorkut@nku.edu.tr

Azize Toper Kaygın
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: atoperkaygin@bartin.edu.tr

Dalia Abbas
The University of Georgia, Athens, GA, USA.
E-mail: dabbas@uga.edu

Dick Sandberg
Lulea University of Technology, Skelleftea,
Sweden.
E-mail: dick.sandberg@ltu.se

Haldun Muderrisoğlu
Düzce University, Düzce, Turkey.
E-mail: haldunm@duzce.edu.tr

Hideo Sakai
University of Tokyo, Tokyo, Japan.
E-mail: sakaih@fr.a.u-tokyo.ac.jp

Huseyin Sivrikaya
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: hsivrikaya@bartin.edu.tr

Jerzy Smardzewski
Poznan University of Life Sciences, Poznan,
Poland.
E-mail: jsmardzewski@up.poznan.pl

Kevin Boston
Oregon State University, Corvallis, OR, USA.
E-mail: evin.boston@oregonstate.edu

Mir Mozaffar Fallahchai
Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
E-mail: Fallahchai@Liau.ac.ir

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

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

- Orman Alaca Ağaçkakanı (*Dendrocopos major*)’un Üreme Sonrası Dönemdeki
Meşcere Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma 306 - 328
*A Preliminary Study on the Determination of Stand Preferences of the Great Spotted Woodpecker
(Dendrocopos major) in the Post-breeding Period*
Mehmet Mahir Karataş
- Türkiye’nin Batı Karadeniz Bölgesi’nde Yer Alan Bartın İlinin Thornthwaite
ve Köppen Yöntemlerine Göre İklim Sınıflandırması 329 - 344
*Climate Classification of Bartın Province in the Western Black Sea Region of Turkey Based on
Thornthwaite and Köppen Methods*
Eren Baş, Şahin Palta, İslam Cihad İpek
- Anıt Ağaçların Restorasyon ve Rehabilitasyonunda Kullanılan Alet-Ekipman,
Makina ve Teçhizatlar 345 - 358
Tools, Equipment and Machinery Used in the Restoration and Rehabilitation of Monumental Trees
Salih Parlak
- Kırsal Kalkınmada Odun Dışı Orman Ürünleri Üretimi Açısından Önemli Olan
Defnenin (*Laurus nobilis* L.) Gelişimine Meşcere Kuruluş Özelliklerinin Etkisi 359 - 376
*The Effect of Stand Structure Characteristics on the Growth of Laurel (Laurus nobilis L.),
Important in Rural Development in Terms of Non-Wood Forest Production*
Neslihan Atar, Halil Barış Özel
- Aktif ve Pasif Uydu Görüntüleri Kullanılarak Saf Karaçam Meşcerelerinde
Topraküstü Karbonun Tahmin Edilmesi 377 - 391
*Estimation of Aboveground Carbon Using Active and Passive Satellite Image in Pure Crimean
Pine Stands*
Erdal Şahan, Alkan Gunlu
- Web Madenciliği Kullanılarak Yatak ve Oturma Odası Mobilya Gruplarında
Tüketicilerin Olumsuz Deneyimlerinin Analizi 392 - 399
*Analysis of Consumers’ Negative Experiences in Bedroom and Living Room Furniture Groups Using
Web Mining*
Kadir Kayahan, Timuçin Bardak, Eser Sözen
- Nano Partiküllü Hegzagonal Bor Nitrür’ün Ağaç Malzemenin Mekanik Özelliklerine
Etkileri 400 - 411
Effects of Nanoparticle Hexagonal Boron Nitride on the Mechanical Properties of Wood Materials
Şadiye Yaşar, Mehmet Irkilata, Mehmet Yaşar, Selim Şen
- Mutfaklarda Kullanılan Mobilyaların Kullanıcı Memnuniyeti Üzerine Bir Araştırma .412- 425
A Research on User Satisfaction of Furniture Used in Kitchens
Muhammet Çil, Tarık Gedik
- Mobilya Sektörü Çalışanlarında Güvenlik İkliminin Belirlenmesi..... 426 - 435
Determination of Safety Climate in Furniture Sector Employees
Yıldız Çabuk, Murat Kahveci, Ayşin Aşkın

Mobilya ve Tasarım Atölyelerinde Mikrodenetleyici Kontrolü ile Toz ve Talaş Toplama Ünitesi Tasarımı	436- 447
<i>Dust and Sawdust Collection Unit Design with Microcontroller Control in Furniture and Design Workshops</i>	
Mehmet Güneş, Mehmet Karayel	

Yonga Levhanın Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Atık Taş Yünü Kullanımının Etkisi	448- 457
<i>The Effect of Using Waste Stone Wool on Some Mechanical and Physical Properties of Particleboards</i>	
Mehmet Erdal Kara, Hikmet Yazıcı, Enüs Koç, Recep Aykan	

Orman Alaca Ağaçkakanı (*Dendrocopos major*)’un Üreme Sonrası Dönemdeki Meşcere Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma

Mehmet Mahir Karataş^{1,*}

¹ Herhangi bir kuruma bağlı değil, Manisa, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 14.03.2024

Kabul: 08.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Ağaçkakanlar (Picidae familyası) sahip oldukları morfolojik ve ekolojik özellikleri nedeniyle orman ekosistemlerinin korunması ve biyoçeşitliliğin sürdürülmesi için oldukça önemlidirler. Hatta bu türlerin korunması sayesinde diğer türlerin de korunması mümkün olacağından şemsiye tür olarak da önerilmektedirler. Ülkemizde yaşayan 9 ağaçkakan türünden biri olan Orman alaca ağaçkakanı (*Dendrocopos major*) en yaygın ağaçkakan türüdür. Bu çalışma, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)’un üreme sonrası dönemde Çatacık ve Mihaliçcik orman işletme müdürlüğü ormanlarında yayılım gösterdiği alanlardaki ihtiyaçlarını anlamak ve tür koruma stratejileri ile sürdürülebilir orman yönetiminin geliştirilmesi için gerekli temeli sağlamak amacıyla, Temmuz 2023-Kasım 2023 tarihleri arasında 168 farklı alanda, toplam 17 gün saha çalışması gerçekleştirilerek yapılmıştır. Saha çalışmalarında, 135 alanda noktada gözlem ve 33 alanda hatboyu sayım (Transekt) metodu kullanılarak elde edilen türe ait var-yok verileri ile Orman Genel Müdürlüğünden alınan meşcere harita verilerine IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılarak “Mann Whitney U testi” ve “Ki-Kare Testi” uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)’un mevcudiyeti için meşcere hakimi olan ağaç türü, ağaç gövde çapı, ağaç yaşı, kapalılık derecesi, eğim derecesi ve yükseklik faktörlerinin belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu belirleyici faktörlerin tümünü barındıran uygun meşcere türünün korunması, orman ekosistemleri için önemli görevleri olan bu türün devamlılığını sağlarken dolaylı olarak da birçok türün devamlılığını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler – Çatacık, Mihaliçcik, Picidae, orman ekosistemi

A Preliminary Study on the Determination of Stand Preferences of the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) in the Post-breeding Period

¹ Not affiliated with an organisation, Manisa, Türkiye

Article History

Received: 14.03.2024

Accepted: 08.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – Woodpeckers (family Picidae), due to their morphological and ecological characteristics, are very important for the protection of forest ecosystems and the maintenance of biodiversity. In fact, they are recommended as umbrella species, as their conservation enables the conservation of other species. The Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*), one of the 9 woodpecker species living in our country, is the most common woodpecker species. This study was carried out between July 2023 and November 2023 at 168 different locations for a total of 17 days in order to understand the needs of the Great Spotted Woodpecker (*D. major*), in the post-breeding period in the forests of Çatacık and Mihaliçcik Forest Management Directorates and to provide the necessary basis for the development of species conservation strategies and sustainable forest management. In the field studies, the “Mann-Whitney U test” and the “Chi-Square test” were applied to the species presence-absence data obtained using the point observation in 135 area and line-length counting (transect) in 33 area method, and to the stand map data obtained from the General Directorate of Forestry using the IBM SPSS Statistics 22 programme. As a result of the Statistical analysis, it was determined that the dominant tree species in the stand, tree trunk diameter, tree age, closure, slope and height factors were determinant for the presence of the Great Spotted Woodpecker (*D. major*). Conservation of suitable stands that harbour all of these determining factors will ensure the continuity of this species, which has important roles for forest ecosystems, and indirectly ensure the continuity of many species.

Keywords – Çatacık, Mihaliçcik, Picidae, forest ecosystem

¹  karatas.mahir@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Orman yönetimi operasyonları, orman ekosistemlerinde farklı ölçeklerde orman yapılarını ve türlerin yaşam alanlarını sürekli olarak değiştirdikleri için genellikle biyolojik çeşitlilik kaybında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, orman yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve yönetimi için kilit öneme sahiptir (Chen vd., 2022). Orman ekosistemlerinin korunması ve biyoçeşitliliğin sürdürülmesi için popülasyon durumları ölçülebilen ve izlenebilen gösterge türlere veya tür gruplarına ihtiyaç duyulmaktadır (Drever vd., 2008). Ağaçkakanlar (Picidae familyası), çeşitli morfolojik ve ekolojik özellikleri nedeniyle orman biyoçeşitliliğinin korunmasına ve orman yönetim metodlarına rehberlik etmek için kullanılmaktadırlar (Si vd., 2023). Ağaçkakanlar, büyük orman alanlarındaki kuş zenginliğinin en iyi göstergeleri arasındadırlar (Roberge ve Angelstam, 2006). İlave olarak, ağaçkakanlar, korunduklarında etrafındaki habitatın ve dolayısıyla birçok türün de korunmasını sağlayan “şemsiye tür” olarak da önerilebilirler, çünkü, ağaçkakanlar, oyuk kazıcı türler olarak, memeliler, kuşlar ve omurgasızlar gibi birçok oyuk yuva yapan orman türleri tarafından kullanılan ağaç oyuklarını kazarak orman ekosistemlerinde kilit bir rol oynarlar (Roberge vd., 2008; Shi vd., 2019; Onodi vd., 2021; Lee vd., 2023). Bu durum, orman biyoçeşitliliğinin oluşumu ve sürdürülmesi için önemli kaynaklar sağlayan bir yuva ağı sisteminin oluşmasıyla sonuçlanır ve bu türlerin korunması sayesinde diğer orman türlerinin de korunması sağlanmış olur (Pasinelli, 2007; Ónodi ve Csörgő, 2012; Onodi vd., 2021; Si vd., 2023). Ayrıca besin arama faaliyetleri sırasında ağaçların kabuklarını kaldırmak suretiyle diğer kuşların yiyecek aramasına da yardımcı olmaktadır (Drever vd., 2008).

Dünyada Ağaçkakanlar (Picidae) familyası 34 cinse ait 235 türden oluşmaktadır (Winkler vd., 2020). Ülkemizde 6 cinse ait 9 ağaçkakan türü (Ortanca ağaçkakan “*Dendrocoptes medius*”, Aksırtılı ağaçkakan “*Dendrocopos leucotos*”, Orman alaca ağaçkakanı “*Dendrocopos major*”, Alaca ağaçkakan “*Dendrocopos syriacus*”, Küçük ağaçkakan “*Dryobates minor*”, Küçük yeşil ağaçkakan “*Picus canus*”, Yeşil ağaçkakan “*Picus viridis*”, Kara ağaçkakan “*Dryocopus martius*”, Boyunçeviren “*Jynx torquilla*”) yaşamaktadır (Furtun vd., 2021). Eskişehir ilinde ise 5 cinse ait 6 ağaçkakan türü (Ortanca ağaçkakan “*D. medius*”, Orman alaca ağaçkakanı “*D. major*”, Alaca ağaçkakan “*D. syriacus*”, Küçük ağaçkakan “*D. minor*”, Yeşil ağaçkakan “*P. viridis*”, Boyunçeviren “*J. torquilla*”) yaşamaktadır (URL-1, 2024).

Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) (Aves, Piciformes, Picidae), Avrupa, Asya ve Kuzeybatı Afrika’da geniş bir alana yayılmış en yaygın ağaçkakan türüdür (Zink vd., 2002; Perktas ve Quintero, 2012; Bird Life International, 2016; Hebda vd., 2017; Park vd., 2019). Bu tür, hem ulusal hem de uluslararası ölçekte LC (Least Concern) “Asgari Endişe” statüsünde yer almaktadır (Bird Life International, 2016). Hayvansal kaynaklı beslenmesinin yanı sıra özellikle kış mevsimi gibi hayvansal gıdaların sınırlı olduğu dönemlerde kozalaklı ağaç tohumları ile beslendiğinden dolayı omnivordur (Mazgajski, 1998; Dylewski vd., 2017; Onodi vd., 2021; Stanski vd., 2021; Stanski vd., 2023).

Dünya çapında birçok yazar tarafından Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)’un yuva alanı tercihleri (Mazgajski, 1998; Kosinski vd., 2006; Kosiński ve Ksit 2007; Pasinelli, 2007; Hebda vd., 2017), habitat tercihleri (Ónodi ve Csörgő, 2012; Chen vd., 2022), besin arama davranışı (Onodi vd., 2021; Stanski vd., 2021; Si vd., 2023; Stanski vd., 2023) ve genetiği (Zink vd., 2002; Perktas ve Quintero, 2012; Park vd., 2019) üzerine çalışmalar gerçekleştirilmesine rağmen ülkemizde sadece habitat tercihlerinin (Akdemir, 2023) ve yuva yeri tercihlerinin (Akpınar, 2023) belirlenmesi üzerine 2 çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olan Çatacık ve Mihaliçcik Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki ormanlarda yaşayan Orman alaca ağaçkakan (*D. major*)’un üreme sonrası dönemde yayılış gösterdiği meşcerelerdeki ekolojik ihtiyaçlarını anlamak ve türün korunma stratejileri ile sürdürülebilir orman yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için gerekli altyapıyı sağlamaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 30°16' ile 32°04' E, 39°06' ile 40°09' N koordinatları arasında yer alan Çatacık ve Mihaliççık Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırları içerisindeki ormanlık alanlarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü toplam 106.906 ha orman varlığına sahip 8 (Alpu, Arıkaya, Değirmendere, Gökçekaya, Gümeledere, Sakarya, Sarıcakaya ve Türkmenbaba) Orman İşletme Şefliği'nden, Mihaliççık Orman İşletme Müdürlüğü toplam 126.101 ha orman varlığına sahip 8 (Beşpınar, Çatacık, Kızıltepe, Mihaliççık, Yunusemre, Kartal, Karateke ve Sivrihisar) Orman İşletme Şefliği'nden oluşmaktadır (URL-2, 2024). Çalışma alanının büyük kısmında karasal iklim hakimdir. Ancak Sakarya nehri boyunca ılıman iklim etmenleri gözlenebilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 11° C, yıllık ortalama güneşlenme süresi 6,6 saat, yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 72,6 gün ve yıllık toplam yağış miktarı ortalaması 355,9 mm'dir (URL-3, 2024). Çalışma alanının yüksekliği, 184-1769 metre arasında değişmektedir. Çalışma alanı içerisinde Karaçam (*Pinus nigra*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Sedir (*Cedrus* sp.), Meşe (*Quercus* spp.), Ardıç (*Juniperus* spp.), Gürgen (*Carpinus* sp.), Kavak (*Populus* spp.) ve Servi (*Cupressus* spp.), yer yer de Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) ağaçları bulunmaktadır.

Çalışma, üreme sonrası dönemi kapsayan Temmuz 2023-Kasım 2023 tarihleri arasında Çatacık ve Mihaliççık Orman İşletme Müdürlüğü'nde (OİM) 168 farklı alanda, toplam 17 gün saha çalışması yapılarak gerçekleştirilmiştir (Stanski vd., 2023). Saha çalışmalarında, 135 alanda noktada gözlem ve 33 alanda hatboyu sayım (transekt) metodu kullanılarak türe ait var-yok verisi ve GPS yardımıyla deniz seviyesine göre yükseklik verisi elde edilmiştir (Baddeley, 1985; Bibby vd., 1992; Oğurlu, 2003) (Tablo 2; Şekil 2 ve 3). Noktada gözlemler, 100 metre yarıçapa sahip bir dairenin sığabileceği meşcerelerde en az 15 dakika boyunca, hatboyu sayımlar ise en az 600 metrelik yürüme mesafesine sahip meşcerelerde en az 30 dakika olacak şekilde uygulanmış ve gerekli görüldüğü durumlarda bu zamanlar uzatılmıştır (Ralph vd., 1995; Volpato vd., 2009). Meşceredeki hakim ağaç türü, çağ sınıfları, yaş sınıfları, kapalılık, bonitet, eğim ve saha büyüklüğü verileri ise "Orman Genel Müdürlüğü Meşcere Haritası" verilerinden alınmıştır (OGM, 2023a,b). Çalışmada kullanılacak veriler:

Meşcere içerisinde bulunan ağaç türleri: (Ağac_turu): Kızılçam (*P. brutia*) "Çz", Karaçam (*P. nigra*) "Çk", Sarıçam (*P. sylvestris*) "Çs", Ardıç (*J. spp.*) "Ar", Meşe (*Q. spp.*) "M", Sedir (*C. sp.*) "S", Gürgen (*C. sp.*) "Gn", Kavak (*P. spp.*) "Kv", Servi (*C. spp.*) "Sr" ve Fıstıkçamı (*P. pinea*) "Çf" şeklinde,

Meşcereler gelişme çağlarına göre (Çağ_sın): 1,30 m çapları 7,9 cm'ye kadar olanlar (gençlik ve sırlıklık) "a", 1,30 m çapları 8-19,9 cm arasındakiler (sırlıklık ve direklik) "b", 1,30 m çapları 20-35,9 cm arasındakiler (ince ağaçlık) "c", 1,30 m çapları 36-51,9 cm arasındakiler (orta ağaçlık) "d", 1,30 m çapları 52 cm ve daha kalın çaplılar (kalın ağaçlık) "e" ve bunların değişik kombinasyonları: Ağaçlandırma ya da gençleştirme amacıyla boşaltılmış; ancak yer yer gençlik gelmesine rağmen başarısız olarak görülen alanlar "0a", Kısmen boşluklu tamamlama gerektiren başarılı alanlar "a0", meşcereyi oluşturan ağaçların çoğunluğu 8.0 cm den ince, ancak azımsanmayacak kadar 8.0-19.9 cm göğüs çapına sahip ağaçların da bulunduğu meşcere "ab", meşcereyi oluşturan ağaçların çoğunluğu 8.0-19.9 cm göğüs çapına sahip, genelde azımsanmayacak kadar da 20.0-35.9 cm göğüs çapına sahip ağaçların mevcut olduğu meşcere "bc", meşcereyi oluşturan ağaçların çoğunluğu 20.0-35.9 cm göğüs çapına sahip, genelde azımsanmayacak kadar da 36.0-51.9 cm göğüs çapına sahip ağaçların olduğu meşcere "cd", meşcereyi oluşturan ağaçların çoğunluğu 36.0-51.9 cm göğüs çapına sahip, genelde azımsanmayacak kadar da 52.0 cm den yukarı göğüs çapına sahip ağaçların olduğu meşcere "de" şeklinde,

Meşcerelerin sahip olduğu kapalılık durumuna göre (Kapalılık): %1-10 (boşluklu kapalı), %11-40 (gevşek kapalı), %41-70 (orta kapalı), %71-100 (tam kapalı) şeklinde,

Meşcere verimliliği (Bonitet): Verim yok, en yüksek, yüksek, orta, düşük ve en düşük şeklinde,

Meşcerenin eğimi (Eğim): 0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80, 81-90, 91-100 derece şeklinde,

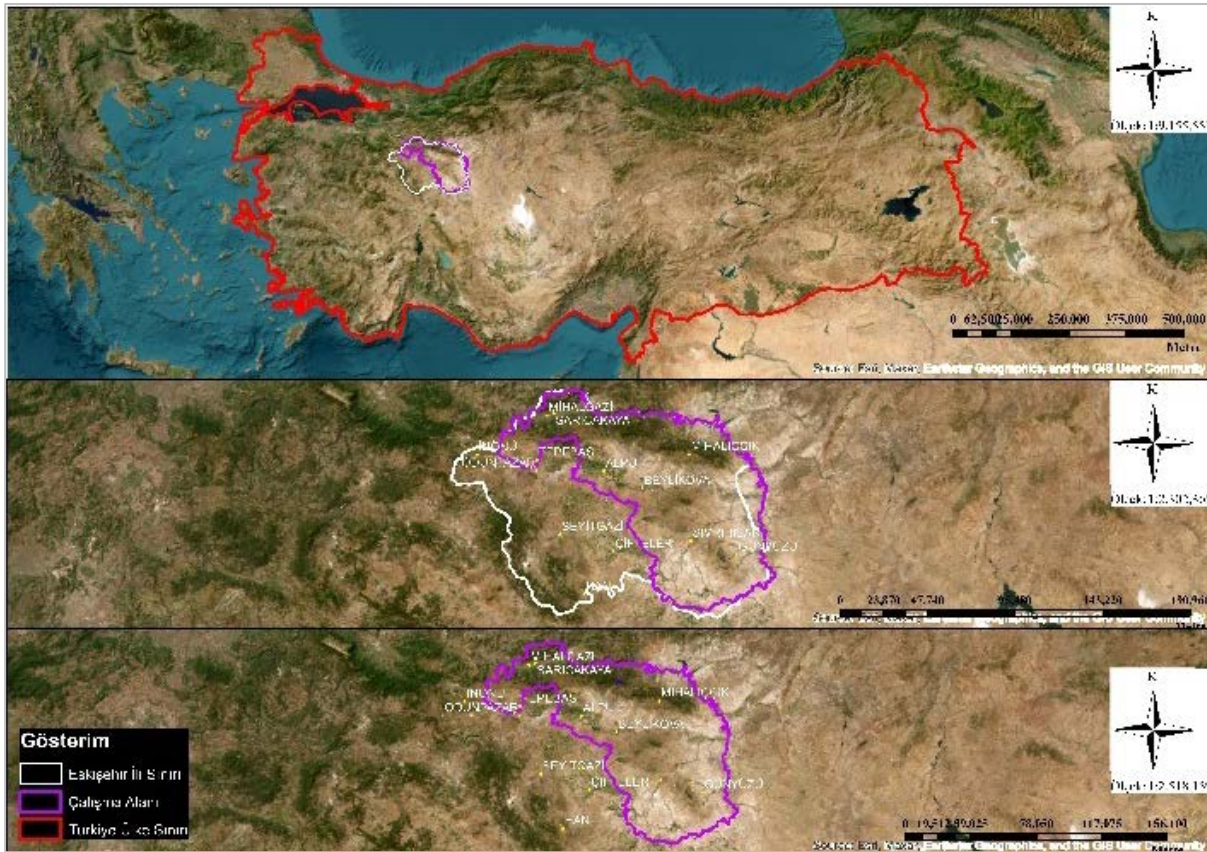
Meşcerenin saha büyüklüğü (Gerçek_saha): 3 ha'dan küçük, 3 ha ile 7 ha arasında, 7 ha ile 40 ha arasında, 40 ha'dan büyük şeklinde,

Türün tespit edildiği yükseklik (Yukseklık): 301-400 m, 401-500 m, 501-600 m, 601-700 m, 701-800 m, 801-900 m, 901-1000 m, 1001-1100 m, 1101-1200 m, 1201-1300 m, 1301-1400 m, 1401-1500 m, 1501-1600 m, 1601-1700 m şeklinde,

Meşcere yaş sınıfları (Yas_sın): (Karaçam (*P. nigra*) için); 0-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, 121-140, 141-160, 161-180, 181-200 yıl şeklinde kategorize edilmiştir. Diğer ağaç türlerinin yaş sınıfları Karaçam (*P. nigra*)'a göre tekrar düzenlenmiştir.

Çalışma noktaları orman işletme müdürlüğü sınırları içerisinde mümkün olduğunca alanın tamamını ve tüm şeflikleri temsil edecek şekilde farklı noktalarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Sigma 50-500 mm büyütme lense sahip Canon EOS 7D marka ve model DSLR fotoğraf makinesi, Nikon Action marka ve model, 10x50 ölçülerinde bir dürbün ve Garmin Etrex 10 marka ve model GPS cihazı kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılarak yapılmıştır. İncelenen faktörlerin hem normal dağılıma sahip olmaması hem homojen dağılıma sahip olmaması, hem de kategorik olması nedeniyle parametrik olmayan test yöntemleri kullanılmıştır. Orman alaca ağaçkakanın var-yok verisi ile meşcerenin kapalılık derecesi, ağaç türü, verimlilik, yükseklik, eğim, çağ sınıfı, yaş sınıfı ve saha büyüklüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla, "Mann Whitney U testi" kullanılmıştır. Daha sonra, var-yok verisi ile her bir faktörün aralarındaki ilişkinin derecesini belirlemek amacıyla, "Ki-Kare Testi" uygulanmıştır (Özdamar, 2011; Si vd., 2023) (Tablo 1).



Şekil 1. Çalışma alanı sınırları

Tablo 1

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler

D.major_varmı	Agac_turu	Kapalılık	cag_sın	Bonitet	yas_sın	Egim	Gercek_saha	Yukseklik
Hayır	Karışık orman	% 11-40 Kapalılık	b	orta	21-40	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karışık orman	% 11-40 Kapalılık	b	orta	21-40	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1501-1600
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	21-30	3 ha ile 7 ha arasında	1601-1700
Hayır	Sarıçam	% 11-40 Kapalılık	Karışık	yüksek	141-160	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	a	verim yok	0	51-60	40 ha'dan büyük	901-1000
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	40 ha'dan büyük	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	bc	en düşük	41-60	21-30	3 ha'dan küçük	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	801-900
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	a	verim yok	0	51-60	40 ha'dan büyük	801-900
Hayır	Karışık orman	% 11-40 Kapalılık	Karışık	en düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	c	düşük	61-80	11-20	3 ha ile 7 ha arasında	1401-1500
Hayır	Meşe	% 71-100 Kapalılık	a	düşük	1-20	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karışık orman	% 11-40 Kapalılık	Karışık	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	a	en düşük	1-20	71-80	40 ha'dan büyük	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	a	en düşük	1-20	51-60	40 ha'dan büyük	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	b	en düşük	21-40	11-20	3 ha'dan küçük	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	b	en düşük	21-40	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	b	en düşük	21-40	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	orta	101-120	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1501-1600
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	orta	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	41-50	3 ha'dan küçük	1301-1400

Tablo 1

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler (devam ediyor)

<i>D.major_varmı</i>	<i>Agac_turu</i>	Kapalılık	<i>cag_sın</i>	Bonitet	<i>yas_sın</i>	<i>Egim</i>	<i>Gercek_saha</i>	Yukseklik
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	orta	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en yüksek	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	orta	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	yüksek	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Ardıç	% 71-100 Kapalılık	bc	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1601-1700
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1501-1600
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	d	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	61-70	40 ha'dan büyük	1101-1200
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	11-20	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	11-20	40 ha'dan büyük	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	d	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	40 ha'dan büyük	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	cd	düşük	61-80	21-30	3 ha'dan küçük	1301-1400
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	orta	101-120	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1501-1600
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	orta	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1601-1700
Evet	Karışık orman	% 41-70 Kapalılık	d	düşük	101-120	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1601-1700
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	orta	61-80	21-30	3 ha ile 7 ha arasında	1601-1700
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	orta	81-100	21-30	40 ha'dan büyük	1601-1700
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	61-80	71-80	3 ha'dan küçük	1501-1600
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	40 ha'dan büyük	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	11-20	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400

Tablo 1

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler (devam ediyor)

D.major_varmı	Agac_turu	Kapalılık	cag_sın	Bonitet	yas_sın	Egim	Gercek_saha	Yukseklık
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	3 ha'dan küçük	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	d	düşük	81-100	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	d	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	61-80	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	orta	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	11-20	3 ha ile 7 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	61-80	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	en düşük	121-140	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	düşük	121-140	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Kızılçam	% 41-70 Kapalılık	d	orta	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	601-700
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Evet	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	c	yüksek	61-80	21-30	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	düşük	121-140	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	51-60	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	d	en düşük	81-100	61-70	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	d	düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400

Tablo 1

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler (devam ediyor)

D.major_varmı	Agac_turu	Kapalılık	cag_sın	Bonitet	yas_sın	Egim	Gercek_saha	Yukseklık
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	21-30	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	c	en düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Hayır	Karışık orman	% 11-40 Kapalılık	bc	en düşük	61-80	51-60	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	0-10	3 ha ile 7 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	0-10	3 ha ile 7 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	en düşük	61-80	0-10	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	en düşük	61-80	0-10	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	c	orta	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1501-1600
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	en düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Karaçam	% 11-40 Kapalılık	a	en düşük	1-20	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	en düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	en düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	en düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	en düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	en düşük	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	düşük	81-100	41-50	3 ha'dan küçük	1201-1300
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	orta	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	orta	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Sarıçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en yüksek	61-80	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	3 ha ile 7 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	c	yüksek	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	41-50	3 ha'dan küçük	1301-1400
Hayır	Sarıçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en yüksek	61-80	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Sarıçam	% 41-70 Kapalılık	cd	yüksek	61-80	41-50	3 ha'dan küçük	1401-1500
Hayır	Karışık orman	% 41-70 Kapalılık	cd	yüksek	101-120	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1401-1500
Hayır	Sarıçam	% 71-100 Kapalılık	c	orta	21-40	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1601-1700

Tablo 1

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler (devam ediyor)

<i>D.major_varmı</i>	<i>Agac_turu</i>	Kapalılık	<i>cag_sın</i>	Bonitet	<i>yas_sın</i>	<i>Egim</i>	<i>Gercek_saha</i>	Yukseklik
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	101-120	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Hayır	Kızılçam	% 41-70 Kapalılık	c	orta	41-60	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	501-600
Hayır	Kızılçam	% 41-70 Kapalılık	c	orta	41-60	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	401-500
Hayır	Kızılçam	% 11-40 Kapalılık	cd	orta	41-60	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	301-400
Hayır	Meşe	% 71-100 Kapalılık	ab	düşük	1-20	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	41-50	3 ha'dan küçük	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	141-160	21-30	3 ha'dan küçük	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	c	orta	81-100	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	orta	81-100	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	141-160	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	61-80	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Hayır	Kızılçam	% 41-70 Kapalılık	cd	orta	61-80	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	601-700
Hayır	Kızılçam	% 41-70 Kapalılık	c	orta	21-40	41-50	40 ha'dan büyük	301-400
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	41-50	3 ha ile 7 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	121-140	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	121-140	51-60	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	141-160	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	düşük	61-80	31-40	3 ha ile 7 ha arasında	1301-1400
Hayır	Ardıç	% 11-40 Kapalılık	c	orta	81-100	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	0-10	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	0-10	3 ha ile 7 ha arasında	801-900

Tablo 1.

Çalışma boyunca elde edilen istatistiksel veriler (devam ediyor)

<i>D.major</i> _varmı	Agac_turu	Kapalılık	cag_sın	Bonitet	yas_sın	Egim	Gercek_saha	Yukseklik
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	bc	en düşük	41-60	0-10	7 ha ile 40 ha arasında	701-800
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	81-100	0-10	3 ha'dan küçük	901-1000
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	0-10	40 ha'dan büyük	1001-1100
Evet	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	Karışık	en düşük	81-100	0-10	3 ha'dan küçük	1201-1300
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	0-10	3 ha ile 7 ha arasında	1101-1200
Evet	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	en düşük	61-80	0-10	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	21-30	40 ha'dan büyük	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	11-20	3 ha'dan küçük	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Evet	Sarıçam	% 41-70 Kapalılık	cd	yüksek	61-80	11-20	3 ha ile 7 ha arasında	1601-1700
Hayır	Sarıçam	% 71-100 Kapalılık	b	yüksek	1-20	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1601-1700
Hayır	Sarıçam	% 41-70 Kapalılık	c	yüksek	61-80	51-60	3 ha ile 7 ha arasında	1401-1500
Evet	Karışık orman	% 41-70 Kapalılık	cd	yüksek	81-100	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1501-1600
Hayır	Sarıçam	% 41-70 Kapalılık	cd	yüksek	41-60	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1401-1500
Hayır	Sarıçam	% 71-100 Kapalılık	c	yüksek	41-60	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Evet	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	düşük	61-80	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	Karışık	düşük	81-100	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	Karışık	en düşük	81-100	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	801-900
Hayır	Karışık orman	% 71-100 Kapalılık	Karışık	düşük	9	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Meşe	% 71-100 Kapalılık	a	orta	1-20	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	c	düşük	61-80	11-20	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karışık orman	% 1-10 Kapalılık	B	verim yok	0	41-50	3 ha'dan küçük	901-1000
Hayır	Meşe	% 41-70 Kapalılık	bc	düşük	41-60	41-50	7 ha ile 40 ha arasında	1001-1100
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	bc	orta	41-60	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	81-100	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	1201-1300
Hayır	Karaçam	% 71-100 Kapalılık	bc	düşük	41-60	21-30	7 ha ile 40 ha arasında	1301-1400
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	cd	düşük	81-100	61-70	7 ha ile 40 ha arasında	1101-1200
Hayır	Karaçam	% 41-70 Kapalılık	c	düşük	61-80	31-40	7 ha ile 40 ha arasında	901-1000

3. Bulgular ve Tartışma

Saha çalışmaları 168 farklı alanda gerçekleştirilmiştir. 135 alanda noktada gözlem, 33 alanda hatboyu sayım (transekt) yapılmıştır. Saha çalışması sayılarının şefliklere göre dağılımı; Türkmenbaba 13, Değirmendere 10, Gökçekaya 11, Arıkaya 13, Sakarya 8, Sarıcakaya 8, Alpu 7, Gümeledere 12 (Şekil 2), Beşpınar 10, Çatacık 10, Mihaliçcik 8, Kızıltepe 9, Kuzgun 8, Karateke 9, Kartal 10, Sivrihisar 12, Yunusemre 10 şeklindedir (Şekil 3; Tablo 2).

Tablo 2

Çalışma alanlarında uygulanan sayım yöntemlerine ait bilgiler

Tarih	Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Zone	Doğu Yönü	Kuzey Yönü	Sayım Yöntemi
15.07.2023	Çatacık	93	36S	348934,92	4235100,51	Noktada gözlem
15.07.2023	Çatacık	94	36S	349388,03	4422822,08	Noktada gözlem
15.07.2023	Çatacık	122	36S	349699,03	4422695,20	Noktada gözlem
15.07.2023	Çatacık	43	36S	345307,65	4425495,81	Noktada gözlem
15.07.2023	Türkmenbaba	591	36S	303999,80	4423213,51	Noktada gözlem
15.07.2023	Türkmenbaba	591	36S	303885,25	4423697,53	Noktada gözlem
15.07.2023	Türkmenbaba	594	36S	304739,66	4423720,68	Noktada gözlem
15.07.2023	Türkmenbaba	596	36S	305169,14	4422949,24	Noktada gözlem
15.07.2023	Türkmenbaba	676	36S	305352,92	4422704,64	Noktada gözlem
15.07.2023	Değirmendere	60	36S	341241,55	4424610,47	Noktada gözlem
15.07.2023	Değirmendere	61	36S	341543,09	4424135,93	Noktada gözlem
15.07.2023	Değirmendere	63	36S	342802,82	4424105,89	Noktada gözlem
16.07.2023	Gökçekaya	419	36S	330271,00	4418494,00	Noktada gözlem
16.07.2023	Mihaliçcik	310	36S	344337,46	4408944,64	Noktada gözlem
16.07.2023	Karateke	198	36S	375537,64	4414770,24	Noktada gözlem
16.07.2023	Kuzgun	129	36S	379887,89	4413456,55	Noktada gözlem
16.07.2023	Kuzgun	132	36S	381001,61	4412184,3	Noktada gözlem
16.07.2023	Kuzgun	133	36S	381034,33	4412806,18	Noktada gözlem
12.08.2023	Gökçekaya	258	36S	326675,14	4423818,40	Hatboyu (transekt)
12.08.2023	Gökçekaya	258	36S	326385,74	4423752,58	
12.08.2023	Gökçekaya	258	36S	326408,20	4423916,66	
12.08.2023	Gökçekaya	256	36S	325906,10	4424518,95	Hatboyu (transekt)
12.08.2023	Gökçekaya	257	36S	325756,07	4424319,92	
12.08.2023	Gökçekaya	256	36S	325582,09	4424075,46	
12.08.2023	Gökçekaya	200	36S	325306,16	4425696,37	Hatboyu (transekt)
12.08.2023	Gökçekaya	200	36S	325022,28	4425473,77	
12.08.2023	Gökçekaya	202	36S	325140,57	4426088,33	Noktada gözlem
12.08.2023	Gökçekaya	165	36S	324446,75	4426459,02	Noktada gözlem
12.08.2023	Arıkaya	81	36S	327788,79	4428104,55	Hatboyu
12.08.2023	Arıkaya	81	36S	327842,08	4428153,10	(transekt)
12.08.2023	Arıkaya	55	36S	329945,31	4428980,72	Hatboyu
12.08.2023	Arıkaya	55	36S	330047,30	4428938,57	(transekt)
12.08.2023	Arıkaya	97	36S	332522,78	4427435,07	Noktada gözlem
12.08.2023	Gümeledere	77	36T	335719,45	4427780,85	Noktada gözlem
12.08.2023	Gümeledere	47	36T	337187,25	4431945,51	Hatboyu
12.08.2023	Gümeledere	47	36T	337499,24	4432034,01	(transekt)
12.08.2023	Gümeledere	82	36S	337459,05	4429286,77	Hatboyu
12.08.2023	Gümeledere	82	36S	337523,14	4429096,51	(transekt)
12.08.2023	Gümeledere	88	36S	336236,43	4427457,87	Hatboyu
12.08.2023	Gümeledere	88	36S	336312,83	4427407,47	(transekt)
12.08.2023	Gümeledere	86	36S	335380,44	4427538,52	Hatboyu (transekt)
12.08.2023	Gümeledere	86	36S	335434,62	4427432,63	

Tablo 2

Çalışma alanlarında uygulanan sayım yöntemlerine ait bilgiler (devam ediyor)

Tarih	Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Zone	Doğu Yönü	Kuzey Yönü	Sayım Yöntemi
12.08.2023	Arıkaya	116	36S	334370.23	4427228.72	Noktada gözlem
12.08.2023	Arıkaya	114	36S	333864.17	4426812.75	Noktada gözlem
12.08.2023	Arıkaya	143	36S	335288.79	4424987.63	Hatboyu (transekt)
12.08.2023	Arıkaya	143	36S	335265.24	4424867.09	
13.08.2023	Değirmendere	85	36S	340979.47	4421838.53	Noktada gözlem
13.08.2023	Değirmendere	193	36S	339953.45	4412780.53	Noktada gözlem
13.08.2023	Mihaliçcik	310	36S	345006.85	4409036.01	Noktada gözlem
13.08.2023	Mihaliçcik	310	36S	344368.09	4409012.66	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	456	36S	368938.82	4390056.90	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	474	36S	369142.95	4388962.74	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	537	36S	368913.81	4388950.42	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	454	36S	367743.49	4389413.97	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	474	36S	368809.92	4389286.26	Noktada gözlem
13.08.2023	Mihaliçcik	648	36S	361877.00	4381506.02	Hatboyu (transekt)
13.08.2023	Mihaliçcik	648	36S	361604.82	4381474.03	
13.08.2023	Mihaliçcik	636	36S	357788.75	4381814.04	Hatboyu (transekt)
13.08.2023	Mihaliçcik	636	36S	357841.80	4381955.74	
13.08.2023	Mihaliçcik	638	36S	358233.89	4381208.53	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	708	36S	347187.44	4378283.21	Hatboyu (transekt)
13.08.2023	Sivrihisar	708	36S	347056.39	4378273.25	
13.08.2023	Sivrihisar	707	36S	347093.73	4378935.29	Noktada gözlem
13.08.2023	Sivrihisar	707	36S	347217.48	4378754.85	Noktada gözlem
26.08.2023	Karateke	146	36S	371470.65	4416860.28	Hatboyu (transekt)
26.08.2023	Karateke	146	36S	371391.49	4416730.49	
26.08.2023	Karateke	142	36S	370738.26	4417105.24	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	136	36S	368846.78	4418001.52	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	136	36S	368557.43	4418404.98	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	106	36S	369231.27	4418821.53	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	110	36S	369414.83	4419220.30	Hatboyu (transekt)
26.08.2023	Kartal	110	36S	369511.73	4419131.82	
26.08.2023	Kartal	110	36S	369374.29	4419174.48	
26.08.2023	Kartal	186	36S	367079.31	4420980.04	Hatboyu (transekt)
26.08.2023	Kartal	186	36S	366975.97	4420956.08	
26.08.2023	Kartal	185	36S	366651.24	4420844.39	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	181	36S	365784.18	4421086.33	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	105	36S	362382.00	4423695.00	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	180	36S	365365.21	4420159.72	Noktada gözlem
26.08.2023	Kartal	310	36S	365103.44	4417716.89	Noktada gözlem
26.08.2023	Beşpınar	299	36S	362811.38	4417289.30	Hatboyu (transekt)
26.08.2023	Beşpınar	299	36S	362825.33	4417242.30	
26.08.2023	Beşpınar	299	36S	362618.66	4416665.10	Hatboyu (transekt)
26.08.2023	Beşpınar	299	36S	362643.77	4416586.59	
26.08.2023	Beşpınar	299	36S	362613.32	4416767.68	
27.08.2023	Mihaliçcik	273	36S	374126.90	4410917.53	Noktada gözlem
27.08.2023	Mihaliçcik	189	36S	374744.20	4414847.63	Noktada gözlem
27.08.2023	Karateke	209	36S	378276.38	4416095.06	Hatboyu (transekt)
27.08.2023	Karateke	210	36S	378571.49	4416001.10	
27.08.2023	Yunusemre	39	36S	381643.14	4417336.54	Hatboyu (transekt)
27.08.2023	Yunusemre	39	36S	381831.48	4417494.60	
27.08.2023	Yunusemre	75	36S	381723.22	4417030.65	Noktada gözlem

Tablo 2

Çalışma alanlarında uygulanan sayım yöntemlerine ait bilgiler (devam ediyor)

Tarih	Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Zone	Doğu Yönü	Kuzey Yönü	Sayım Yöntemi
27.08.2023	Yunusemre	77	36S	383270.71	4416007.22	Noktada gözlem
27.08.2023	Yunusemre	79	36S	383969.64	4415833.93	Noktada gözlem
27.08.2023	Kuzgun	143	36S	383732.09	4413841.30	Hatboyu (transekt)
27.08.2023	Kuzgun	143	36S	383574.74	4413789.30	
9.09.2023	Sakarya	410	36T	305198.74	4434476.09	Noktada gözlem
9.09.2023	Sakarya	455	36T	305052.54	4433633.19	Noktada gözlem
9.09.2023	Sakarya	470	36T	311378.77	4434496.47	Noktada gözlem
9.09.2023	Sakarya	479	36T	315051.11	4434891.31	Noktada gözlem
9.09.2023	Alpu	18	36T	315249.86	4434681.44	Noktada gözlem
9.09.2023	Alpu	34	36T	315637.47	4433515.11	Noktada gözlem
9.09.2023	Alpu	74	36T	316163.97	4431476.89	Noktada gözlem
9.09.2023	Gökçekaya	131	36S	320893.39	4427478.39	Hatboyu (transekt)
9.09.2023	Gökçekaya	131	36S	320891.53	4427468.33	
9.09.2023	Gökçekaya	131	36S	320747.52	4427644.42	
9.09.2023	Arıkaya	58	36T	332819.19	4429885.86	Noktada gözlem
9.09.2023	Arıkaya	79	36S	333750.29	4429037.99	Noktada gözlem
9.09.2023	Arıkaya	98	36S	333226.07	4427380.53	Noktada gözlem
10.09.2023	Sakarya	600	36S	306499.95	4427085.72	Hatboyu (transekt)
10.09.2023	Sakarya	600	36S	306593.95	4426833.07	
10.09.2023	Sakarya	513	36T	304615.66	4430339.58	Noktada gözlem
10.09.2023	Sakarya	486	36T	303281.53	4431544.76	Noktada gözlem
10.09.2023	Sakarya	446	36T	301788.34	4432637.27	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	141	36T	297272.89	4441609.04	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	132	36T	293881.08	4442403.42	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	77	36T	293592.56	4442565.25	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	20	36T	306600.92	4446626.31	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	19	36T	306260.36	4446606.03	Hatboyu (transekt)
10.09.2023	Sarıcakaya	19	36T	306249.23	4446753.61	
10.09.2023	Sarıcakaya	25	36T	308082.75	4446558.70	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	17	36T	305056.25	4446673.85	Noktada gözlem
10.09.2023	Sarıcakaya	44	36T	296095.48	4444353.44	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	212	36S	284381.45	4428520.11	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	164	36S	284327.51	4428830.38	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	165	36S	284967.09	4429279.67	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	329	36S	287240.71	4427216.26	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	413	36S	294686.00	4424491.00	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	421	36S	298266.00	4424211.00	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	420	36S	297822.44	4425065.11	Noktada gözlem
23.09.2023	Türkmenbaba	504	36S	299737.11	4423180.90	Hatboyu (transekt)
23.09.2023	Türkmenbaba	504	36S	299846.63	4423079.27	
24.09.2023	Beşpınar	263	36S	356068.58	4417010.59	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	251	36S	355047.36	4417192.91	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	250	36S	355152.03	4417863.58	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	250	36S	355766.52	4417945.77	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	201	36S	356852.34	4418230.46	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	274	36S	358099.18	4418597.58	Noktada gözlem
24.09.2023	Beşpınar	218	36S	362100.86	4417811.62	Hatboyu (transekt)
24.09.2023	Beşpınar	218	36S	362125.96	4417780.64	
24.09.2023	Beşpınar	218	36S	362129.95	4417788.56	
24.09.2023	Beşpınar	303	36S	363559.87	4416752.37	Hatboyu (transekt)
24.09.2023	Beşpınar	303	36S	363558.24	4416752.07	
24.09.2023	Karateke	153	36S	373275.00	4417597.00	Noktada gözlem

Tablo 2

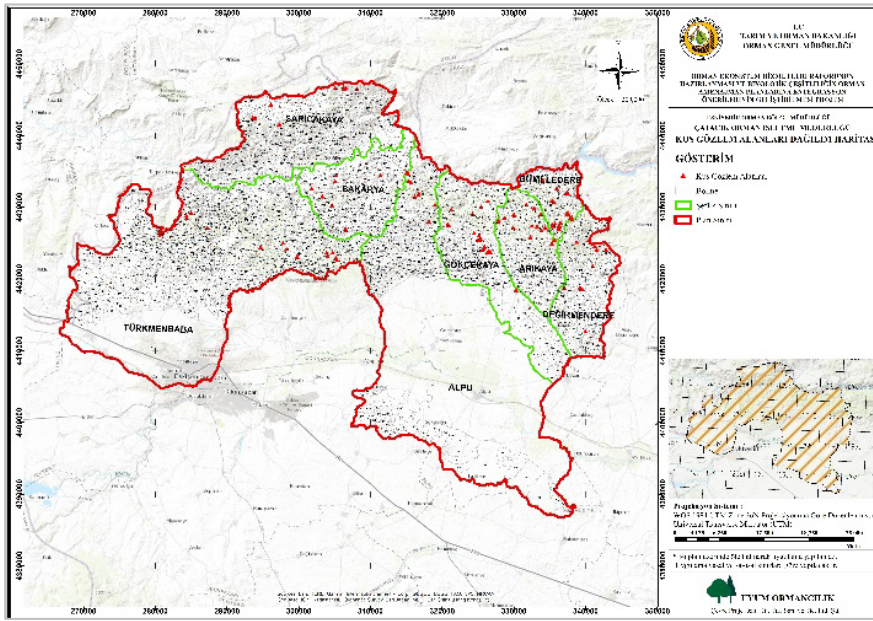
Çalışma alanlarında uygulanan sayım yöntemlerine ait bilgiler (devam ediyor)

Tarih	Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Zone	Doğu Yönü	Kuzey Yönü	Sayım Yöntemi
24.09.2023	Karateke	152	36S	372908.00	4417372.00	Noktada gözlem
7.10.2023	Sivrihisar	912	36S	362521.00	4348721.00	Noktada gözlem
7.10.2023	Sivrihisar	475	36S	370569.26	4389085.36	Noktada gözlem
7.10.2023	Sivrihisar	477	36S	370737.32	4389492.93	Noktada gözlem
7.10.2023	Sivrihisar	310	36S	374991.53	4400586.38	Noktada gözlem
7.10.2023	Kuzgun	149	36S	386184.99	4412792.68	Noktada gözlem
7.10.2023	Kuzgun	152	36S	386404.54	4412113.32	Noktada gözlem
7.10.2023	Kuzgun	156	36S	388310.19	4413032.00	Hatboyu (transekt)
7.10.2023	Kuzgun	156	36S	388254.12	4412883.83	
7.10.2023	Yunusemre	159	36S	389682.93	4413316.47	Noktada gözlem
7.10.2023	Yunusemre	106	36S	387586.73	4414288.77	Noktada gözlem
7.10.2023	Yunusemre	104	36S	387066.40	4415060.24	Noktada gözlem
7.10.2023	Yunusemre	103	36S	386581.53	4415499.50	Noktada gözlem
7.10.2023	Yunusemre	82	36S	385163.18	4414947.17	Noktada gözlem
7.10.2023	Yunusemre	78	36S	383466.23	4414998.73	Noktada gözlem
7.10.2023	Kuzgun	136	36S	382626.59	4413678.02	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	133	36T	353887.50	4430452.63	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	183	36T	352772.81	4430510.11	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	126	36T	353051.13	4431294.78	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	122	36T	352540.44	4432065.63	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	120	36T	351735.42	4432922.55	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	63	36T	355179.25	4434756.13	Hatboyu (transekt)
8.10.2023	Kızıltepe	63	36T	355238.80	4434469.06	
8.10.2023	Kızıltepe	114	36T	350074.73	4432388.04	Noktada gözlem
8.10.2023	Kızıltepe	106	36T	347569.82	4432079.98	Hatboyu (transekt)
8.10.2023	Kızıltepe	106	36T	347361.55	4432009.54	
8.10.2023	Kızıltepe	104	36T	346077.50	4431365.27	Noktada gözlem
8.10.2023	Çatacık	35	36S	344279.11	4425901.44	Noktada gözlem
8.10.2023	Çatacık	11	36S	349571.66	4426506.27	Noktada gözlem
8.10.2023	Çatacık	12	36S	350188.68	4426716.30	Noktada gözlem
8.10.2023	Çatacık	14	36S	351240.21	4426777.74	Noktada gözlem
9.10.2023	Karateke	211	36S	377455.97	4414179.46	Noktada gözlem
9.10.2023	Karateke	158	36S	375949.04	4416737.82	Noktada gözlem
9.10.2023	Karateke	123	36S	378088.48	4419664.24	Noktada gözlem
20.10.2023	Çatacık	206	36S	345594.03	4413757.11	Hatboyu (transekt)
20.10.2023	Çatacık	206	36S	345622.41	4414018.71	
20.10.2023	Çatacık	208	36S	346282.02	4415001.91	Noktada gözlem
20.10.2023	Değirmendere	117	36S	337006.99	4418811.68	Noktada gözlem
20.10.2023	Değirmendere	121	36S	339199.87	4418851.89	Noktada gözlem
20.10.2023	Değirmendere	133	36S	339554.90	4418580.01	Noktada gözlem
20.10.2023	Değirmendere	56	36S	338722.56	4425204.99	Noktada gözlem
20.10.2023	Gümeledere	93	36S	335635.00	4425472.00	Noktada gözlem
20.10.2023	Gümeledere	90	36S	336256.87	4427050.20	Noktada gözlem
20.10.2023	Değirmendere	8	36S	338106.31	4428373.12	Noktada gözlem
20.10.2023	Gümeledere	82	36S	337844.08	4428565.94	Noktada gözlem
20.10.2023	Gümeledere	89	36S	336457.24	4427894.22	Noktada gözlem
21.10.2023	Arıkaya	108	36S	332291.15	4425871.40	Noktada gözlem
21.10.2023	Gümeledere	61	36T	335532.12	4430756.23	Hatboyu (transekt)
21.10.2023	Gümeledere	61	36T	335305.94	4430950.69	
21.10.2023	Gümeledere	31	36T	336000.87	4432680.43	Noktada gözlem
21.10.2023	Gümeledere	8	36T	334033.94	4433836.35	Noktada gözlem
21.10.2023	Arıkaya	44	36T	331726.32	4430402.95	Noktada gözlem

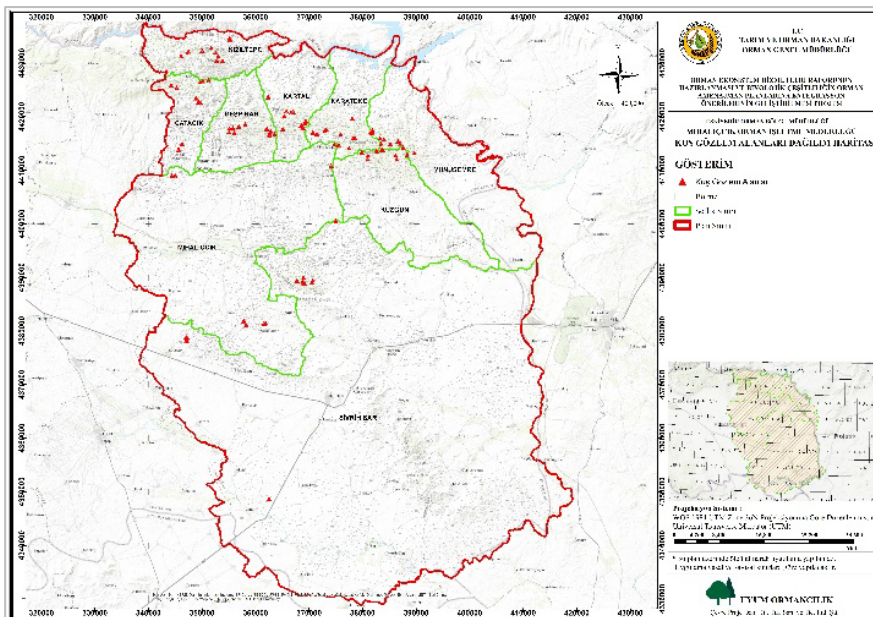
Tablo 2

Çalışma alanlarında uygulanan sayım yöntemlerine ait bilgiler (devam ediyor)

Tarih	Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Zone	Doğu Yönü	Kuzey Yönü	Sayım Yöntemi
21.10.2023	Arıkaya	84	36S	328640.22	4428504.35	Noktada gözlem
21.10.2023	Arıkaya	90	36S	329870.14	4427173.28	Noktada gözlem
21.10.2023	Gökçekaya	137	36S	324237.82	4429100.56	Noktada gözlem
21.10.2023	Gökçekaya	107	36S	321250.26	4429706.39	Noktada gözlem
21.10.2023	Gökçekaya	31	36T	326359.18	4430892.22	Noktada gözlem
21.10.2023	Gökçekaya	50	36T	325425.73	4430076.86	Noktada gözlem
22.10.2023	Alpu	129	36S	318137.57	4428062.86	Noktada gözlem
22.10.2023	Alpu	82	36T	318992.19	4430391.65	Noktada gözlem
22.10.2023	Alpu	51	36T	316670.08	4431799.43	Hatboyu (transekt)
22.10.2023	Alpu	51	36T	316720.70	4431940.04	
22.10.2023	Alpu	32	36T	315299.47	4433670.60	Noktada gözlem



Şekil 2. Çatacık orman işletme müdürlüğü içerisindeki çalışma alanları



Şekil 3. Mihaliçcik orman işletme müdürlüğü içerisindeki çalışma alanları

Tablo 1’deki verilere uygulanan Mann-Whitney U testi tablosundaki Asymp.Sig. Sütunu anlamlılık değerleri incelendiğinde, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)’un alanda bulunması ile kapallılık ($p=0.023$), ağaç türü ($p=0.001$), çağ sınıfı ($p=0.000$), yaş sınıfı ($p=0.034$), yükseklik ($p=0.000$) ve eğim ($p=0.008$) arasındaki ilişkinin $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir. Yani, türün alanda bulunması, meşcerede hakim olan ağaç türlerine, meşcerenin kapallılık derecesine, meşcerenin hakim çağ ve yaş sınıfına, meşcerenin eğim derecesine ve yüksekliğe göre farklılık göstermektedir. Ancak, türün alanda bulunması ile meşcerenin gerçek saha büyüklüğü ($p=0.752$) ve meşcerenin bonitet’i ($p=0.697$) arasındaki ilişkinin $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenemez. Yani, türün alanda bulunması, meşcerenin büyüklüğüne ve meşcerenin bonitetine göre farklılık göstermemektedir (Tablo 3).

Tablo 3

Mann-Whitney U testi sonuçları

Test Statistics^a

	Kapallılık	Agac_turu	cag_sın	Bonitet	yas_sın	Yukseklık	Egim	Gercek_saha
Mann-Whitney U	2346.500	2156.500	1635.500	2835.500	2069.500	1683.000	2199.000	2864.000
Wilcoxon W	8562.500	3587.500	7851.500	9051.500	8285.500	7899.000	3630.000	9080.000
Z	-2.271	-3.419	-4.839	-.390	-3.203	-4.469	-2.672	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.023	0.001	0.000	0.697	0.001	0.000	0.008	0.752

a. Grouping Variable: Dmajor_varmı

Ki-kare testi sonuçları incelendiğinde; meşcerenin kapallılık derecesi türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.001$, $p<0.05$) (Tablo 4). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %54.7 oranında %71-100 kapallılık derecesine sahip, %43.4 oranında %41-70 kapallılık derecesine sahip, %1.9 oranında da %11-40 kapallılık derecesine sahip meşcereleri tercih etmektedir. %1-10 kapallılık derecesine sahip meşcereleri tercih etmemektedir.

Meşceredeki hâkim ağaç türleri, türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.015$, $p<0.05$) (Tablo 5). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %90.6 oranında Karaçam (*P. nigra*) ağacının hakim olduğu meşcereleri, %7.5 oranında karışık ormanlık (karaçam’ın da olduğu) meşcereleri, %1.9 oranında da Sarıçam (*P. sylvestris*) ağacının hakim olduğu meşcereleri tercih etmektedir. Kızılçam (*P. brutia*), Ardıç (*J. sp.*) ve Meşe (*Q. sp.*) ağaçlarının hakim olduğu meşcereleri tercih etmemektedir.

Tablo 4

Kapallılık derecesi Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15.656 ^a	3	0.001
Likelihood Ratio	21.462	3	0.000
Linear-by-Linear Association	8.696	1	0.003
N of Valid Cases	164		

a. 1 cells (12.5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.52.

Tablo 5

Ağaç türü Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14.073 ^a	5	0.015
Likelihood Ratio	18.394	5	0.002
Linear-by-Linear Association	7.778	1	0.005
N of Valid Cases	163		

a. 7 cells (58.3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.65.

Meşceredeki ağaçların hakim çağ sınıfı, türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.000$, $p<0.05$) (Tablo 6). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %62.3 oranında “cd” çağının hakim olduğu, %20.8 oranında “d” çağının, %15.1 oranında “c” çağının, %1.9 oranında da karışık (c, cd ve d) çağ sınıflarının hakim olduğu meşcereleri tercih etmektedir. “a”, “ab”, “b” ve “bc” çağ sınıfları hakim olan meşcereleri tercih etmemektedir.

Tablo 6

Meşcere çağ sınıfı Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33.483 ^a	8	0.000
Likelihood Ratio	42.618	8	0.000
Linear-by-Linear Association	15.160	1	0.000
N of Valid Cases	164		

a. 11 cells (61.1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.32.

Meşceredeki ağaçların hakim yaş sınıfı, türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.001$, $p<0.05$) (Tablo 7). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %50.9 oranında “81-100 yıl” yaş grubu ağacının hakim olduğu, daha sonra %39.6 oranında “61-80 yıl” yaş grubu ağacın hakim olduğu, %5.7 oranında “101-120 yıl” yaş grubu ağacın hakim olduğu, %3.8 oranında da “121-140 yıl” yaş grubu ağacın hakim olduğu meşcereleri tercih etmektedir. Diğer yaş grubunun hakim olduğu meşcereleri tercih etmemektedirler.

Deniz seviyesine göre meşcerenin yükseklik değeri, türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.007$, $p<0.05$) (Tablo 8). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %26.4 oranında 1201-1300 metre yükseklikteki, %20.8 oranında 1401-1500 metre yükseklikteki, %15.1 oranında 1301-1400 metre yükseklikteki, %13.2 oranında 1101-1200 metre yükseklikteki, %11.3 oranında 1601-1700 metre yükseklikteki, %9.4 oranında 1501-1600 metre yükseklikteki, %3.8 oranında 1001-1100 metre yükseklikteki meşcereleri tercih etmektedir. 1000 metre altındaki meşcereleri tercih etmemektedirler.

Tablo 7

Meşcere yaş sınıfı Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28.554 ^a	9	0.001
Likelihood Ratio	41.152	9	0.000
Linear-by-Linear Association	10.910	1	0.001
N of Valid Cases	164		

a. 14 cells (70.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.32.

Tablo 8

Meşcere yükseklik değeri Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	29.002 ^a	13	0.007
Likelihood Ratio	35.647	13	0.001
Linear-by-Linear Association	20.203	1	0.000
N of Valid Cases	164		

a. 16 cells (57.1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.32.

Meşceredeki hakim eğim, türün alanı tercih etmesini etkilemektedir ($p=0.031$, $p<0.05$) (Tablo 9). Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), %39.6 oranında %21-30 eğimin hakim olduğu, %26.4 oranında %11-20 eğimin hakim olduğu, %18.9 oranında %31-40 eğimin hakim olduğu, %5.7 oranında %0-10 eğimin hakim olduğu, %3.8

oranında %41-50 eğimin hakim olduğu, %1.9 oranında da %51-60, %61-70, %71-80 eğimin hakim olduğu meşcereleri tercih etmektedir. Ancak, %81-90 ve %91-100 eğimin hakim olduğu meşcereleri tercih etmemektedir.

Tablo 9

Meşcere eğim değeri Ki-kare test sonuçları

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15.412 ^a	7	0.031
Likelihood Ratio	17.199	7	0.016
Linear-by-Linear Association	4.889	1	0.027
N of Valid Cases	164		

a. 7 cells (43.8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.65.

Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)’nın beslenme ve yuva yapmak için geniş gövde çaplarının hakim olduğu olgun meşcereleri kullandığına dair sonuçlar birçok çalışmada elde edilmiş olup (Hagvar vd., 1990; Kosinski vd., 2006; Hebda vd., 2017; Akdemir, 2023; Akpınar, 2023) elde ettiğimiz sonuçlarımız ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak, ağacın gövde çapı büyüdükçe yani yaşı arttıkça, gövdedeki çürümeye bağlı olarak böcek miktarındaki

i artış ile daha fazla beslenme imkanı, ve gövdedeki yumuşamaya bağlı olarak da daha az enerji ile yuva deliği açarak barınma imkanı vermesi olarak düşünülmektedir (Jackson ve Jackson, 2004; Pasinelli, 2007; Serin vd., 2010).

Yapılan bu çalışmada, türün en çok “81-100” ve “61-80”, yaşlarındaki ağaçları tercih ettiği tespit edilmiştir. Kosinski ve Kempa (2007) yaptıkları çalışmada, tüm ağaçkakan türlerinin yuva alanı olarak yaşlı ormanları (>80 yaş) tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Bu yaşlardaki ağaçlar genellikle “hastalıklı canlı ağaç” olarak nitelendirilmektedir. Akpınar (2023) ise yaptığı çalışmada tespit ettiği yuvaların %53’ü canlı ağaçlarda yer almaktadır. Sonuç olarak tüm veriler ortak değerlendirildiğinde, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), diğer ağaçkakan türlerinden farklı olarak ölü ya da çürüyen ağaçlar yerine canlı ağaçları (hastalıklı/sağlıklı) tercih etmektedir (Mazgajski, 1998; Kosinski ve Winiecki 2004; Kosinski ve Kempa, 2007; Smith 2007; Pasinelli 2007; Blanc ve Martin, 2012; Hebda vd., 2017; Onodi vd., 2021; Si vd., 2023). Bunun nedeni olarak, yapılan oyukların yeniden kullanımının ölü ağaçlardan ziyade canlı ağaçlarda daha sık gerçekleşme eğiliminden olduğu düşünülmektedir (Blanc ve Martin, 2012).

Akpınar (2023)’e göre, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) yuva yapmak için genellikle Meşe (*Q. sp.*) türlerini tercih etmesine rağmen, nadiren Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), Doğu kayını (*Fagus orientalis*), Adi gürgen (*Carpinus betulus*) ve Yabani vişne (*Prunus cerasus*) türlerini de tercih etmektedir. Akdemir (2023)’e göre ise, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) yuva yapmak ve beslenmek için en fazla Karaçam (*P. nigra*) türünü tercih etmekle birlikte, Gökmar (A. sp.), Meşe (*Q. sp.*) ve Kestane (*C. sp.*) türlerini de tercih etmektedir. Ek olarak, bu tür, yapraklı ve ibrelili+yapraklı karışık ormanlar ile pozitif bir ilişki göstermektedir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar Akdemir (2023) ile uyusmaktadır. Yapılan birçok çalışmada da türün geniş yapraklı karışık ormanlar ile pozitif ilişki gösterdiği ve geniş yapraklı ağaç türlerinin de önemli olduğu bildirilmektedir (Mazgajski, 1998; Kosinski ve Winiecki 2004; Kosinski vd., 2006; Hebda, 2009). Türün çalışma alanımızda en çok Karaçam (*P. nigra*)’ı tercih etmesinin nedeni sonbahar ve kış mevsiminde bitkisel kaynaklı olarak kozalak tohumları ile beslenmesi olduğu tahmin edilmektedir.

Akdemir (2023) yaptığı çalışmada, Alaca ağaçkakan (*D. syriacus*) ve Yeşil ağaçkakan (*P. viridis*) türleri için kapalılık derecesinin alan tercihinde etkili olduğunu ancak Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) için ise kapalılık derecesinin alan tercihinde etkili olmadığını belirlerken, Akpınar (2023) yaptığı çalışmada yuvaların genellikle %71-100 ile %41-70 kapalılığa sahip alanlarda yapıldığını belirlemiştir. Bu çalışmada, Akpınar

(2023)'a benzer şekilde bu türün en fazla %71-100 kapalılık derecesine sahip, daha sonra da %41-70 derecesine sahip alanları tercih ettiği belirlenmiş olup bu türün tüm yıl boyunca hem beslenme hem de yuva yapımı sırasında, süzülen yırtıcı kuşlar tarafından avlanma riskini en aza indirmek için yüksek kapalılık derecesine sahip alanları tercih ettiği düşünülmektedir.

Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) ile yapılan çalışmalarda, Kristin (2002) 460-1460 metre, Akdemir (2023) 300-1250 metre aralığındaki alanları kullandığı sonucunu verirken, Moradi vd., (2017) ve Karimi vd., (2019) üreme ve beslenme için ideal yükseltinin 700 metre olduğu sonucunu vermektedir. Yapılan bu çalışmada, türün alanda bulunmasının, alanın yükseklik değerine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiş, 1000-1700 metre aralığındaki alanları kullandığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuç ile diğer yazarların verileri de göz önüne alındığında, türün yayılış alanlarında görülen bu yükseklik değerleri değişkenliği, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*)'nın çevresel koşullara (sıcaklık, iklim ve vejetasyon) hızlı uyum sağlayıp farklı yüksekliklerde yaşayabileceğini düşündürmektedir.

IUFRO (International Union of Forestry Research Organization) tarafından kabul edilen eğim sınıfları sistemine (URL-4, 2024) göre sonuçlarımız değerlendirildiğinde, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) en çok orta eğimli (% 21-33) arazileri, daha sonra da hafif eğimli (% 11-20) arazileri, en son da dik (% 34-50) arazileri tercih etmektedir. Düz (% 0-10) araziler tercihlerinin sonlarında yer alırken, en az çok dik (% 51<) arazileri tercih etmektedir. Ancak, %80'in üzerinde eğimin hâkim olduğu alanları hiç tercih etmemektedir. Sonuçlarımız, Akpınar (2023) ve Akdemir (2023)'ün elde ettikleri sonuçlar ile birlikte değerlendirildiğinde, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*), beslenme ve yuva yapmak için en çok %0-33 eğime sahip alanları tercih ettiği düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Ağaçkakanlar, hem ağaçlara zarar veren kabuk böcekleri ile beslenerek biyolojik mücadelede orman sağlığına katkı sağlayarak hem de yuva yapmak için açtıkları oyuklar yıllar boyunca diğer kuş, memeli ve omurgasız hayvanlar tarafından yuva vb. amaçlarla kullanılması nedeniyle önemli bir ekolojik görev üstlenmektedirler. Özellikle küresel iklim değişikliği etkisiyle önümüzdeki yıllarda artacak istilacı zararlı böceklerle mücadeledeki etkin rolleri olabileceği düşünüldüğünde, ağaçkakan türlerinin korunması büyük önem göstermektedir (Akdemir, 2023). Tüm bu nedenlerden ötürü, ağaçkakanlar “şemsiye tür” olarak da önerilebilirler, çünkü bu türlerin korunması sayesinde ekosistemdeki diğer ilişkili oldukları canlı türlerinin de korunması mümkündür (Onodi vd., 2021). Ancak ağaçkakan türlerinin tek tek korunması hem zaman hem de maliyet açısından mümkün olmadığından, türlerin habitat istekleri belirlenerek ortak habitatların korunması daha makul bir çözümdür. Dolayısıyla öncelikli olarak türlerin habitat isteklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) türünün Çatacık ve Mihaliçcik OİM sınırları içerisindeki habitat tercihleri belirlenmiş ve dağılımı üzerine etkili olan faktörler ortaya koyulmuştur. Çalışma sonucunda, Orman alaca ağaçkakanı (*D. major*) için meşcerede hâkim olan ağaç türü, ağaç gövde çapı, ağaç yaşı, kapalılık, eğim ve yükseklik faktörlerinin belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, bu türün yaşam alanlarının korunması ve sürdürülebilir orman yönetiminin geliştirilmesi için diğer yazarların önerilerine ilave olarak; (i) Üreme mevsiminde alan kullanım büyüklüğü ortalama 3 ha olduğundan (Kosinski ve Kempa, 2007) dolayı her 3 ha'da bir 81-100 yaş grubu ağacın hakim olduğu, %0-33 arası eğime sahip, Çkd3 kodlu meşcereler korunmalı ya da oluşturulmalıdır, (ii) Kesim yapılacak alanlardaki ağaçlar 1 üreme dönemi boyunca (özellikle Nisan, Mayıs ve Haziran ayları) yuva varlığı bakımından kontrol edilmeli, yuva bulunan alanlarda ve bu alanların 3 ha çevresinde ormancılık faaliyetleri yapılmamalıdır, (iii) Traşlama uygulamasında, “3.” derece (%71-100) kapalılık örtüsüne sahip meşcere, traşlama sonrası “1.” derece (%11-40) kapalılık örtüsüne sahip meşcere haline getirmek yerine, traşlama ile sadece 1 kademe düşürülerek “2.” derece (%41-70) kapalılık örtüsüne sahip meşcere olarak bırakılması önerilmektedir. Aynı durum “cd” ve “d” çağ sınıfları için de uygulanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğü Ekosistem Hizmetleri Dairesi Başkanlığı tarafından bütçesi verilen ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü tarafından 06.06.2023 tarihinde 2023/502136 ikn no ile ve Mihaliçcik Orman İşletme Müdürlüğü tarafından 08.06.2023 tarihinde 2023/511872 ikn no ile ihale edilen “Orman Ekosistem Hizmetleri Raporunun Hazırlanması Ve Biyolojik Çeşitliliğin Orman Amenajman Planlarına Entegrasyon Önerilerinin Geliştirilmesi Hizmet Alımı” işi kapsamında Uyum Ormancılık Çevre Proje Danışmanlık Bilişim Turizm Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti firması tarafından desteklenerek yapılmıştır. İlgili Bakanlık personeline ve Uyum ormancılık çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yazar Katkıları

Yazar Mehmet Mahir Karataş: Çalışmanın tüm aşamalarında görev almış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Kaynaklar

- Akdemir, D. (2023). *Kaz Dağları'nda Ağaçkakan (Picidae) Türlerinin Habitat Tercihlerinin Belirlenmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Akpınar, D. (2023). *Belgrad Ormanı'ndaki Ağaçkakan (Aves: Picidae) Türlerinin Yuva Yeri Seçimi ve Yuva Ağacı Karakteristikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Baddeley, C. (1985). *Assessments of wild animal abundance*. Protection Forestry Division, Forest Research Institute, New Zealand
- Bibby, C. J., Burgess, N. D. and Hill, D. A. (1992). *Birds Census Techniques*, Academic Press Limited, London, 257 s.
- Bird Life International. (2016). *Dendrocopos major*, The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22681124A87323054. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22681124A87323054.en>.
- Blanc, L. A. and Martin, K. (2012). Identifying suitable woodpecker nest trees using decay selection profiles in trembling aspen (*Populus tremuloides*). *Forest Ecology and Management* 286, 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.08.021>.
- Chen, Y., Dong, L. and Liu, Z. (2022). Integrating Habitat Quality of the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) in Forest Spatial Harvest Scheduling Problems. *Forests* 13, 525. <https://doi.org/10.3390/f13040525>.
- Drever, M.C., Aitken, K.E.H., Norris, A.R. and Martin, K. (2008). Woodpeckers as reliable indicators of bird richness, forest health and harvest. *Biological Conservation* 141 (3), 624-634. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.12.004>.
- Dylewski, L., Yosef, R. and Myczko, M. (2017). Difference on cone size preferences between two coniferous species by Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*). *PeerJ* 5, 32-88. <https://doi.org/10.7717/peerj.3288>.
- Furtun, Ö.L., Erciyas Yavuz, K. ve Karataş, A. (Editörler) (2021). *Traküş Türkiye'nin Kuşları. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları*, İstanbul, 414 sayfa.
- Hagvar, S., Hagvar, G. and Monness, E. (1990). Nest site selection in Norwegian woodpeckers. *Ecography* 13(2), 156-165. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1990.tb00602.x>
- Hebda G., Wesolowski T. and Rowiński P. (2017). Nest sites of a strong excavator, the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major*, in a primeval forest. *Ardea* 105, 61–71. <https://doi.org/10.5253/arde.v105i1.a8>.

- Hebda, G. (2009). Nesting sites of the great spotted woodpecker (*Dendrocopos major*) in Poland: analysis of nest cards. *Polish Journal of Ecology* 57, 149-158.
- Jackson, J. A. and Jackson, B. J. (2004). Ecological relationships between fungi and woodpecker cavity sites. *The condor* 106(1), 37-49. <https://doi.org/10.1093/condor/106.1.37>.
- Karimi, S., Varasteh Moradi, H., Rezaei, H. R. and Ghadim, M. (2019). Investigating the effect of environmental variables on distribution of three woodpecker species (black woodpecker, great spotted woodpecker and green woodpecker) in Shast Kolateh Forest, Gorgan. *Journal of Environmental Science and Technology* 21(1), 245-259. <https://doi.org/10.30495/JEST.2018.13793>
- Kosinski Z. and Ksit P. (2007). Nest holes of Great Spotted Woodpeckers *Dendrocopos major* and Middle Spotted Woodpeckers *D. medius*: Do they really differ in size?. *Acta Ornithology* 42, 45–52. <https://doi.org/10.3161/068.042.0112>.
- Kosinski Z., Ksit P. and Winiecki A. (2006). Nest sites of Great Spotted Woodpeckers *Dendrocopos major* and Middle Spotted Woodpeckers *Dendrocopos medius* in near-natural and managed riverine forests. *Acta Ornithology* 41, 21-32. <https://doi.org/10.3161/068.041.0108>
- Kosinski, Z. and Kempa, M. (2007). Density, distribution and nest-sites of woodpeckers (Picidae) in a managed forest of Western Poland. *Polish Journal of Ecology* 55(3), 519. <https://doi.org/10.5555/20073261131>.
- Kosinski, Z. and Winiecki, A. (2004). Nest-site selection and niche partitioning among the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* and Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in riverine forest of Central Europe. *Ornis Fennica* 81(4), 145-156. Retrieved from <https://ornisfennica.journal.fi/article/view/133622>
- Kristin, A. (2002). Woodpecker Distribution and Abundance Along Avertical Gradient in the Pol'ana Mts. (Central Slovakia). International Woodpecker Symposium (pp. 119-125). March 23-25, Göttingen, Germany.
- Lee, S-Y., Lee, J. and Sung, H.C. (2023). The impact of forest characteristics, and bird and insect diversity on the occurrence of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* and Greyheaded Woodpecker *Picus canus* in South Korea. *Bird Study*, <https://doi.org/10.1080/00063657.2023.2245192>.
- Mazgajski, T.D. (1998). Nest-Site Characteristic Of Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in Central Poland. *Polish Journal Of Ecology* 46 (1), 33-41.
- Moradi, S., Sheykhi-Ilanloo, S. and Kafash, A. (2017). Habitats with high suitability of great spotted woodpecker (*Dendrocopos major*), a priority for conservation of Hyrcanian forests. *Journal of Animal Environment* 9(4), 95-102. <https://doi.org/20.1001.1.27171388.1396.9.4.12.4>.
- OGM, (2023a). Biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyon önerilerinin geliştirilmesi. Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Mihalıççık Orman İşletme Müdürlüğü, Eskişehir.
- OGM, (2023b). Biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyon önerilerinin geliştirilmesi. Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü, Eskişehir.
- Oğurlu, İ. (2003). *Yaban Hayatında Envanter*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 207 s. Isparta.
- Onodi, G. and Csörgő, T. (2012). The habitat preference of the Great-spotted Woodpecker (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758) in a mosaic habitat. *Természetvédelmi Közlemények* 18, 402-414. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/270566765>
- Onodi, G., Csiszár, A., Botta-Dukát, Z., Csörgő, T. and Winkler, D. (2021). Intersexual segregation in winter foraging of great spotted woodpecker *Dendrocopos major* in riparian forests infested with invasive tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research*,

<https://doi.org/10.1080/02827581.2021.1943516>.

- Özdamar, K. (2011). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. 5. Baskı. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Park, C.E., Kim, M.C., Ibal, J.C.P., Quang, H.P., Park, H.C. and Shin, J.H. (2019). The complete mitochondrial genome sequence of *Dendrocopos major* (Aves, Piciformes, Picidae). *Mitochondrial DNA Part B* 4 (1), 777-778. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1565980>.
- Pasinelli, G. (2007). Nest site selection in middle and great spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* & *D. major*: implications for forest management and conservation. *Biodiversity Conservation* 16,1283–1298. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9162-x>.
- Perktas, U. and Quintero, E. (2012). A wide geographical survey of mitochondrial DNA variation in the great spotted woodpecker complex, *Dendrocopos major* (Aves: Picidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2012.02003.x>.
- Ralph, J.C., Sauer, J.R. and Droege, S. (Eds.) (1995). *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. General Technical Report PSW-GTR-149. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 187 pp. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-149>.
- Roberge, J.M. and Angelstam, P. (2006). Indicator species among resident forest birds - a cross-regional evaluation in northern Europe. *Biological Conservation* 130, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.12.008>.
- Roberge, J.M., Angelstam, P. and Villard, M.A. (2008). Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests – Deriving quantitative targets for conservation planning. *Biological Conservation* 141(4), 997–1012. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.01.010>.
- Serin, M., Erdem, M., Yüksel, B., Akbulut, S. ve Duyar, A. (2010). Aladağ Orman İşletmesi Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ormanlarında kabuk böceklerinin kışlama (Hibernasyon) davranışlarının belirlenmesi (*Pityokteines curvidens*) (Germar örneği). *Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 19*.
- Shi, X., Gong, C., Zhang, L., Hu, J., Ouyang, Z. and Xiao, Y. (2019). Which Species Should We Focus On? Umbrella Species Assessment in Southwest China. *Biology* 8(42). <https://doi.org/10.3390/biology8020042>.
- Si, Y., Meng, D., Zhong, H., Zhu, Z., Zou, H. and Rong, K. (2023). Foraging Niche Differentiation of Five Woodpecker Species in the Primitive Broadleaved Korean Pine Forests of Northeast China. *Forests* 14, 2166. <https://doi.org/10.3390/f14112166>.
- Smith, K.W. (2007). The utilization of dead wood resources by woodpeckers in Britain. *Ibis* 149, 183-192. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00738.x>.
- Stański, T., Czeszczewik, D., Stańska, M. and Walankiewicz, W. (2021). Anvils of the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) in primeval oak-lime-hornbeam stands of the Białowieża National Park. *The European Zoological Journal* 88 (1), 1-8, <https://doi.org/10.1080/24750263.2020.1844324>.
- Stański, T., Stańska, M. and Czeszczewik, D. (2023). Foraging behaviour of the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) in the Białowieża National Park: Comparison of breeding and non-breeding seasons. *Ornis Fennica* 100(1), 38–50. <https://doi.org/10.51812/of.126163>
- URL-1 (2024). The Cornell lab of Ornithology, e-Bird veritabanı, Erişim Tarihi: 23.01.2024. Erişim adresi: www.ebird.org
- URL-2 (2024). Orman Genel Müdürlüğü, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Erişim tarihi: 23.01.2024. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/eskisehirobm/kurulusumuz/mihaliccik-orman-isletme-mudurlugu>
- URL-3 (2024). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Eskişehir’e ait genel istatistik verileri, Erişim tarihi: 23.01.2024. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ESKISEHIR>

- URL-4 (2024). IUFRO (International Union of Forestry Research Organization, Erişim tarihi: 23.01.2024. Erişim adresi: <https://www.iufro.org/publications/summaries/>
- Volpato, G.H., Lopes, E.V., Mendonça, L.B., Boçon, R., Bisheimer, M.V., Serafini, P.P. and Anjos, L. (2009). The use of the point count method for bird survey in the Atlantic forest. *Zoologia* 26(1), 74–78. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100012>.
- Winkler, D. W., Billerman, S. M. and Lovette, I. J. (2020). Woodpeckers (*Picidae*), version 1.0. In Birds of the World (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). *Cornell Lab of Ornithology*, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.picida1.01>.
- Zink, R. M., Drovetski, S. V. and Rohwer, S. (2002). Phylogeographic patterns in the great spotted woodpecker *Dendrocopos major* across Eurasia. *Journal of Avian Biology* 33, 175–178. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3677625>.

Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde Yer Alan Bartın İlinin Thornthwaite ve Köppen Yöntemlerine Göre İklim Sınıflandırması

Eren Baş^{1,*}, Şahin Palta², İslam Cihad İpek³

^{1,2}Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

³Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 16.05.2024

Kabul: 24.09.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada, farklı iklim sınıflandırma yöntemlerine göre Bartın ilinin geçmişten günümüze iklim özelliklerinin nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kaydedilen 50 yıllık (1974-2023) yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Veri analizleri beşer yıllık dönemler halinde ortalamalar üzerinden yapılmıştır. Bu kapsamda Bartın ilinin iklim özelliklerinin belirlenmesinde Thornthwaite ve Köppen-Trewartha sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 1999 yılından sonraki ortalama yaz dönemi sıcaklıklarının son 50 yıllık dönemdeki ortalama yaz dönemi sıcaklığının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yağış değerlerine göre ise son 30 yılın ortalama toplam yıllık yağış değerleri, son 50 yılın ortalama toplam yıllık yağış değerlerinin üzerinde yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan basit doğrusal regresyon analizine göre, ortalama sıcaklık değerlerinde, ortalama toplam yağış değerlerinde, ortalama yaz dönemi sıcaklık ve yağış değerlerinde, yıllara göre artış eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Bartın ili için yapılan sınıflandırma yöntemlerine bakıldığında, Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre son 5 yılda sembol olarak bir değişim söz konusu olduğu, ancak Thornthwaite sınıflandırmasına göre önemli bir düzeyde değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirme yapılacak olursa, sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimlerle birlikte, yıl içerisindeki yağış miktarının ve dağılımının değişmesi Bartın ili ikliminin yavaş yavaş değiştiğinin bir göstergesi olabilir.

Anahtar Kelimeler – Bartın ili, iklim değişikliği, iklim sınıflandırması, sıcaklık, yağış

Climate Classification of Bartın Province in the Western Black Sea Region of Turkey Based on Thornthwaite and Köppen Methods

^{1,2}Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

³Bartın University, Institute of Graduate Education, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 16.05.2024

Accepted: 24.09.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – In this study, it was aimed to determine how the climate characteristics of Bartın province have changed from past to present according to different climate classification methods. In the study, 50-year (1974-2023) precipitation and temperature data recorded by the General Directorate of Meteorology were used. Data analyses were made over averages in five-year periods. In this context, Thornthwaite and Köppen-Trewartha classification methods were used to determine the climate characteristics of Bartın province. According to the results of the study, it was determined that the average summer period temperatures after 1999 were above the average summer period temperatures in the last 50 years. According to precipitation values, the average total annual precipitation values of the last 30 years are above the average total annual precipitation values of the last 50 years. According to the simple linear regression analysis, it was determined that there is an increasing trend in average temperature values, average total precipitation values, average summer period temperature and precipitation values over the years. When the classification methods for Bartın province are examined, it is determined that there is a symbolic change in the last 5 years according to Köppen-Trewartha classification, but there is no significant change according to Thornthwaite classification. In general, the changes in the amount and distribution of precipitation during the year together with the changes in temperature and precipitation values may be an indication that the climate of Bartın is slowly changing.

Keywords – Bartın province, Climate change, climate classification, temperature, precipitation

¹  ebas@bartin.edu.tr

²  spalta@bartin.edu.tr

³  cihad.ipek@hotmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

İklim, belirli bir bölgenin uzun vadedeki hava değişimlerini ve atmosfer koşullarındaki ortalama değerleri tanımlayan meteorolojik olaydır (Özyuvacı, 1999; Jylhä vd., 2010; Türkeş, 2010; Yazıcı vd., 2019). İklim insan faaliyetlerinin çoğunluğunu, bölgelerin coğrafik özelliklerini, ormanlarını ve tarımsal faaliyetlerini doğrudan etkiler (Özyuvacı, 1999; O'Brien vd., 2004; Rolim vd., 2007; Jylhä vd., 2010; Türkeş, 2010). İklim sınıflandırmaları ise coğrafi bölgelerin, mevsimsel olarak iklim tiplerinin tanımlanmasında ve karakterize edilmesinde kullanılan yöntemlerdir (De Castro vd., 2007; Jacobeit, 2010; Bieniek vd., 2012; Gallardo vd., 2013). Dünyada bazı iklim bilimciler tarafından yapılmış olan farklı iklim sınıflandırma sistemleri bulunmaktadır. Bunlar, Köppen ve Geiger (1928), Thornthwaite (1948), Flohn (1950), Holdridge (1967), Camargo (1991) gibi iklim bilimciler tarafından geliştirilmiş sınıflandırma sistemleridir. Köppen ve Thornthwaite sınıflandırma yöntemleri ise dünyada en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır (Spinoni vd., 2014).

Köppen iklim sınıflandırılması, genellikle bitki örtüsünün sıcaklık ve yağışa bağlı olarak nasıl değiştiğini tanımlamaktadır (Elguindi vd., 2014). Bu yöntem, iklim bilimi çalışmalarında, tarımsal alanların iklim özellikleri konularında ve iklim modelleme konularında yaygın olarak kullanılmaktadır (Beck vd., 2006; Rolim vd., 2007; Rohli ve Vega, 2012; Alvares vd., 2013; Chen ve Chen, 2013; Larson ve Lohrengel, 2014; Spinoni vd., 2014; Aparecido vd., 2016). Ayrıca bu sınıflandırma yöntemi, geçmiş dönemlerden günümüze kadar olan meteorolojik verilerin kullanılması ile iklim değişikliği konularında da çalışma alanı sağlamaktadır (Stern vd., 2005). Burgos (1958), yöntemin uygulanmasında az sayıda parametrenin kullanıldığını, daha çok coğrafi özellikler ve iklim bilimi çalışmalarında kullanılabileceğini ve tarım ürünü ile iklim arasındaki bağlantıları basitleştirdiğini belirtmiştir. Thornthwaite yöntemi ise Köppen yöntemine göre daha karmaşık bir sisteme sahiptir (Ács vd., 2014). Yöntemde sıcaklık ve yağış verilerine ek olarak potansiyel buharlaşma terimi de bulunmaktadır. Bu nedenle yöntem, bölgelerin su dengesi ve potansiyel buharlaşmanın tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Elguindi vd., 2014). Ayrıca yöntem, iklim tipini bitkilerin su gereksinimlerine bağlı olarak kurak veya nemli olarak tanımlamaktadır (Feddes vd., 2005; Rolim ve Aparecido, 2016). Rolim vd. (2007) tarafından Brezilya'nın São Paulo eyaletinde yapılan bir çalışmada, Köppen sınıflandırmasının makro ölçeekte, Thornthwaite sınıflandırmasının ise mezo ölçeekte etkili olduğunu, aynı zamanda tarımsal alanların iklim konularında Thornthwaite yönteminin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

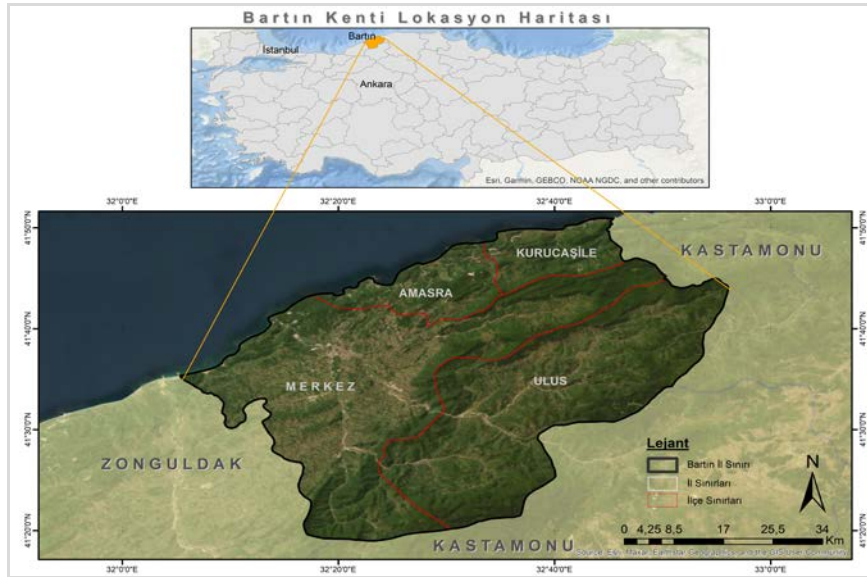
Türkiye'nin özel bir akarsuyu olarak kabul edilen ve iki büyük ırmağın birleşiminden oluşan Bartın Çayı, sahil kısmından şehir merkezine kadar uzanmaktadır (Tunay ve Ateşoğlu, 2004; Şensoy ve Ateşoğlu 2018). Su kaynakları ile ön plana çıkan Bartın ilinde, geçmişte (1998, 1999, 2009) olduğu gibi, son yıllarda da oluşan sel ve taşkın olayları ilin merkezindeki yerleşim yerlerini ve verimli arazileri olumsuz yönde etkilemektedir. Taşkın oluşumunda havzanın şekli, drenajı ve topoğrafyası gibi etkenler bulunmakla birlikte ikliminde etkisi bulunmaktadır. Bu tarz önemli ekosistemlerde sürdürülebilirliğin sağlanması açısından iklimsel sınıflandırmaların yapılması oldukça önemlidir. Ayrıca bu tarz bölgelerde, iklimsel özelliklerin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar, farklı konulardaki çalışmalara da altlık oluşturabilir (Rolim vd., 2007). Bartın ilinde daha önceden yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bolat ve Şensoy (2018) Bartın ilinde 1980-1999 ve 2000-2015 yılları arasındaki minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum yağış ve toplam yağış verilerinde herhangi bir değişiklik olup olmadığını araştırmışlardır. Bolat ve Şensoy (2023) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Bartın ilinin 2012-2021 yılları arasındaki iklimsel verileri değerlendirilmiştir. Turoğlu (2014) tarafından ise Bartın Çayı Havzasındaki iklimsel değişikliğin saptanması açısından 1965-2012 yılları arasındaki iklimsel parametrelerle, Thornthwaite ve De Martonne sınıflandırması ve mevsimsel olarak yağış ve sıcaklık dağılımlarının analizleri gerçekleştirilmiştir. Zeren Çetin vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada ise 1988-2019 yılları arasındaki iklim verilerinden yararlanılarak, Thornthwaite sınıflandırılması yapılmış ve Bartın ilinin durumu yorumlanmıştır. Bartın ilinde daha önceden yapılan başka bir çalışmada ise Thornthwaite yöntemine göre 1965-2014 yılları arasındaki 50 yıllık dönemde beşer yıllık periyotlar halinde iklimsel değişikliğin olup olmadığı araştırılmış ve sonuç olarak bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir (Şensoy ve Ateşoğlu,

2018). Ancak yapılan çalışmanın üzerinden 10 yıllık bir zaman dilimi geçmiştir. Ayrıca, belirli bir bölgede yapılacak olan iklim sınıflandırma çalışmalarında, iklim özelliklerinin daha iyi anlaşılabilir olması açısından farklı yöntemlerle karşılaştırma yapılması önerilmektedir (Geng vd., 2014).

Genel olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların güncel olmadığı, geçmiş yıllarda kaldığı, yakın yıllarda yapılan çalışmalarda ise sadece son 30 yıllık ortalama verilerden yararlanıldığı görülmüştür. Ayrıca belirli periyotlar aralığında iklimin nasıl değiştiğine dair güncel bir çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu sebeple yapılacak olan bu çalışmada, Bartın ili merkezinin Köppen ve Thorntwaite yöntemlerine göre 1974-2023 yılları arasındaki 50 yıllık dönemde, beşer yıllık periyotlar halinde iklimsel sınıflandırmalarının yapılması ve sınıf değişimleri ile iklimsel verilerde herhangi bir değişikliğin olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın ilinin merkezini kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kaydedilen 50 yıllık yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bartın ilindeki meteoroloji istasyonu 41° 37' kuzey enlemi ile 32° 21' doğu boylamı arasında yer almakta olup ortalama yüksekliği ise 36 m'dir. Elde edilen 50 yıllık veriler beşer yıllık (1974-1978, 1979-1983, 1984-1988, 1989-1993, 1994-1998, 1999-2003, 2004-2008, 2009-2013, 2014-2018, 2019-2023) periyotlar halinde analiz edilmiştir. Ayrıca Bartın ili merkezine ait son 30 yıllık verilerde değerlendirilerek yorumlanmıştır.



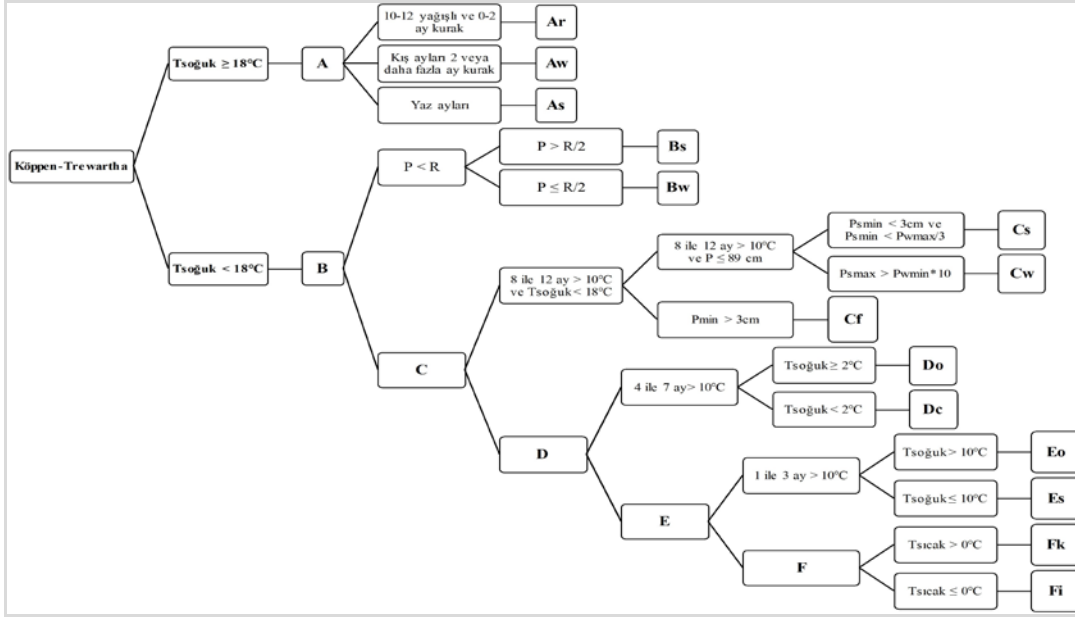
Şekil 1. Çalışma alanının Türkiye'deki konumu

Araştırmada Bartın ili merkezinin iklim sınıflandırmasında değişiklik olup olmadığı Köppen ve Thorntwaite yöntemlerine göre belirlenmiştir. Ayrıca yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama toplam yağış ile yaz dönemindeki ortalama sıcaklık ve yaz dönemindeki ortalama toplam yağış verilerinin yıllara göre değişimleri incelenmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesinde basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır.

2.1. Köppen İklim Sınıflandırması

Dünya üzerinde en çok kullanıma sahip iklim sınıflandırma sistemlerinden birisi Köppen (1900) iklim sınıflandırma sistemidir (Aparecido vd., 2016). Köppen iklim sınıflandırma sistemi ileri yıllarda Köppen (1936) ve Geiger (1954) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem en son Trewartha (1954) tarafından geliştirilerek Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sistemi olarak adlandırılmıştır. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sistemi, 6 ana iklim grubundan oluşmakta olup, iki veya üç harf ile sembolize edilmektedir. Birinci harf, hava sıcaklığı

ve yağış ile iklim bölgesini belirtmektedir. İkinci harf ise yağışın mevsimsel dağılımına göre belirlenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sistemi kuralları (Köppen ve Geiger, 1928; Trewartha, 1954); en soğuk ayın ortalama sıcaklığı (Tsoğuk), en sıcak ayın ortalama sıcaklığı (Tsicak), yıllık ortalama sıcaklık (T), yıllık toplam yağış (P), yaz ayları (nisan-eylül) yağışı (Ps), kış ayları (ekim-mart) yağışı (Pw), yaz aylarındaki en düşük yağış (Pmin), kış aylarındaki en düşük yağış (Pwmin), yaz aylarındaki en yüksek yağış (Pmax), kış aylarındaki en yüksek yağış (Pwmax), en kurak ay yağışı (Pmin), limit değeri (R)

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında B harfi için limit değeri (R) hesabı yapılmaktadır (Eşitlik 1). Yapılan hesaba göre; Yıllık toplam yağışın (P), limit değerden (R) küçük olması durumunda B iklim sınıfı kabul edilmektedir.

$$R = 2.3 \times T - 0.64 \times Pw + 41 \quad (1)$$

R: Limit değeri

T: Yıllık ortalama sıcaklık

Pw: Kış aylarında meydana gelen yıllık yağış yüzdesi

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sisteminde her büyük harf ana iklim grubunu oluşturmaktadır. Ana iklim gruplarını oluşturan harflerin tanımları ise Tablo 1'e göre yapılmaktadır.

Tablo 1

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sistemi sembolleri ve açıklamaları

İklim Sınıfı	Türü	Tanım
A	Ar	Tropikal, yağmur ormanı iklimi
	Aw	Tropikal savan iklimi
	As	Tropikal savan iklimi
B	Bs	Yarı kurak – step iklim
	Bw	Kurak veya çöl iklimi
C	Cs	Subtropikal kuru yaz iklimi, akdeniz iklimi
	Cw	Subtropikal kuru kış iklimi
	Cf	Subtropikal nemli iklim
D	Do	Ilıman denizsel iklim
	Dc	Ilıman karasal iklim
E	Eo	Kutup altı denizsel iklim
	Ec	Kutup altı karasal iklim
F	Ft	Tundra iklimi
	Fi	Buz iklimi

Üçüncü ve dördüncü harfler evrensel sıcaklık ölçeğine göre sınıflandırılmaktadır. Burada yaz ve kış aylarına ilişkin ortalama sıcaklıklar dikkate alınır (MGM, 2023a) (Tablo 2).

Tablo 2

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sisteminin evrensel sıcaklık ölçeği sembolleri

Aylık Ortalama Sıcaklık	Sembol	İklim Özelliği
$35^{\circ}\text{C} \leq T$	i	Şiddetli sıcak
$28^{\circ}\text{C} \leq T < 35^{\circ}\text{C}$	h	Çok sıcak
$23^{\circ}\text{C} \leq T < 28^{\circ}\text{C}$	a	Sıcak
$18^{\circ}\text{C} \leq T < 23^{\circ}\text{C}$	b	Ilık
$10^{\circ}\text{C} \leq T < 18^{\circ}\text{C}$	l	Ilıman
$0^{\circ}\text{C} < T < 10^{\circ}\text{C}$	k	Serin
$-10^{\circ}\text{C} < T \leq 0^{\circ}\text{C}$	o	Soğuk
$-25^{\circ}\text{C} < T \leq -10^{\circ}\text{C}$	c	Çok soğuk
$-40^{\circ}\text{C} < T \leq -25^{\circ}\text{C}$	d	Şiddetli soğuk
$T \leq -40^{\circ}\text{C}$	e	Aşırı soğuk

2.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemi genellikle yağıştan gelen suyun önce toprağa ulaşır daha sonra tekrardan buharlaşarak atmosfere döndüğü fiziksel bir ortam olarak görülmektedir (Aparecida vd., 2016). Bu yöntem, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama toplam yağış ve iklim sınıfı belirlenecek bölgenin enlem derecesine göre hesaplanmaktadır (Thornthwaite, 1948). Yöntemde genel olarak potansiyel evapotranspirasyon (PET) kavramı ön plana çıkmaktadır. Potansiyel evapotranspirasyon ise aylık ortalama sıcaklık, yıllık sıcaklık indisi ve enlem düzeltme katsayısı ile hesaplanmaktadır (Eşitlik 2).

$$\text{PET} = 16 \times \left(\frac{10 \times t}{I} \right)^{\alpha} \times G \quad (2)$$

PET: Potansiyel evapotranspirasyon

t: Aylık ortalama sıcaklık

I: Yıllık toplam sıcaklık indisi

G: Enlem düzeltme katsayısı

$$\alpha = 6.7510 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.7110 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.791210 \times 10^{-2} \times I + 0.49239$$

Potansiyel evapotranspirasyonun bulunması sonucunda; yağış etkenliği (Im), kuraklık (Ia) ve nemlilik (Ih) indeksleri hesaplanmaktadır (Eşitlik 3-4-5). Bu indisler yıllık su fazlası (s), yıllık su eksiği (d) ve yıllık potansiyel evapotranspirasyon (n) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Im} = \frac{100s - 60d}{n} \quad (3)$$

$$\text{Ia} = \frac{100d}{n} \quad (4)$$

$$\text{Ia} = \frac{100d}{n} \quad (5)$$

Thornthwaite iklim sınıflandırma sisteminde de semboller bulunmaktadır. Sınıflandırmada ilk sembol yağış etkenliği indisi (Tablo 3), ikinci sembol sıcaklık etkenliği indisi olup, yıllık potansiyel evapotranspirasyona göre tespit edilmektedir (Tablo 4). Üçüncü sembol yağış rejimine göre belirlenen kuraklık ve nemlilik indisi (Tablo 5), son sembol ise yaz ayının düzeltilmiş PET değerlerinin yıllık düzeltilmiş PET değerine oranı indisi (Tablo 6).

Tablo 3

Yağış etkenliği indisi (Im) (Thornthwaite, 1948)

Yağış Etkenlik İndisleri (Im)	Simge	Yağış Etkenliği
$100 \leq Im$	A	Çok Nemli
$80 \leq Im < 100$	B4	Nemli
$60 \leq Im < 80$	B3	
$40 \leq Im < 60$	B2	
$20 \leq Im < 40$	B1	
$0 \leq Im < 20$	C2	Yarı Nemli
$-20 \leq Im < 0$	C1	Kurak – Az Nemli
$-40 \leq Im < -20$	D	Yarı Kurak
$-60 \leq Im < -40$	E	Kurak

Tablo 4

Sıcaklık etkenliği indisi (Thornthwaite, 1948)

Yıllık PET (mm)	Simge	İklim Tipi
$1141 \leq PET$	A	Yüksek sıcaklıktaki iklimler
$998 \leq PET < 1141$	B'4	4. Derece Mezotermal
$885 \leq PET < 998$	B'3	3. Derece Mezotermal
$712 \leq PET < 885$	B'2	2. Derece Mezotermal
$570 \leq PET < 712$	B'1	1. Derece Mezotermal (Orta Sıcaklıktaki İklimler)
$427 \leq PET < 570$	C2	1. Derece Mezotermal
$285 \leq PET < 427$	C1	1. Derece Mezotermal (Düşük Sıcaklıktaki İklimler)
$142 \leq PET < 285$	D	Tundra
$PET \leq 142$	E	Don (Çok Düşük Sıcaklıktaki İklimler)

Tablo 5

Yağış rejimi indisi (Thornthwaite, 1948); SE_Y yazın su eksikliği, SE_K kışın su eksikliği, SF_Y yazın su fazlalığı, SF_K kışın su fazlalığı

Yağışlı İklimler (A, B ve C2) için kuraklık indisi			
Kuraklık İndisi (Ia)	Koşul	Simge	Açıklama
$0 \leq Ia < 16.7$		r	Su açığı yok veya pek az
$16.7 \leq Ia < 33.3$	$SE_Y > SE_K$	s	Yazın orta derecede su açığı
	$SE_Y < SE_K$	w	Kışın orta derecede su açığı
$33.3 \leq Ia$	$SE_Y > SE_K$	s2	Yazın çok kuvvetli su açığı
	$SE_Y < SE_K$	w2	Kışın çok kuvvetli su açığı
Kurak İklimler (C1, D ve E) için nemlilik indisi			
Nemlilik İndisi (Ih)	Koşul	Simge	Açıklama
$0 \leq Ih < 10$		d	Su fazlası yok veya pek az
$10 \leq Ih < 20$	$SF_Y > SF_K$	s	Kışın orta derecede su fazlası
	$SF_Y < SF_K$	w	Yazın orta derecede su fazlası
$20 \leq Ih$	$SF_Y > SF_K$	s2	Kışın çok kuvvetli su fazlası
	$SF_Y < SF_K$	w2	Yazın çok kuvvetli su fazlası

Tablo 6

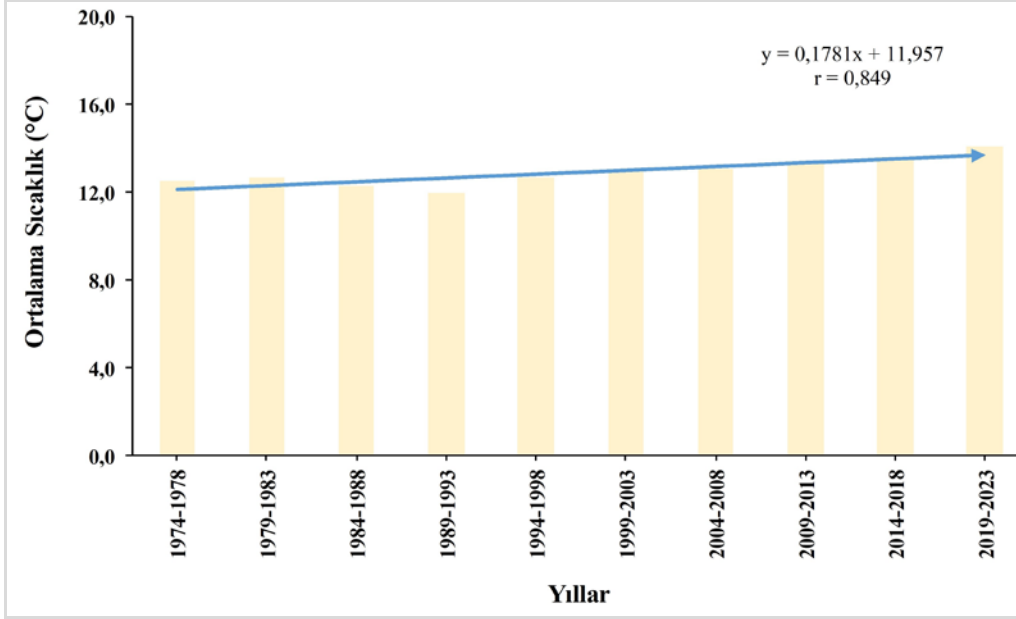
Yaz ayının düzeltilmiş PET değerlerinin yıllık düzeltilmiş PET değerine oranı indisi (Thornthwaite, 1948)

Düzeltilmiş PET Üç Yaz Ayına Oranı (%)	Simge	İklim Tipi
$DPEÜY < 48$	a'	Tam Okyanusal İklim Koşulları
$48 \leq DPEÜY < 51.9$	b'4	Okyanusal İklim Etkisine Yakın Koşullar
$51.9 \leq DPEÜY < 56.3$	b'3	
$56.3 \leq DPEÜY < 61.6$	b'2	
$61.6 \leq DPEÜY < 68$	b'1	
$68 \leq DPEÜY < 76.3$	c'1	Karasal İklim Etkisine Yakın Koşullar
$76.3 \leq DPEÜY < 88$	c'2	
$88 \leq DPEÜY$	d'	Tam Karasal İklim Koşulları

3. Bulgular

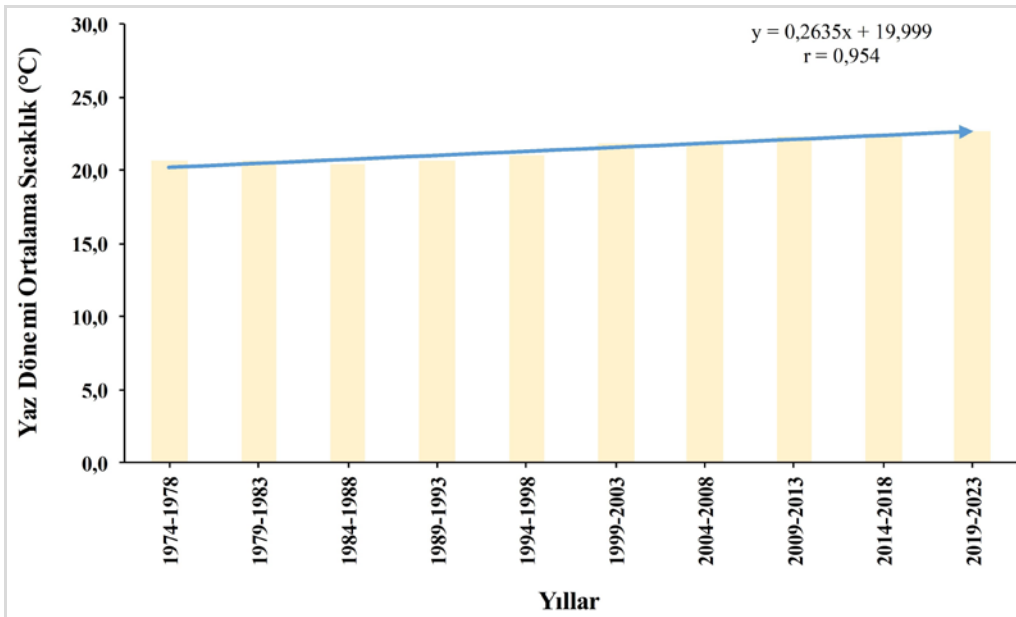
3.1. Sıcaklık ve Yağış Ortalamalarına ait Bulgular

Bartın ilinin 1974-2023 yılları arasındaki toplam 50 yıllık ortalama sıcaklık değerinin 12.9°C olduğu belirlenmiştir. Beşer yıllık periyotların ortalama yıllık sıcaklık değerlerindeki değişimine bakıldığında, Bartın ili için 1994 yılından itibaren ortalama yıllık sıcaklığın devamlı olarak arttığı görülmektedir. Ayrıca yapılan basit doğrusal regresyon analizi sonucuna göre ise ortalama sıcaklıkta ($r=0.849$) yıllar itibariyle artış eğilimi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



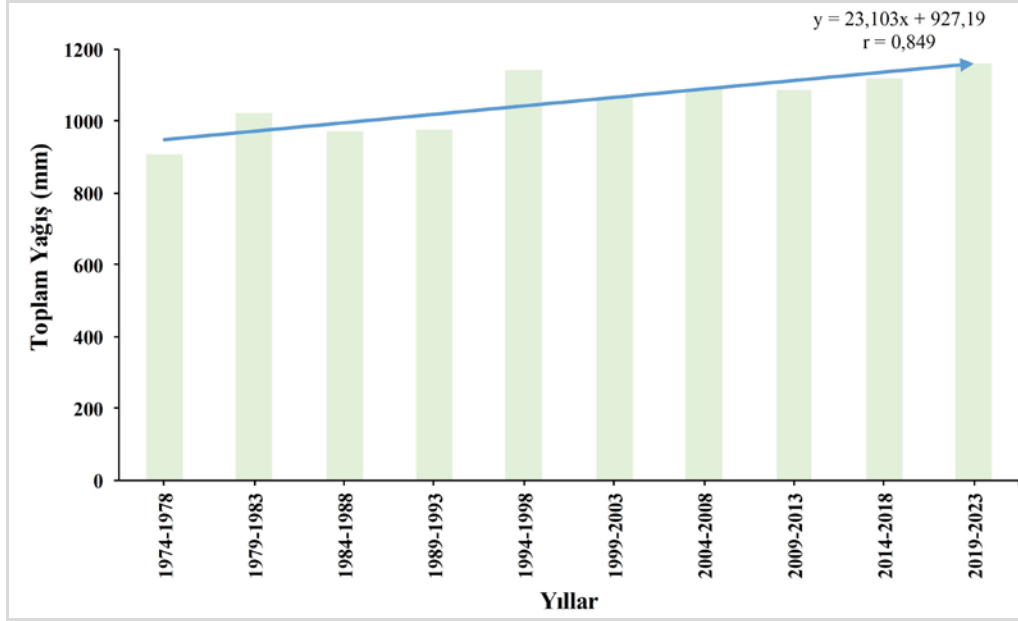
Şekil 3. Bartın ili ortalama sıcaklık değerlerinin yıllara göre değişimi

Bartın ilinin 1974-2023 yılları arasında ki yaz dönemi ortalama sıcaklık değerinin 21.4°C olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 1989 yılından itibaren yaz dönemi ortalama sıcaklığın artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Ayrıca 1999 yılından sonraki zaman diliminde ortalama yaz dönemi sıcaklıkları son 50 yıllık dönemdeki ortalama yaz dönemi sıcaklığının üzerinde yer almaktadır. Basit doğrusal regresyon analizi sonucuna bakıldığında da yaz dönemi ortalama sıcaklığın ($r=0.954$) yıllara göre arttığı belirlenmiştir (Şekil 4).



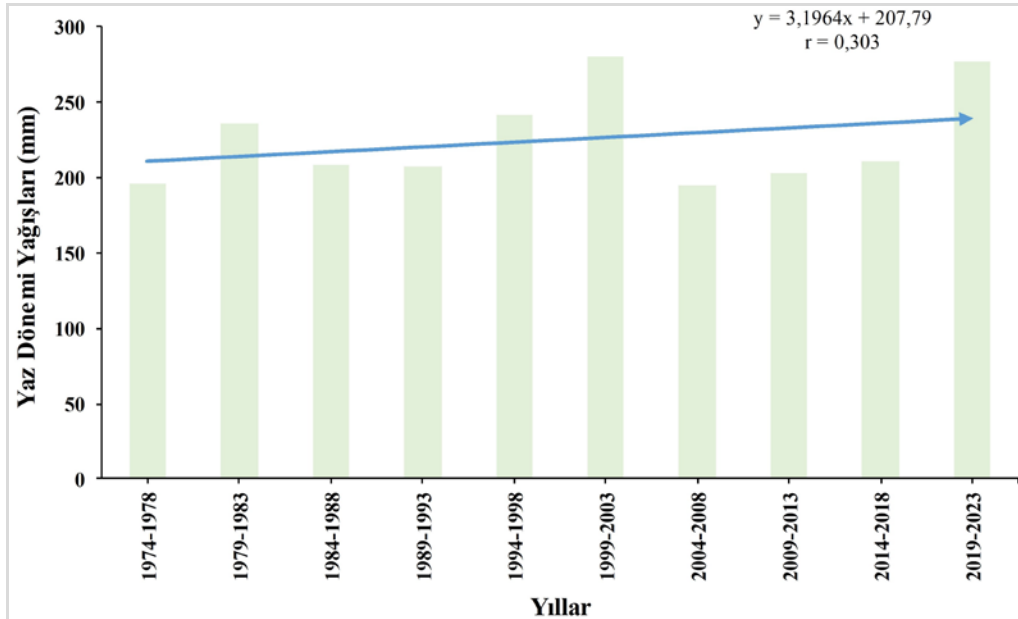
Şekil 4. Bartın ili ortalama yaz dönemi sıcaklık değerlerinin yıllara göre değişimi

1974-2023 yılları arasındaki 50 yıllık Bartın iline düşen ortalama yıllık toplam yağış miktarı 1054.3 mm'dir. Bartın ilinin zamana bağlı olarak ortalama yıllık toplam yağış değerleri incelendiğinde, son 30 yılın ortalama yıllık yağış değerleri, son 50 yılın ortalama yıllık yağış değerlerinin üzerinde yer aldığı görülmektedir. Ayrıca 50 yılın ortalama aylık yağış verileri incelendiğinde, en yüksek yağışın genel olarak aralık ayında olduğu, ancak son 20 yılın ortalamasına bakıldığında ise en yüksek yağışın ocak ayında olduğu belirlenmiştir. Yapılan basit doğrusal regresyon analizi göre de yıllar itibariyle ortalama toplam yağış ($r=0.849$) değerlerinde artış söz konusudur (Şekil 5).



Şekil 5. Bartın ili ortalama toplam yağış miktarının yıllara göre değişimi

Sel ve taşkın riski açısından önemli olan yaz ayları değerlerine bakıldığında, 1974-2023 yılları arasında Bartın'a yaz aylarında düşen ortalama toplam yağışın 225.4 mm olduğu belirlenmiştir. Ancak son 15 yıllık veriler incelendiğinde, bu değer 230.1 mm olduğu görülmektedir. Bu durumda son yıllarda yaz aylarındaki ortalama yağışın arttığının bir göstergesidir. Ayrıca Bartın ilinde yaz ayları içerisinde en fazla yağışın Haziran ayında düştüğü görülmektedir. Yaz dönemi yağışlarında da ($r=0.303$) yıllar itibariyle basit doğrusal regresyon analizine göre bir artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Bartın ili ortalama toplam yaz dönemi yağış miktarının yıllara göre değişimi

3.2. Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırma Sistemine ait Bulgular

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırma sistemine göre; Bartın ilinde, 1974-2023 tarihleri arasında toplam 2 grup (C ve D) ve 3 (Do, Dc, Cf) iklim sınıfı tespit edilmiştir. Bartın ilinde 5 yıllık periyotlar halinde yapılan analiz sonucunda ise en baskın iklim sınıfının, Do sınıfında olduğu belirlenmiştir. Son 5 yıllık verilere göre ise Bartın ili Cf sınıfında yer almaktadır. Bu sonuçtan yola çıkarak, Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre Bartın ili iklim sınıfının son yıllarda değiştiğini söyleyebiliriz. Evrensel sıcaklık ölçeğine göre üçüncü ve dördüncü harflerinin 1974-1998 yılları arasında b ve k harfleri ile sembolize edildiği 1999-2023 yılları arasında ise a ve k harfleri ile sembolize edildiği görülmektedir. Bartın ili genel olarak Do sınıfında yer alsa da, son 5 yıllık verilere bakıldığında Cfak (Yazları sıcak, kışları serin, subtropikal nemli iklim) sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise zamanla Bartın ili için iklim sınıfının değişeceğinin bir göstergesi olabilir (Tablo 7).

Tablo 7

Köppen-Trewartha (K-T) sınıflandırmasına göre Bartın ilinin iklim tipleri

Yıllar	KT evrensel sıcaklık ölçeği	İklim Sınıfı Açıklama
1974-1978	Dobk	Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Denizsel
1979-1983	Dobk	Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Denizsel
1984-1988	Dobk	Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Denizsel
1989-1993	Dcbk	Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Karasal
1994-1998	Dobk	Yazları ılık, Kışları serin, Ilıman Denizsel
1999-2003	Doak	Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizsel
2004-2008	Doak	Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizsel
2009-2013	Doak	Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizsel
2014-2018	Doak	Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Denizsel
2019-2023	Cfak	Yazları sıcak, Kışları serin, Subtropikal nemli iklim

3.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırma Sistemi

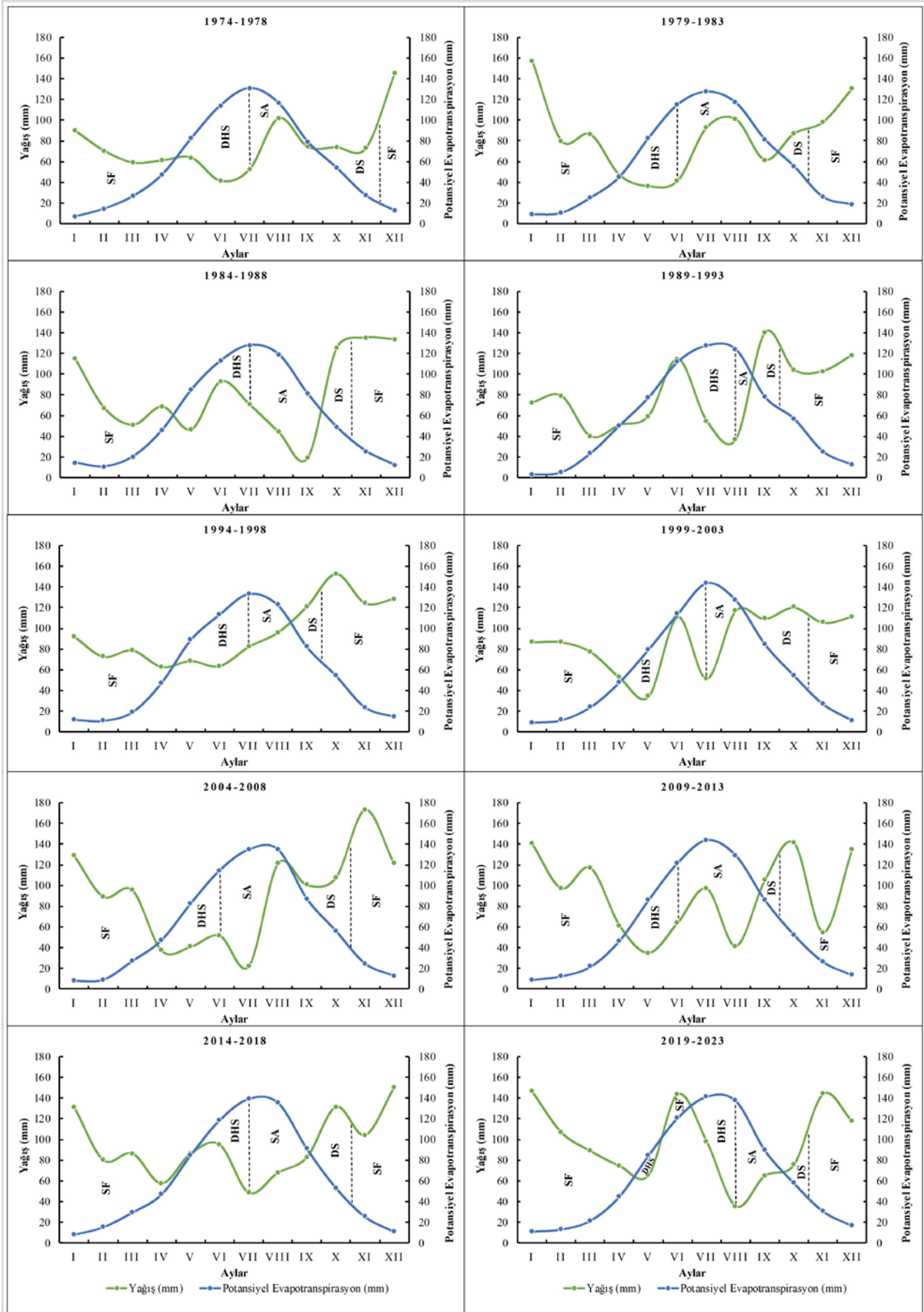
Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Bartın'ın 1974-2023 yılları arasında ki potansiyel evapotranspirasyon, su açığı ve su fazlası değerleri belirlenmiştir. Potansiyel evapotranspirasyon değerlerinde 1989 yılından itibaren bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bartın ili için 1994-2013 yılları arasında beşer yıllık periyotlar halinde yapılan analiz sonucunda su açığının arttığı, ancak 2014-2023 yılları arasında ise su açığının azaldığı belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8.

Thornthwaite sınıflandırmasına göre yağış (P), potansiyel evapotranspirasyon (PET), su eksikliği (SE) ve su fazlası (SF) değerleri

Yıllar	P (mm)	PET (mm)	SE (mm)	SF (mm)
1974-1978	909.2	714.8	89.0	283.4
1979-1983	1021.1	717.1	91.5	395.4
1984-1988	971.8	705.5	151.9	418.1
1989-1993	975.2	700.4	76.1	350.8
1994-1998	1141.1	721.1	48.8	468.7
1999-2003	1064.8	734.2	50.4	381.0
2004-2008	1089.9	737.6	139.6	492.1
2009-2013	1088.4	749.5	143.6	482.4
2014-2018	1118.9	758.3	90.6	451.2
2019-2023	1162.2	769.7	69.9	462.3

Bartın ili için yapılan değerlendirmeler sonucunda, genel olarak alanda suyun eylül, ekim ve kasım ayları arasında depolandığı belirlenmiştir. Aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında su fazlalığının olduğu, mayıs ve haziran aylarında suyun depodan harcandığı, temmuz ve ağustos aylarında ise alanda bir su açığı olduğu görülmektedir (Şekil 7). Ancak son 5 yıllık verilere bakıldığında, mayıs ayı içerisinde suyun depodan harcandığı ve tekrardan haziran ayında artan yağışla birlikte toprakta su fazlalığının olduğu görülmektedir. Bu durum ise aslında Bartın ili için yağışların düzensiz olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 7. Thornthwaite (1948) sınıflandırma sistemine göre Bartın ilinin yıllara göre su dengesi; su fazlası (SF), su açığı (SA), depodan harcanan su (DHS) ve depolanan su (DS)

Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre, iklim tipinin belirlenmesi açısından, yağış etkenliği, sıcaklık etkenliği, yağış rejimi ve PET üç yaz ayına oranı indisleri hesaplanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9

Thornthwaite sınıflandırma sistemine göre hesaplanan indisler

Yıllar	Im	PET	Ia	DPEÜY
1974-1978	32.2	714.8	12.4	50.6
1979-1983	47.5	717.1	12.8	50.3
1984-1988	46.4	705.5	21.5	51.0
1989-1993	43.6	700.4	10.9	52.1
1994-1998	60.9	721.1	6.8	51.3
1999-2003	47.8	734.2	6.9	52.4
2004-2008	55.4	737.6	18.9	52.0
2009-2013	52.9	749.5	19.2	52.6
2014-2018	52.3	758.3	11.9	51.8
2019-2023	54.6	769.7	9.1	51.9

Bu kapsamda Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Bartın ili için, 1974-2023 tarihleri arasında toplam 7 iklim sınıfı görülmektedir (Tablo 10). Beşer yıllık analizler sonucunda Thornthwaite iklim sınıfına göre Bartın ili 1974-1978 yılları arasında B1, 1994-1998 yılları arasında B3 sınıfında, diğer yıllar arasında ise B2 sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bartın ili için 50 yıllık veriler değerlendirildiğinde ise en baskın iklim sınıfı, B2 sınıfında yer almaktadır. Sıcaklık etkenliği indisine göre B2 sınıfının, yağış rejimine göre “r” sınıfının, yıllık potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisine göre ise “b4” sınıfının hâkim olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 10

Bartın ilinin yıllara göre Thornthwaite sembolleriyle gösterimi

	Yıllar				
İklim Tipi	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993	1994-1998
	B1rB2'b4'	B2rB2'b4'	B2sB1'b4'	B2rB1'b3'	B3rB2'b4'
İklim Tipi	1999-2003	2004-2008	2009-2013	2014-2018	2019-2023
	B2rB2'b3'	B2sB2'b3'	B2sB2'b3'	B2rB2'b4'	B2rB2'b4'

4. Tartışma ve Sonuç

Dünya genelinde 1900 yılından itibaren ortalama sıcaklıkta 0.8°C'lik bir artışın olduğu belirtilmektedir (Hansen vd., 2006). Bartın ili için ise 1989-1993 yılları arasında 12.0°C olan ortalama sıcaklık 1994-1998 yıllarında 12.7°C'e yükselmiştir. Ortalama sıcaklıkta bu yıllar arasındaki 0.7°C'lik bir artış olduğu görülmektedir. Dünya üzerindeki 0.8°C'lik artış baz alındığında (Hansen vd., 2006), Bartın ili için sıcaklık artışının fazla olduğunu söyleyebiliriz. (Şensoy ve Ateşoğlu, 2018) yaptıkları çalışmada, Bartın ili için 1990 yılından sonra ortalama sıcaklık değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Bolat ve Şensoy (2023) ise Bartın, Zonguldak ve Düzce illerinde yaptıkları araştırmada, 2012-2021 tarihleri arasındaki sıcaklık değerlerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bartın ili için şuan yapılan çalışmaya bakıldığında da genel olarak ortalama sıcaklık değerlerinde istatistiki olarak bir artış olduğu görülmektedir. Turoğlu (2014) 1965-2012 yılları arasındaki iklimsel parametreleri kullanarak Bartın Çayı Havzasındaki iklimsel değişikliğin saptanması üzerine yaptığı çalışmada, iklim parametrelerinin son 15 yıllık dönemde dikkat çekici bir şekilde değiştiğini belirtmiştir. Şensoy ve Ateşoğlu (2018) tarafından Bartın ilinde, 1965-2014 yılları arasında yapılan bir başka çalışmada da, 1980 yılından itibaren yaz aylarındaki ortalama sıcaklığın sürekli bir artış halinde olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada da benzer şekilde, yıllara göre yaz dönemi ortalama sıcaklıkların artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında 1999 yılından itibaren ölçülen yaz dönemi sıcaklıklarının son 50 yılın ortalama yaz dönemi sıcaklığının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Turoğlu (2014) Bartın Çayı Havzasının iklimsel değişikliği üzerine yaptığı bir çalışma da, 1965-2012 yılları arasındaki 47 yıllık ortalama yağış miktarının 1033.0 mm olduğunu belirtmiştir. Şensoy ve Ateşoğlu (2018)

tarafından Bartın ili için yapılan bir çalışmada ise, 1965-2014 yılları arasındaki ortalama yağış miktarının 1039.73 mm olduğu belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise 1974-2023 yılları arasında ortalama yağışın 1054.3 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise 2012 yılından itibaren ortalama yağış miktarında artış olduğunun bir göstergesidir. Bolat vd. (2018) Bartın ili için 1980-1999 yıllarındaki ortalama toplam yağış değerleri ile 2000-2015 yılları arasındaki ortalama yağış değerlerini kıyaslamış ve 15 yıllık zaman diliminde ortalama yağışın arttığını belirtmişlerdir. Bolat ve Şensoy (2023) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise, Bartın ili için ortalama yıllık toplam yağış değerlerinin 2012-2021 yılları arasında azalma eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada 2012-2021 yılları arasında ortalama yıllık toplam yağışın 1087.02 mm olduğu belirtilmiştir. Bartın ili için ortalama 50 yıllık veriler şuan bu değer altında gözüktüğü de, son 10 yıllık verilere bakıldığında bu değer üzerinde bir yağış olduğu görülmektedir. Bu durum ise ortalama yağış değerlerinde artış olduğunun bir göstergesidir. Aynı zamanda yapılan basit doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre de ortalama toplam yağış değerlerinin de artış eğilimi olduğu görülmektedir. Şensoy ve Ateşoğlu (2018) 1965-2014 yılları arasında Bartın ilinin iklim verileriyle ilgili yaptıkları çalışmada, 1965-2014 yılları arasında hesapladıkları ortalama yağış miktarının, 1995-2014 yılları arasında hesapladıkları ortalama yağış miktarından daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum ise 1995 yılından sonra ortalama yağış miktarının arttığının bir göstergesidir. Bartın, Zonguldak ve Düzce illerinde 1980-1999 ve 2000-2015 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış değişimleri üzerine yapılan başka bir çalışmada, Bartın ili için yaz aylarındaki yağış verilerinde azalış olduğu belirtilmiştir (Bolat vd., 2018). Bu sonuç ise yapılan bu çalışma ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. 1999-2013 yılları arasındaki ortalama yıllık yağış miktarı diğer beşer yıllık periyotların ortalamasının üzerinde yer almaktadır. Ayrıca son 5 yıllık dönem olan 2019-2023 yılları arasındaki dönemde ortalama yağış miktarında önemli bir artış olmuştur.

MGM (2018) ve MGM (2023a) tarafından hem 1981-2010 hem de 1991-2020 yılları arasındaki 30 yıllık verilerle yapılan Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre, Bartın ilinin Do sınıfında yer aldığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da 1994-2023 yılları arasındaki 30 yıllık verilere bakıldığında, Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre Bartın ili ikliminin benzer şekilde Do sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Ancak 2019-2023 yılları arasında iklim sınıfının değiştiği ve son 5 yıllık verilere bakılarak Cf grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda evrensel sıcaklık ölçeğine göre MGM (2023a) tarafından yapılan 1991-2020 yılları arasındaki 30 yıllık çalışmada Bartın ili Dobk sınıfında yer alırken, 1994-2023 yılları arasında da yine benzer şekilde Dobk sınıfında yer almıştır. Ancak 2019-2023 yılları arasında ki son 5 yıllık zaman diliminde ise Bartın ili Cfa sınıfında yer almaktadır. Yılmaz ve Çiçek (2018) tarafından yapılan çalışmada da 1971-2010 yılları arasındaki 40 yıllık verilere bakıldığında Bartın ilinin Cfa sınıfında olduğunu tespit edilmiştir. Sparovek vd. (2007) yapmış olduğu çalışmada, Köppen (1900) sınıflandırmasına göre Cfa (yazları sıcak olan nemli ılıman iklim) ve Cfb (yazları orta derecede sıcak olan nemli ılıman iklim) iklim sınıflarını kurak mevsimi olmayan iklimler olarak bildirmiştir. Bu bilgi ışığında son yıllardaki iklim verilerine bakılarak, Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre Bartın ili için kurak mevsimi olmayan, yazları sıcak, kışları serin ve nemli iklim özelliğine sahip denilebilir.

MGM (2016) ve MGM (2023B) tarafından yapılan, hem 1981-2010 hem de 1991-2020 yılları arasındaki 30 yıllık Thornthwaite sınıflandırmasına göre, Bartın ilinin B2 iklim grubunda yer aldığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da, 1994-2023 yılları arasındaki 30 yıllık ortalama veriler değerlendirildiğinde, Thornthwaite sınıflandırmasına göre Bartın ili benzer şekilde B2 iklim grubunda yer almıştır. Şensoy ve Ateşoğlu (2018)'de yaptıkları çalışma da 1965-2014 yılları arasında B2 iklim grubunun baskın olduğunu tespit etmişlerdir. MGM (2016)'e göre 1981-2010 yılları arasında Bartın ilinin B2rB2'b4' harfleri ile gösterildiği, 10 yıl sonra tekrardan MGM (2023b) tarafından yapılan çalışmaya göre ise 1991-2020 yılları arasında B2rB2'b3' harfleri ile gösterildiği bildirilmiştir. Turoğlu (2014) tarafından yapılan çalışmada da 1965-2012 yılları arasında Bartın ilinin B2rB2'b4' harfleri ile gösterildiği belirtilmiştir. Son 10 yıllık verilere bakıldığında bu durum benzer gibi görünse de, 1994-2023 yılları arasında yapılan analize göre Bartın ili B2rB2'b3' harfleri ile gösterildiği tespit edilmiştir. Bu güncel sınıf ise MGM (2016)'ya göre farklı, MGM (2023b)'ye göre benzerdir. Dolayısıyla,

değişen tek şeyin son harf olan 'b3' olduğu belirlenmiştir. Thornthwaite sembollerine göre Bartın ilinde 2004-2013 yılları arasında yazın orta derecede su açığı görülmektedir. Şensoy ve Ateşoğlu (2018) yaptıkları çalışmada da benzer şekilde Bartın ili için 2005-2014 yılları arasında yazın orta derece su açığı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak yapılan bu çalışmada, 2014-2023 yılları arasında Bartın ilinin yaz aylarında bile su açığı olmayan sınıfta olduğu tespit edilmiştir. Bartın ili için genel olarak bakıldığında mayıs ve haziran aylarında suyun depodan harcandığı görülmektedir. Ancak son 5 yılın verileri incelendiğinde genel olarak Bartın ilinde mayıs ayı içerisinde suyun depodan harcandığı ve daha sonrasında haziran ayında tekrardan alanda bir su fazlalığı olduğu görülmektedir. Bu durum ise son yıllarda, Bartın ilinde gerçekleşen yağışların düzensiz olduğunu göstermektedir. Genel olarak bakıldığında Thornthwaite sınıflandırmasına göre Bartın ilini; nemli, su açığı olmayan bir bölge olarak tanımlayabiliriz. Zeren Çetin vd. (2020) 1988-2019 yılları arasında yaptıkları sınıflandırmada da Bartın ilini nemli veya yarı nemli iklim sınıfında olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum ise yapılan bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Bartın ili merkezi için 50 yıllık veriler ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, son yıllarda hem ortalama sıcaklık hem de yıllık ortalama toplam yağış değerlerinde bir artış söz konusudur. Aynı zamanda basit doğrusal regresyon analizine göre de hem ortalama sıcaklık hem de yıllık ortalama toplam yağış değerlerinde bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Yapılan sınıflandırmalara bakıldığında ise Köppen-Trewartha sınıflandırmasına göre son 5 yılda bir değişim söz konusu olduğu, ancak Thornthwaite sınıflandırmasına göre önemli düzeyde herhangi bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir. Ancak genel olarak bakıldığında Bartın ili için hem sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimler, hem de yıl içerisindeki yağış dağılımı değişimleri iklimsel parametrelerin değiştiğinin bir göstergesidir. Bu parametrelerdeki değişiklikler, özellikle yaz aylarının başlarında sel gibi olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bartın ili içinde son yıllarda oluşan sel olaylarının yaşanması yağışın artması ve yıl içerisindeki dağılımının değişmesinden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca kent merkezlerinde artan betonlaşma sebebiyle gelen yağışın veya suyun toprak tarafından emilememesi, sel oluşumunu artırabilmektedir. Hem dere yataklarında yapılacak olan ıslah çalışmalarının artırılması, hem de kent merkezlerinde yeşil alan projelerinin artırılması gibi tedbirlerin alınması, iklimsel değişimler ile gelebilecek olan risklere karşı bir önlem niteliği taşıyabilir. Aksi takdirde önümüzdeki yıllarda arazi kullanım değişiklikleri, doğal kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi gibi önemli riskler kaçınılmaz boyuta gelebilecektir.

Yazar Katkıları

Eren Baş: Çalışmayı planlamış, veri toplamış, analiz yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Şahin Palta: Çalışmayı planlamış, analiz yapmış ve sonuçları değerlendirmiştir.

İslam Cihad İpek: Veri toplamış ve verileri analize hazır hale getirmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Teşekkür

Bu çalışmanın 1974-2023 yılları arasındaki meteorolojik verileri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Desteklerinden dolayı Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Ács, F., Breuer, H. and Skarbit, N. (2015). Climate of Hungary in the twentieth century according to Feddema. *Theoretical and applied climatology*, 119, 161-169. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1103-5>

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Aparecido, L. E. O., Rolim, G. D. S., Richetti, J., Souza, P. S. D. and Johann, J. A. (2016). Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 405-417. <https://doi.org/10.1590/1413-70542016404003916>
- Beck, C., Grieser, J., Kottek, M., Rubel, F. and Rudolf, B. (2006). Characterizing global climate change by means of Köppen climate classification. *Klimastatusbericht*, 51, 139-149.
- Bieniek, P. A., Bhatt, U. S., Thoman, R. L., Angeloff, H., Partain, J., Papineau, J., Fritsch, F., Hlloway, E., Walsh, J.E., Daly, C., Shulski, M., Hufford, G., Hill, D.F., Calos, S. and Gens, R. (2012). Climate divisions for Alaska based on objective methods. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51(7), 1276-1289.
- Bolat, İ. and Şensoy, H. (2023). Analysis of some meteorological data and their variation trends in three provinces of the Western Black Sea Region between 2012 and 2021. *Forestist*, 73(3), 220-230. <https://doi.org/10.5152/forestist.2023.23005>
- Bolat, İ., Kara, Ö. ve Tok, E. (2018). Global warming and climate change: a practical study on Bartın, Zonguldak and Düzce. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 116-127.
- Burgos, J. J. (1958). Agroclimatic classifications and representations: report of the applications value of climatic and agroclimatic classification for agricultural purposes. Varsovia: WMO.
- Camargo, A. P. (1991). Classificação climática para zoneamento de aptidão agroclimática. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 8, 126-131.
- Chen, D. and Chen, H. W. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development*, 6, 69-79.
- De Castro, M., Gallardo, C., Jylha, K. and Tuomenvirta, H. (2007). The use of a climate-type classification for assessing climate change effects in Europe from an ensemble of nine regional climate models. *Climatic Change*, 81, 329-341. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9224-1>
- Elguindi, N., Grundstein, A., Bernardes, S., Turuncoglu, U. and Feddema, J. (2014). Assessment of CMIP5 global model simulations and climate change projections for the 21 st century using a modified Thornthwaite climate classification. *Climatic change*, 122, 523-538. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1020-0>
- Feddema, J. J., Oleson, K. W., Bonan, G. B., Mearns, L. O., Buja, L. E., Meehl, G. A. and Washington, W. M. (2005). The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754), 1674-1678.
- Flohn, H. (1950). Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung. *Erdkunde*, 4(3/4), 141-162.
- Gallardo, C., Gil, V., Hagel, E., Tejeda, C. and de Castro, M. (2013). Assessment of climate change in Europe from an ensemble of regional climate models by the use of Köppen–Trewartha classification. *International Journal of Climatology*, 33(9), 2157-2166. <https://doi.org/10.1002/joc.3580>
- Geiger, R. (1954). Klassifikation der klimate nach W. Köppen. Landolt-Börnstein–Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik, alte Serie. *Berlin Springer*, 3, 603-607.
- Geng, Q., Wu, P., Zhao, X. and Wang, Y. (2014). Comparison of classification methods for the divisions of wet/dry climate regions in Northwest China. *International Journal of Climatology*, 34(7), 2163-2174.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M. and Lo, K. (2005). GISS surface temperature analysis global temperature trends: 2005 summation. NASA Goddard Institute for Space Studies, New York, NY. See <http://data.giss.nasa.gov/gistemp>.
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center; 266 p.
- Jacobeit, J. (2010). Classifications in climate research. *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts A/B/C, 35(9-12), 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2009.11.010>

- Jylhä, K., Tuomenvirta, H., Ruosteenoja, K., Niemi-Hugaerts, H., Keisu, K. and Karhu, J. A. (2010). Observed and projected future shifts of climatic zones in Europe and their use to visualize climate change information. *Weather, Climate, and Society*, 2(2), 148-167. <https://doi.org/10.1175/2010WCAS1010.1>
- Köppen, W. (1900). Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6(11. H), 593-611.
- Köppen, W. (1936). *Das Geographische System der Klimatologie*. Berlin, 44 p.
- Köppen, W. ve Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*, Justus Perthes, Gotha.
- Larson, P. R. and Lohrengel, C. F. (2014). An addendum to “A new tool for climatic analysis using Köppen climate classification”. *Journal of Geography*, 113(1), 35-38.
- MGM, (2016), Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf [Erişim 15 Nisan 2024].
- MGM, (2018), Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewartha.pdf [Erişim 15 Nisan 2024].
- MGM, (2023a), Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewartha.pdf [Erişim 01 Aralık 2024].
- MGM, (2023b), Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf [Erişim 01 Aralık 2024].
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard, L. and West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global environmental change*, 14(4), 303-313.
- Özyuvacı, N. (1999). *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul. 369s.
- Rohli, R. V. and Vega, A. J. (2012). *Climatology*. 2nd ed. - Jones & Bartlett Learning, Sudbury, 425p.
- Rolim, G. D. S. and Aparecido, L. E. (2016). Camargo, Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatical regions of the state of São Paulo, Brazil. *International Journal of Climatology*, 36(2), 636-643. <https://doi.org/10.1002/joc.4372>
- Rolim, G. D. S., Camargo, M. B. P. D., Lania, D. G. and Moraes, J. F. L. D. (2007). Climatic classification of Köppen and Thornthwaite systems and their applicability in the determination of agroclimatic zoning for the state of São Paulo, Brazil. *Bragantia*, 66, 711-720. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>
- Sparovek, G., De Jong Van Lier, Q. and Dourado Neto, D. (2007). Computer assisted Koeppen climate classification: a case study for Brazil. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(2), 257-266. <https://doi.org/10.1002/joc.1384>
- Spinoni, J., Vogt, J., Naumann, G., Carrao, H. and Barbosa, P. (2015). Towards identifying areas at climatological risk of desertification using the Köppen–Geiger classification and FAO aridity index. *International Journal of Climatology*, 35(9), 2210-2222. <https://doi.org/10.1002/joc.4124>
- Stern, H., De Hoedt, G. and Ernst, J. (2000). Objective classification of Australian climates. *Australian Meteorological Magazine*, 49(2), 87-96.
- Şensoy, H. ve Ateşoğlu, A. (2018). Bartın Yöresinde İklim Tipi Değişikliğine Yönelik Bir Değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 576-582.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.
- Trewartha, G. T. (1954). *An Introduction to Climate*. New York: McGraw-Hill. 402p.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A. (2009). Bartın ili taşkın sahalarındaki değişimin uzaktan algılama verileriyle incelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 5(2), 60-72.

- Turoğlu, H. (2014). İklim değişikliği ve Bartın Çayı havza yönetimi muhtemel sorunları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(1), 1-22.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayınevi, İstanbul, 650ss
- Yazıcı, N., Babalık, A.A. ve Dursun, İ. (2019). İklim Değişikliği ve Havza Yönetimi. 2nd International Conference on Technology and Science (Techno-Science 2019), Tam Metin Bildiriler Kitabı, 14-16 Kasım 2019, 1095-1102, Burdur, Türkiye
- Yılmaz, E. ve Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994.
- Zeren Çetin, İ., Özel, H. B. and Varol, T. (2020). Integrating of settlement area in urban and forest area of Bartın with climatic condition decision for managements. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13, 1013-1022.

Anıt Ağaçların Restorasyon ve Rehabilitasyonunda Kullanılan Alet-Ekipman, Makina ve Teçhizatlar

Salih Parlak^{1,*}

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Makale Tarihçesi

Gönderim: 10.08.2024

Kabul: 25.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Sanayileşme ve iklim değişikliğine bağlı olarak her geçen gün canlı türleri yok olmakta veya nesli tehlike altına girmektedir. Bu yok olma hassas ve kırılgan ekosistemlerde daha hızlı ve şiddetli seyretmektedir. Kent ağaçları şehrin estetik unsurlarındandır. Fakat bu ağaçlar doğal yetiştirme ortamlarından farklı olarak, şehir ortamının getirdiği insan yoğunluğu, hava kirliliği, hastalık ve zararlılar, yetiştirme ortamlarının kısıtlanması, altyapı çalışmaları, bakım ve budama hataları gibi çevresel ve insan etkilerinden dolayı daha fazla baskı ve stres altındadır. Bu baskılar ağaçların sağlığını etkilemekte ve ömürleri beklenen süreden daha kısa olmaktadır. Etkilenen ağaç türlerine göre hassasiyet ve değişiklik gösterse de genel kabul gören husus, yaşlanmayla birlikte şiddetin arttığı yönündedir. Bu bakımdan şehir ortamında var olan yaşlı ağaçlarda özel bakım tedbirlerinin alınması, ömürlerinin uzatılması bakımından gereklidir. Özel bakım ve koruma tedbirleri gerektiren ağaçların başında şehirlerimizin yaşayan simgeleri olan anıt ağaçlar gelmektedir. Yüzyıllardır ayakta kalan, geçmiş ve gelecek kuşaklar arasında adeta canlı köprü görevi olan bu ağaçların bakım ve korumalarının gerektiği gibi yapılması, şehirde yaşayan insanların tarihi sorumluluğudur. Gelecek nesillere miras bırakılabilmesi için bu ağaçların gerekli rehabilitasyon ve restorasyon çalışmaları bir cerrah titizliğiyle yapılmalıdır. Bu çalışma, var olan bilgi eksikliğini gidermek ve anıt ağaçların restorasyon ve rehabilitasyonunda kullanılacak makine, teçhizat, alet ve sarf malzemeleri ile bunların kullanım amaçlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Anıt ağaçlar, rehabilitasyon, restorasyon, kullanılan aletler

Tools, Equipment and Machinery Used in the Restoration and Rehabilitation of Monumental Trees

¹Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa, Türkiye

Article History

Received: 10.08.2024

Accepted: 25.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – Industrialization and climate change are causing the extinction or endangerment of species every day. This extinction occurs more rapidly and severely in sensitive and fragile ecosystems. Urban trees are one of the aesthetic elements of the city. However, these trees are under more environmental pressure and stress due to human density, air pollution, diseases and pests, limited growth environments, infrastructure works, maintenance, and pruning errors brought about by the urban environment. These pressures affect the health of the trees and result in a shorter lifespan than expected. Although the sensitivity and changes vary according to tree species, it is generally accepted that the severity increases with age. In this regard, taking special care measures for the monumental trees in the urban environment is necessary for extending their lifespan. Monumental trees, which are the living symbols of our cities, are among the trees that require special care and protection measures. It is the historical responsibility of the people living in this city to ensure that the maintenance and protection of these trees, which have been standing for centuries and serve as a living bridge between past and future generations, are carried out properly. The necessary rehabilitation and restoration works should be carried out with surgical precision in order to be passed on as a legacy to future generations. The machines, equipment, tools, and consumables to be used in these works and their purposes are described in detail.

Keywords – Monumental trees, rehabilitation, restoration, tools use

¹  salih.parlak@btu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Tarihi şehirlerin en büyük özelliklerinden biri, tarihi geçmişinden kalan şehrin simge unsurlarıdır. Bu unsurlar etnoğrafik, tarihi, dini, kültürel olabildiği gibi, canlı ve cansız varlıklar da olabilir. Cansız varlıklar insan eseri olan tarihi yapılardır. Canlı varlıklar ise, şehre kimlik kazandıran biyolojik unsurlardır. Bunlar botanik bahçeleri, hayvanat bahçeleri, kent ormanları olabildiği gibi, simgesel özellik taşıyan yaşlı ağaçlar (anıtsal nitelikte ağaçlar) da olabilir. Birçok edebi ve kültürel esere konu olmuş, ekoturizm unsurları yüksek bu ağaçların varlıklarını kayda almak ve ömürlerini uzun süre devam etmesini sağlamak şehir sakinleri ve yöneticilerinin görevidir. Özellikle Osmanlı imparatorluğu döneminde Bursa ve İstanbul gibi başkentlik yapmış şehirlerde, tarihi mekânlarda imparatorluğu simgeler nitelikte ağaçların tarihi yapılarla bütünlük içinde kullanıldıkları görülmektedir. Demir (2019)'e göre bu yerlerde kültürel değerlere bağlılık ve bilinç unsurlarının ön plana çıktığı fark edilmektedir. Bursa gibi başkentlik yapmış şehirlerde ağaçlarla özdeşleşmiş yerleşim yerleri meşhurdur (Özer, 2010). Anıt ağaçlar aynı zamanda hikâyeleriyle ve varlıklarıyla şehirle bütünleşmiş ve birçok yere ad olarak verilmiştir. Bu bakımdan anıt ağaçların canlılıklarını devam ettirmek gelecek nesillere bırakacak en güzel miraslardan biri olacaktır.

Anıt ağaçların öne çıkan en temel özelliği uzun yaşamlarıdır. İnsan ile ağacın ilişkisi insanın varlığı ile başlamış, özellikle estetik açıdan anıt ağaçlar insanları etkilemiştir (Gülersoy, 1984). Asan (1991) anıt ağaçları; "yaş çap ve boy itibarıyla kendi türünün alışılmış ölçüleri üzerinde boyutlara sahip olan, yöre folklorunda, kültür ve tarihinde özel yeri bulunan, geçmiş ile günümüz, günümüz ile gelecek arasında iletişim sağlayabilecek uzunlukta doğal ömre sahip olan ağaçlar" olarak tanımlamıştır. Anıt niteliğinde olan ağaçlar yörede yaşayan insanlar açısından doğal eserler olarak kabul edilir ve görkemli bir görünüme sahip oldukları için saygı duyulur. Tarih boyunca toplumların ekonomik ve kültürel yaşamlarını etkilemişlerdir. İlk çağ toplumları tarafından şan, şeref, zenginlik ve büyüklüğün simgesi olarak kabul edilmiş, mitoloji ve destanlarda yer almış, bayraklarda sembol ve devletlerarası antlaşmalarda simge olarak kullanılmıştır (Asan, 1987). Ayrıca bulundukları bölgelere turizm açısından katkı sağlamışlardır. Anıt ağaçlar hikâyesi olan veya normal ağaçlardan çok daha büyük boyutlara ulaşan canlı simgelerdir ve yöre tarihinde, kültür ve folklorunda özel bir yere sahiptir (Özer, 2010). Ayrıca geçmişle günümüz ve gelecek arasında bağ kurabilecek kadar uzun ömürlüdür. Ancak ağaçlar, tarihi, mistik, folklorik veya boyutsal bir özelliğe sahip değilse anıt ağaç olarak kabul edilemezler (Asan, 1991; Asan, 1998; Genç ve Güner, 2003; Asan, 2007).



Şekil 1. Bursa Uludağ yolu üzerindeki İnkaya ve Babasultan türbesindeki çınarlar ziyaretçilerin mutlak uğrak yerlerinden biridir

Anıt ağaçlara ilişkin özellikler iki temel başlık altında incelenebilir:

a- Fiziksel Boyut ve Görsel Özellikler: Fiziksel boyutlar, ağacın çap ve boy gibi doğrudan göze hitap eden fiziksel özellikleridir. Ancak bu özellikler tek başına bir ağacın anıt olarak kabul edilmesi için yeterli değildir. Anıt ağaçlar aynı zamanda kuşaklar arası bağlantı kurabilecek kadar uzun ömre sahip olmalıdır. Görsel

özellikler ise, ağaçlarda meydana gelen genetik anormaller, böcek ve mantar istilası veya zaman içinde kökte ve gövdede oluşan ilginç ve ayırt edici özelliklerdir (Asan, 1991).

b- Sosyal ve Kültürel Özellikler: Bu özellikler arasında mistik, tarihsel, mitolojik, folklorik, sanatsal ve bilimsel araştırmalara katkıda bulunma gibi faktörler bulunmaktadır. Anıtsal ağaçlar, muhteşem yapıları ve ilginç oluşumlarıyla kırsal ve kentsel peyzajın önemli unsurları arasında yer almaktadır. İnsanlar üzerinde yarattıkları etki nedeniyle ekoturizme katkı sağlar ve jeoturizm açısından özel bir öneme sahiptir (Efe vd., 2013) ve önemi günden güne artan “Eko-Turizm” kavramı için önemli kaynak değerleri konumundadır (Şişman, 2014; Gül, 2019). Bu ağaçlar devasa görsel görünüşleriyle ekoturizm faaliyetlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Batur, 2013). Özellikle ormanlarda yer alan anıt ağaçlar çevre ve insan baskısından daha az etkilendiğinden şehir ortamındaki emsallerine kıyasla boyutsal özellikleri daha iyi korunmuş durumdadır. Bu bakımdan heybetli ve etkileyici görünüşleri ile ekoturizm faaliyetleri açısından daha değerlidir.

Bu tanıma dayanarak, anıt ağaçlar dört farklı gruba ayrılabilir:

a-Tarihi Anıt Ağaçlar: 900-1000 yıl gibi uzun bir ömre sahip oldukları için birçok tarihsel olaya tanıklık etmiş ağaçlardır. Tarih ve kültür mirasımızın en değerli varlıkları olan bu ağaçlar, tanık oldukları tarihsel olaylar ile toplum hafızasında yer edinir ve bazı toplumsal olaylar ve kişiler bu ağaçlarla ilişkilendirilerek hatırlanır (İBB, 2014, Yaman ve Köktürk, 2021).

b-Mistik ve Mitolojik Yönüyle Anıt Ağaçlar: Halk kültüründe mistik özelliklere sahip ağaçlardır. Mistik ve kutsal mekânlarda, eski külliyelerde, köşk ve saray bahçelerinde sıkça karşılaşılan yaşlı ağaçlar, devasa gövdelerinde zaman içinde ortaya çıkan ilginç patolojik oluşumlardan dolayı, birey ve toplum hafızasında bazı sembollerini çağırır. İnsan ruhunun derinliklerinde mistik duyguları uyandırır ve uhreviyetin ve sükûnetin temsilcisidir. Destanlarda da büyük heybetli ağaçlar mitolojik karakterler olarak yer almaktadır (İBB, 2014).

c-Folklorik Anıt Ağaçlar: Halk kültüründe geleneksel ve folklorik değeri olan ağaçlardır. Anadolu'nun her yerinde, hüznü veya neşeli öykülere konu olan örneklerini görmek mümkündür. Ağaçlara anıtsal nitelik kazandıran bir diğer sosyokültürel özellik ise, ağaca atfedilen moral ve kültürel değerlerdir. Fiziksel boyutları olağanüstü olmasa da, olumlu veya olumsuz, gerçek veya hayal ürünü, mistik veya folklorik bir hikâyeye sahip olmak, ağaçlara anıtsal nitelik kazandırır. Bazı ağaçlar sadece folklorik özelliklere sahipken, diğer bazıları hem folklorik, hem mistik, hem de tarihsel özellikleri barındırabilir (Asan ve Uzun 1994).

d-Boyutsal Anıt Ağaçlar: Aynı tür içinde yaşları, boy ve gövde çapları veya taç yapıları ile öne çıkan ağaçlardır (Asan, 1991; Genç ve Güner, 2001). Anıt ağaçlar türün nadiren bulunduğu yaşam alanlarını ve ender genotipleri de temsil edebildiğinden; aynı zamanda biyo-genetik rezerv değeri de taşımaktadır (Genç ve Güner, 2003).



Şekil 2. Türkiye'deki en kalın çaplı iki ağaç. Soldaki ağaç İzmir Bayındır Kızıloba köyünde çevresi 18 metre, sağdaki ağaç Bursa Dudaklı köyünde ve çevresi 16 metre olan doğu çınarı (*Platanus orientalis*) türleridir (Çevre ölçümleri yerden 1.3 metre, yüksekliğinden yapılmıştır)

Anıt ağaçlar, çoğunlukla ileri veya çok yaşlı ağaçlardır. Yaşlı ağaçlar en ihtişamlı çağlarındadır fakat hassaslaşmışlardır (Genç ve Güner, 2003). Anıt ağaçların korunmasında en kritik husus habitatlarında yaşam koşullarını korumaktır (Jim, 1998). Plansız kentleşme ve altyapı çalışmaları anıt ağaçları etkilemektedir (Polat, 2017). Şehir merkezlerinden uzakta, antropojenik etkilerin az olduğu yerlerde bulunan ağaçların ömrünün daha fazla olduğu belirtilmektedir (Demir, 2019). İnşaat alanlarında anıt ağaçlar için en büyük tehlike kazı ve dolgu çalışmalarıdır. Anıt ağaçlara uygulanacak cerrahi müdahalelerde ve çevrelerinde yapılacak düzenleme çalışmalarında daha fazla özen gösterilmelidir (Genç ve Güner, 2003). Anıt ağaçları gelecek nesillere sağlıklı bırakabilmek için rehabilitasyon ve restorasyonlarının periyodik aralıklarla yapılması gerekir. Uzun yıllar boyunca yapılan müdahaleler veya olumsuz çevresel şartlar nedeniyle anıt ağaçların gelişimleri etkilenecek tacın doğal stabilitesi bozulmuştur. Bundan dolayı gövde eğilmeleri, taç dal dağılımındaki dengesizliklerin neden olduğu kırılma ve devrilmeler, çürük ve kovuklardan dolayı gövde stabilitesinin bozulması gibi faktörlerden dolayı mal ve can güvenliği için tehlike oluşturabilirler. Şehir içindeki anıt ağaçlar genellikle tarihi mekanların bahçelerinde veya etrafında olduğundan bu alanlarda insan yoğunluğu daha fazladır. Özellikle fırtınalı havalarda kırık ve devriklerin meydana gelmesi insanlar için tehlikeli olabilmektedir (Şekil 3). Bu tür kazaların mümkün olduğu kadar önceden tahmin edilerek risk durumlarının değerlendirilmesi ve önlem alınması zaruridir. Özellikle taç dengesi bozuk ağaçların desteklenmesi gerekir. Çürüme ihtimali doğal olarak daha fazla olan yapraklı türlerde ve özellikle tarihi mekanların bahçesine dikilen tarihi çınarlarda genellikle gövdede çürüme ve kovuklar çok yaygındır. Bazen gövdeler dışardan sağlam görünmesine rağmen gizli kovuklardan dolayı tehlike durumunun değerlendirilmesinde doğru karar verilememektedir Böyle durumlarda ultrason cihazları ile gövde çürüklüklerinin belirlenmesi gerekir. Bazen köklere kadar inen çürümeler nedeniyle ağaçların dış görünüşleri sağlıklı olsa bile stabilitesi bozulmuştur.

Kovuk oluşumunun pek çok anıt ağacın karakteristik özelliği olduğu görülmektedir. Genellikle rüzgâra açık mekanlarda görkemli fakat yaşlı yapıları ile rüzgâr zararlarına dirençsiz kalan anıt ağaçlarda dal kırılması hatta gövde yarılmaları sıkça yaşanır (Genç ve Güner, 2003). Ağaçta çürüme çok yaygın veya mekanik olarak kritik bir bölgedeyse akut bir sorun oluşturur. Gövde ve kalın dallarda meydana gelen kovuklar kırılma ve devrilme için zayıf yerlerdir Bu nedenle kovuk ve çürükler tedavi edilmediği sürece ağacın kurumasına, fırtına sebebiyle kırılmasına veya devrilmesine neden olabilir.



Şekil 3. İnsan hareketinin yoğun olduğu Kozahan içinde devrilen çınar (sol), ve Hürriyet'te dalı kırılan meşenin araca verdiği zarar (sağ)

Anıt ağaçların uzun yıllar maruz kaldığı biyotik, abiyotik ve çevresel etkiler canlılık ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Bu etkiler taç, gövde ve köklerde meydana gelen deformasyonlar, yaşam alanlarının daraltılması gibi hususlar olduğu görülmektedir. Budama veya yaralanma sonucu gövde ve dallarda oluşan çürümeler ve kovuklar, dalların çevreye verdiği zararlar nedeniyle tacın küçültülmesi ve dengesiz budamalar, altyapı çalışmaları sırasında köklerin kesilmesi sonucu oluşan gelişme geriliği ve dengesizlikler ve taç izdüşümünün geçirimsiz malzeme ile kaplanması sonucu su ve hava akışının bozulması, köklerde meydana gelen düzensiz dağılım, çürüme ve yüzeysel kök oluşumu, çevresel streslerden kaynaklanan hastalık ve zararlılar anıt ağaçların başlıca sorunları arasındadır. Bu sorunların giderilmesi için anıt ağaçlarda yapılacak restorasyon ve rehabilitasyon çalışmaları üç ana grup altında toplanabilir. Bunlar;

1. Ağaçlardaki kovuk ve çürüklerin temizlenmesi, çürümenin ve böcek zararının engellenmesi için fungusit ve insektisitlerle ilaçlama, kesim ve temizlenen yüzeylerin farklı maddelerle izolasyonu ve kovuk ve deliklerin estetik olarak kapatılması,
2. Statiği bozuk ağaçlarda yapılacak işlemler; gövdedeki yapısal hasarlar, kovuklar, dal kırılmalarından veya kesimlerden dolayı dengesiz taç dal dağılımı, destekleme, bağlama, kuşaklama gibi fiziki önlemlerin alınması,
3. Yetiştirme ortamında alınacak yapısal önlemler; yol, alt yapı çalışmaları, binalara ve elektrik su şebekelerine yakınlık, asfaltlama veya betonlama gibi geçirimsiz katmanların giderilmesi, yaşam alanının, kök beslenme alanının genişletilmesi, insan hareketinin sınırlandırılması, gerektiğinde teras yapımı, su ve besin takviyesi ve alımının iyileştirilmesi konularıdır.

Türkiye’de yapılan kısmî çalışmalar yazılı kayda alınmadığından kazanılan tecrübeler paylaşılamamıştır. Bu araştırmada anıt ağaçlarda yapılacak çalışmalarda kullanılacak alet, ekipman ve makineler, sarf malzemeleri ve kullanım amaçları konusunda planlama ve maliyetlere esas teşkil edecek şekilde ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, iki yıl süresince yaklaşık 200’e yakın anıt ağacın bakım, restorasyon ve rehabilitasyon çalışmalarında kullanılan el aletleri, makine ve teçhizatların özellikleri ve kullanım amaçları irdelenmiştir. Anıt ağaçlar ve özellikleri ile ilgili yazılı kaynaklar taranarak faydalanılmıştır.

2.2. Yöntem

Anıt ağaçlarda yapılan çalışmalar esnasında bakım ve rehabilite ekibinin ihtiyaç duyduğu malzeme, ekipman ve aletler ile bunların kullanım şekilleri ve yerleri belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Anıt ağaçlar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından koruma altında bulunmaktadır. 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu’nun 7. maddesinin (o) bendinde, kültür ve tabiat varlıkları korunmasını sağlamak ve bu amaçla yapılacak bakım ve rehabilitasyon çalışmalarını gerçekleştirme görevi belediyelere verilmiştir. Maalesef bu durum sadece yasal düzeyde kalmıştır. Yerel yönetimlerin anıt ağaçlar ve korunması konusunda bilgi sahibi olmadığı görülmüştür. Anıt niteliği taşıyan ağaçlar kültürümüzde ve tarihimizde özel bir konuma sahip olup korunması, kayıt altına alınıp envanterinin çıkarılması ve gelecek kuşaklara da aktarılması son derece önemlidir (Çolak, 2009; Özcan, 2018). Anıt ağaçlarla ilgili belediyelerin çalışmaları ve üniversitelerde hazırlanan birçok tez (Yörüklü, 1997; Efe, 2013; Şişman, 2014; Özcan, 2018; Gül, 2019; Demir, 2019; Tural, 2019; Çil, 2023) olmasına rağmen, bakım, rehabilitasyon ve restorasyon uygulamaları hakkında yapılan çalışmalar kısıtlıdır. İstanbul Büyükşehir Belediyesinin geçmiş yıllarda yaptığı restorasyon ve rehabilitasyon çalışmaları kısmen bu bilgi açığını kapatmaktadır. Anıt ağaçlarla ilgili yapılan çalışmalar genellikle tespit ve kayda alma niteliğindedir. Bu makale içeriğinde verilen bilgilerle anıt ağaçların bakımında kullanılacak malzeme, ekipman ve aletler konusunda önemli bir bilgi açığının kapatılması amaçlanmaktadır.

3.1. Genel hususlar

Bir ekip (teknik eleman hariç) dört kişiden oluşmalı, bunlardan ikisi usta işçi olmalıdır. Anıt ağaç ekibi, odun ve kabuk anatomisi, ağaç fizyolojisi, ağaçların özellikleri, yapraklı ve ibreli ağaçların büyüme modelleri, gelişim çağlarına göre budama prensipleri, kesim teknikleri ve iş güvenliği konularında eğitilmelidir. Bu eğitimlerden sonra özel olarak anıt ağaçların rehabilitasyon, restorasyon ve bakımları konularında detaylı eğitimler verilmelidir. Bu eğitimlerde anıt ağaçların çürük ve kovukların temizlenmesi, dezenfeksiyonu,

ilaçlanması ve koruma önlemlerinin alınması, yapısal iyileştirmeler, habitat iyileştirmelerinin nasıl yapılması gerektiği detaylı olarak anlatılmalı ve işçiler sertifikalandırılmalıdır. Ekibe yaptıkları işin önemi anlatılmalı, adeta bir arkeolog titizliği ile çalışmaları sağlanmalıdır.

Yapılacak çalışmalar yine aynı konularda eğitimli bir teknik personelin nezaretinde yürütülmelidir. Bakım ekibinin tereddüt ettiği hususlarda teknik personel yapılması gereken müdahalelere karar vermelidir. Özellikle ağaçta stabilitenin sorun olabileceği yerlerde acil karar verilerek gerekli destekleyici unsurlar sağlanmalıdır. Ağacın durumu incelenerek, restorasyon, rehabilitasyon ve varsa ağacın etrafındaki toprak ve zemin iyileştirilmesine karar verilmelidir. Ağaç etrafına yapılacak duvar güçlendirmeleri için ekibe ihtiyaç olduğunda ekibe duvarcı ustası alınmalıdır.

Malzeme ve işçilerin nakli için çift kabin ve kasası brandalı kamyonet kullanılmalıdır. Çalışma esnasında çevredekileri bilgilendirmek ve uyarma için gerekli olan yerlere uyarı tabelaları konulmalıdır. Yapılan çalışmalar halkın büyük ilgisini ve merakını celbetmektedir. Bu bakımdan, bir sorun ve tartışma olmaması için ekibe verilen sertifikalar ve ilgili kurullardan alınmış resmi izinler araçta bulundurulmalıdır. Kullanılacak ekipmanlar kaliteli olmalı ve bakımlı tutulmalıdır. Tablo 1’de yer alan sarf malzemeleri orta düzeyde bakım, rehabilitasyon ve restorasyon ihtiyacı olan bir ağaç için verilmiştir.

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri

Malzeme	Birim (Adet, L, kg, takım, metretül)	Kullanım amacı	
		Makine ve ekipmanlar	
DSLR fotoğraf makinası (zoom 100 x)	1	Anıt ağaçların rehabilitasyon öncesi ve sonrası durumlarının fotoğraflanması, ağacın genel durumunun resimlenmesi ve katalog hazırlanmasında kullanılmak üzere	
Bellek (1 TB)	1	Çalışmalardan elde edilen verilerin depolanması ve arşiv oluşturma	
2000 kW jeneratör	1	Elektrikli el aletlerinin kullanımında enerji sağlamak için	
Motorlu testere ve yedek zincir	1	Ağacın dengesini bozan kalın dalların kesiminde kullanılmak üzere	
Küçük boy motorlu el testeresi	1	Ağaç kovuklarının temizlenmesi ve ince dalların kesiminde kullanılmak üzere	
200 litre hazneli kendinden motorlu ilaçlama makinası (50 metre uzatma hortumlu)	1	Ağaçta kovuğun temizlenmesinden sonra mantari ve böcek ilaçlaması ve çürüklerin temizlendikten sonra basınçlı suyla yıkanmasında	

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Elektrikli sırt pulveri- zatorü	1	Ağaçtaki küçük kovukların temizlenmesinden sonra mantar ve böcek ilaçlaması	
Darbeli küçük Hilti ve matkap uçları, harç karıştırma ucu	1	Şehir içinde destekleme ihtiyacı olan ağaçlarda direk dikmek için beton kırma ve çukur açmada, harç hazırlama, delme işlemlerinde, ağaç kavuklarında biriken suyun tahliye edilmesi için delik açılmasında	
Şarjlı el matkabi ve ahşap delme uçları	1	Delme ve vidalama işlemlerinde, alüminyum iskelet oluşturmada vidalama, galvanizli telin ağaca ve iskelete vidalanmasında	
Avuç taşlama ve disk- leri	1	Ağaç üzerinde olan metal çivi, demir kazık, tel vb. kesilmesi ile germe tellerinin kesiminde	
Dijital boy ölçer Lazermetre	1	Ağacın boyunun ölçümünde	
	1	Desteklenecek dalların yerden yüksekliğinin ölçülmesinde	
Ledli ışıldak	2	Ağaç kovuklarını aydınlatmada	

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Kafa lambası		Kovuk içinde dar alanlardaki çalışmalarda	
	3		
Küçük el baltası	2	Kaba kesimlerin yapılması ve kovukların temizlenmesinde	
Büyük balta	1	Kovuk içi temizlikte kullanılma üzere	
El testeresi	2	Gövde dal temizliğinde	
Budama makası	2	Gövdeden süren ince dalların budanmasında	
Yontma bıçağı	1	Kesim yerlerini perdahlamada	
Çift kollu kazıma aparatı 170 mm	1	Kovuğun kenarlarındaki kambiyumun tahrik edilmesi için yaralama işleminde	
Halka kafalı oyma bıçağı	1	Çürük kısımların temizlenmesinde ve kambiyumun tahrik edilmesi için yaralama işleminde	
Tırmık		Ağaç etrafının düzeltilmesi	
Bel küreği	1	Gübreleme gerekli ise ağacın dibinin bellenmesinde	
Küçük katlanır kürek	2	Ağaç içi kovukta, dar alanda çalışmada	
Küçük el kazması	2	Ağaç içi kovukta temizlik yapılmasında	
Sıvacı malası-dil mala	3	Kovuk içinde suyu akıtabilmek için çimento ile gerekli eğimi sağlamada sıvama işlemlerinde	

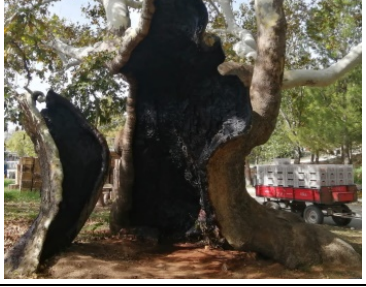
Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Alüminyum katlanır platform merdiven	2	Ağaç içi çürük temizlemede ve kesimlerde- 4 metrelik	
Alüminyum basamaklı merdiven	1	Ağaç içi çürük temizlemede 6 metrelik	
Tel kesme makası	1	Elek tellerin kovuğa göre kesiminde, ağaç üzerine bağlanan kabloların kesiminde	
Şerit metre Pense ve kerpeten		Ağaç gövde çevrelerinin ölçümünde ve diğer ölçümlerde Ağaç üzerindeki tel ip, çivilerin çıkarılmasında ve kovukların kapatılmasında telleri kıyırmada	
Büyük ve küçük manivela	1	Büyük çürük kütleleri gövdeden ayırmada	
Çöp kovası ve torbaları	1	Çıkan atıkların toplanmasında	
Metal kesme makası	1	Kapatma telinin kovuğun ölçülerine göre kesilmesinde	
Kafa lambası ve şarjlı piller	3	Dar kovuk içlerinin görülebilmesinde	
2 kg çekiç	2	Çürüklerin temizlenmesinde	
Murç	2	Çürüklerin temizlenmesinde	
Sarf malzemeleri			
Galvanizli ve paslanmaz çelik elek teli		1 inç-25 mesh 304 kalite, kovukların kapatılmasında (ağaç başına ortalama 3 metre-tül)	
İnşaat eldiveni	10 çift	Koruma amaçlı	
Mekanik zımba ve teli	1	Tel kafesi tutturmada	

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Çam katranı	20 litre	Çürük içini dezenfekte ve korumada ağaç başına ortalama sarf miktarı	
Kreozat	10 litre	Katran içine mantar koruyucu olarak	
5×5 ve 5×10 cm empenyeli kereste	20	Kovuk içi iskelet oluşturmada, ağaç başına ortalama sarf miktarı 20 metre	
Plastik izolasyon sıvısı ve renklendirici	20	Ağaç kovuklarının galvanizli telle kapatıldıktan sonra üzerinin kabuk rengine yakın renklendirilmiş plastik izolasyonla kaplanmasında	
Paslanmaz çelik kablo, bağlama malzemeleri ve gerdirme aparatları	25	Ağaç gövde ve dallarının stabilitesinin sağlanmasında kırılmalarını önlemek için birbirlerine destek olacak şekilde bağlanmasında	
Eski araba lastiği		Ağaçlarda dalların veya birbirine bağlanması gereken dalların çelik halat tellerle bağlantı noktalarında ve destekleme direklerinin ağaca temas eden yerlerinde tamponlama için	

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Yanmış hayvan gübresi		İhtiyaca göre (ağaç başına ortalama 100 kg) veya 0.5 metreküp toprak iyileştirmesi ve besin gereken yerlerde	
Yavaş salınımlı kimyasal gübre		Beslenme sorunu olan ağaçlara takviye olarak ihtiyaca göre (ağaç başına ortalama 5 kg taç izdüşümüne)	
Alüminyum şeritler (en/kalınlık-5×20 mm)		Ağaç kovuklarının kapatılmasında ağacın gövde yapısına uygun iskelet oluşturmada kullanılmak üzere	
Mantar ve böcek ilaçları		Mantari ve böcek ilacı mantar ilacı (Her iki ilaç grubundan ayrı ayrı kullanılmak üzere % 5'lik solüsyon şeklinde kullanım)	
Çam katranı	20	Çürük içini dezenfekte ve korumada, ağaç başına ortalama sarf miktarı 20 l	
Kreozat	10	Katran içine mantar koruyucu olarak	
Metil bromid	1	İçine girilemeyen kovukların dezenfeksiyonunda	
Göztaşı	10	Katranın içine %10 oranında karıştırılarak mantar enfeksiyonlarına karşı korumada	
Kalın CD kalemi	1	Kovuk ölçüsünün galvaniz kapatma teline işaretlenmesi	
Büyük boy tel fırça	2	Derin çürüklerin temizlenmesinde	

Tablo 1

Anıt ağaçların bakım, rehabilitasyon ve restorasyonunda kullanılan makine- teçhizat, alet ve sarf malzemeleri (devam ediyor)

Yumuşak badana fırçası ve sap	4	Kalın dallara ve gövde içine çam katranının sürülmesinde	
Yumuşak boya fırçası	4	Dallara kesim yüzeylerine katran sürülmesinde	
20 mm çaplı plastik boru	4	Kovuklardan tahliye deliğinin kapamaması için yerleştirilmesinde	
Renkli ve beyaz çimento ve kum Cam macunu –Aşı macunu	10	Ağaç gövde dibindeki çürüğün fazla olması halinde doldurmak için Küçük kovukların kapatılması ve gövde doldurmalarında, canlı desteklerde kaynaştırma noktalarının korunmasında	
Galvanizli destek direkleri	İhtiyaç halinde	Kırılma ve devrilme riski olan ağaçların gövde veya dallarından desteklenmesinde (Gövde veya dalların ağırlık merkezi hesaplanmalıdır)	
Gerekli olduğu halde sulama sistemi kurulması için malzemeler		Ağacın susuz kalması ve kuruma riski durumunda sulanması için	
Koruyucu kıyafetler ve iş güvenliği ekipmanları (iş elbisesi, tek kullanımlık kıyafet, baret, gözlük, kulaklık, şapka vb.)	3	İlaçlama, kesme, budama, temizleme, vb. işlemlerde kullanılmak üzere, işçinin güvenliğini sağlama amaçlı ekipmanlar	

4. Sonuç ve Öneriler

Anıt ağaçlar tarihin canlı tanıklarıdır. Gelecek nesillerin bu tarihi mirasları görebilmeleri için gerekli bakım ve rehabilite çalışmaları periyodik olarak yapılmalıdır. Bakımlar esnasında yaralanmaları önlemek için mutlaka

iş güvenliği kurallarına uyulmalı, işin niteliğinin gerektirdiği koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Özellikle kovuk içine girilerek yapılan çalışmalarda akrep, yılan gibi zehirli hayvanların yuvalanma ihtimaline karşı dikkatli olunmalıdır. Bakımdan sonra yapılan işlemler konusunda bilgilendirici tabelalar kullanılabilir. Yerel otoritelerin yapılan çalışmalardan mutlaka haberdar edilmesi ve kapsamının anlatılması gerekir. Orta bakım ihtiyacı olan bir ağaçta yapılan çalışmalar 3-4 gün sürebilmektedir. Çalışmalar aceleye getirilmemeli, gerekli çalışmalar tekniğine uygun yapılmalıdır. Toplumun duyarlılığı anıt ağaçların korunması için motive edici bir unsur olarak kullanılmalıdır.

Yazar Katkıları

Yazar Salih Parlak: Çalışmanın tüm aşamalarında görev almış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Asan, Ü. (1987). Anıt ormanlarımız (2) Doğu Karadeniz yöresinin anıt ormanları. *Çevre ve Ormanlık Dergisi*, 3(28-33).
- Asan, Ü. (1987). Anıt ormanlarımız (3). İbradı'nın dev kestane ağaçları. *Çevre ve Ormanlık Dergisi*, 3(34-40).
- Asan, Ü. (1991). Doğal ve kültürel miraslarımızdan anıt ağaç ve ormanlarımız. *Yeşil Çerçeve*, 6, 22-24.
- Asan, Ü. (1998). Anıtsal meşeler. Kasnak meşesi ve Türkiye florası, Sempozyumu Bildirileri, 610-621.
- Asan, Ü. (1998). Beykoz ve Üsküdar'ın anıtsal ağaçları. Beykoz İlçesi çevre sorunları sempozyumu, Bildiriler Kitabı. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Yayınları, No 3, 34-42.
- Asan, Ü. (2007). Anıtsal ağaçların tanımı, teknik özellikleri ve korunmaları. Kent ağaçları ve süs bitkilerinde bakım ve budama esasları semineri, 157-168.
- Asan, Ü. ve Uzun, A. (1994). Marmara Bölgesindeki doğal ve kültürel mirasımız: anıt ağaçlar. Doğal değerlerin korunması ve kurumlaşma stratejileri ulusal semineri, Tebliğ, 9.
- Batur, M. (2013). İzmir'in korunmaya değer ağaçları. TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 587-590. Kasım, 2013, İzmir.
- Çıl, S. (2023). *Unesco dünya miras listesinde yer alan Bursa hanlar bölgesi'ndeki anıt çınar ağaçlarının problemleri ve sürdürülebilirlikleri için çözüm önerileri*. Bursa Teknik Üniversitesi Bursa Türkiye.
- Çolak, N. (2009). Kültür ve tabiat varlıklarının devlet malı niteliği ve sonuçları. *Hukuk, Ekonomi ve Siyasal Bilgiler Aylık İnternet Dergisi*, (84).
- Demir, M. (2019). *Çevresel değişimlerin karadeniz bölgesi'ndeki tescilli anıt ağaçlara olan etkisinin cbs yardımı ile değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ. ve Sönmez, S. (2013). Monumental trees of Edremit. Edremit Municipality Cultural Publication No: 8 Printed at: AKMAT.
- Genc, M. ve Guner, S. T. (2001). Anıt ağaç envanteri ve seçimi için yeni bir yöntem (A new method for inventory and selecting of monumental trees). In proceedings of the 1st national forestry congress, March 19-20, 2001, Ankara (pp. 234-251). (In Turkish).
- Genç, M. ve Güner, Ş. T. (2003). Göller Bölgesi'nin anıt ağaçları. Isparta Valiliği İl Özel İdare Müdürlüğü Yayını, Isparta.
- Gül, Ö. Ö. (2019). *Anıt ağaçların flora turizmi için önemi, Aydın Çine ve Karpuzlu ilçeleri anıt ağaç varlığına yeni ilaveler*. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Gülersoy, Ç. (1984). Dolmabahçe. Çağlar boyu İstanbul görünümleri III, İstanbul Kitaplığı, 224, 222-224.
- İBB. (2014). İstanbul'un doğal mirası anıt ağaçlar, Anadolu Yakası. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yayını, İhlas Gazetecilik A.Ş.

- Jim, C. Y. (1998). Soil characteristics and management in an urban park in Hong Kong. *Environmental Management*, 22, 683–695.
- Özcan, E. (2018). *Çanakkale İli anıt ağaçları*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Özer, A. S. (2010). Bursa ve anıt ağaçları. Bursa Büyükşehir Belediyesi Buski Yayınları.
- Polat, Z. (2017). Doğanın mirası: anıt ağaçlar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(8), 908-916.
- Şişman, B. (2014). *İstanbul'un anıt ağaçları üzerine bir araştırma*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Tural, E. (2019). *Hatay ilinin anıt ağaçları*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye.
- Yaman, B. ve Köktürk, R. (2021). Beycuma Korucuk Köyü'ndeki (Zonguldak) servi ağacının anıtsal özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 606-613.
- Yörüklü, N. (1997). *Bursa ve yakın çevresindeki anıt ağaçların saptanması ve koruma olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Kırsal Kalkınmada Odun Dışı Orman Ürünleri Üretimi Açısından Önemli Olan Defnenin (*Laurus nobilis* L.) Gelişimine Meşcere Kuruluş Özelliklerinin Etkisi

Neslihan Atar¹, Halil Barış Özel^{2,*}

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, Artvin, Türkiye

^{2,*} Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

Makale Tarihçesi

Gönderim: 26.08.2024

Kabul: 26.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Ülkemizde tüm kıyı şeridi boyunca geniş bir yayılış gösteren defne için uygun meşcere kuruluşunun araştırılması son derece önemlidir. Bu çalışmada, defne üretiminin yoğun olarak yapıldığı Bartın Orman İşletme Şefliğinde, farklı meşcere kuruluşlarının defne üretimine etkisi araştırılarak ormancılık uygulamaları konusunda temel veriler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla meşcere yapısını daha detaylı ortaya koymak için defnenin yayılış gösterdiği bölgelerde bilinçli örnekleme yöntemiyle 20 m x 20 m (400 m²) büyüklüğünde örnek alanlar alınmıştır. Örnekleme alanında meşcereye ilişkin kapalılık, tabakalılık, karışım oranı, orta çap (cm), orta boy (m), yaş gibi önemli meşcere parametreleri ile defnelerin m²'deki ocak sayısı, sürgün sayısı (adet), sürgün boyu (m), dip çapı (d0.30) uyuyan göz sayısı, m²'deki yaprak sayısı, yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm) özellikleri tespit edilmiştir. Örnekleme alanlarının defne katında yapılan ölçümlerle elde edilen verilerin ana meşcerenin kapalılığı ve meşcere tipine göre nasıl değişim gösterdiğinin belirlenmesi için yapılan varyans analizinde istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05) ilişkiler bulunan parametrelerin metrekaresindeki ocak sayısı, ortalama sürgün sayısı, ortalama uyuyan göz sayısı, ortalama yaprak eni olduğu belirlenmiştir. İstatistiki analizlerden elde edilen bulgulara göre araştırma alanında; defnenin oluşumu, gelişimi ve yaprak hasadı yönünden kıvılcım ve sahilçamı plantasyon alanlarında, doğal doğu kayını meşcerelerine göre bazı üstün nitelikler gösterdiği ve bu durumundan söz konusu plantasyon alanlarında özellikle defne yer aldığı çalı katındaki ışık koşullarının türün gelişimi ve verim potansiyeli açısından daha uygun niteliklere sahip olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak ülkemizde ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir tür olan defnenin (*Laurus nobilis* L.) mevcut meşcere yapılarının ortaya çıkarılmasıyla, sürdürülebilir bir şekilde işletilmesini sağlayacak planlar ve silvikültürel uygulamalar için temel veriler oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Defne, meşcere, büyüme, ağaç türü, silvikültür, sürdürülebilirlik

The Effect of Stand Structure Characteristics on the Growth of Laurel (*Laurus nobilis* L.), Important in Rural Development in Terms of Non-Wood Forest Production

¹ Istanbul Regional Directorate of Forestry, Istanbul, Türkiye

^{2,*} Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

Article History

Received: 26.08.2024

Accepted: 26.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – It is extremely important to investigate the appropriate stand establishment for laurel, which is widely distributed along the entire coastline in our country. In this study, the effects of different stand establishments on laurel production were investigated in Bartın Forest Enterprise Directorate, where laurel production is intensive, and basic data on forestry practices were tried to be established. For this purpose, in order to reveal the stand structure in more detail, 20 m x 20 m (400 m²) sample plots were taken with the conscious sampling method in the sections where laurel is distributed. In the sampling area, important stand parameters such as stand canopy closure, layering, mixture ratio, mean diameter (cm), mean height (m), age and laurels' number of stem per m², number of shoots (number), shoot length (m), bottom diameter (d0.30) number of dormant buds, number of leaves per m², leaf width (cm), leaf length (cm) were determined. Variance analysis, which was conducted for determining the changes in measured parameters in the laurel layer of the sample plots depending on stand closure and stand type, showed statistically significant (p<0.05) relationships in the number of patches per square meter, average number of shoots, average number of dormant buds, average leaf width. According to the findings obtained from statistical analyses, it was determined that in the research area, laurel showed some superior qualities in terms of formation, development and leaf harvest in red pine and coastal pine plantation areas compared to natural eastern beech stands and this situation was due to the fact that the light conditions, especially in the bush layer where laurel is located in the plantation areas in question, have more suitable qualities than those for the development and yield potential of the species. As a result, by revealing the existing stand structures of laurel (*Laurus nobilis* L.), which is an important species in our country in terms of ecological, economic and social aspects, basic data for plans and silvicultural practices that will ensure its sustainable management were tried to be created.

Keywords – Laurel, stand, growth, tree species, silviculture, sustainability

¹  neslihanatar@artvin.edu.tr

²  halil@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Meşcerenin kuruluş özellikleri; ekosistemin ekolojik özellikleri, alt tabaka vejetasyonunun dinamikleri ile konumsal dağılımları, gençleşme dinamikleri ve mikro iklim değişimlerinin açıklanması ile bu özelliklere bağlı olarak elde edilebilecek odun ve odun dışı ürünlerin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Stein, 1995; Ihalainen vd., 2005; Özel 2007; Bonet vd., 2008; Simonson vd., 2014; Oktan, 2015; Tinya ve Ódor, 2016; Tonteri vd., 2016; Eldegard vd., 2019; Genç vd., 2021). Meşcere kuruluşunu oluşturan özelliklerden kapalılık, sıklık, tabakalılık, ağaç türü karışımı, bonitet gibi faktörler meşcerayı oluşturan bitkilerin var olma, büyüme ve gelişme yapılarının oluşumunda temel faktörleri oluşturur (Larsen, 1995; Genç vd., 2012). Meşcere içerisinde herhangi bir türün var olması ya da gelişiminin iyi ya da kötü olması bu meşcere elemanlarıyla ne kadar ilişkili olduğunun belirlenmesine bağlıdır (Daniel vd., 1979; Kimmins, 1987; Oktan, 2015). Dolayısıyla meşcere kuruluşlarının ortaya konması meşcerede yapılacak olan tüm çalışmaları direk olarak etkileyen en belirleyici faktördür (Cui vd., 2022). Meşcere kuruluşunun ortaya konması doğaya uygun işletmeciliğin belirlenmesi ve pratikte yapılacak uygulamalar için teorik bir temel oluşturulur (Xin vd., 2020; Zhang vd., 2021; Xue vd., 2021; Nguyen vd., 2022). Angelstam vd. (2004b) biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir orman işletmeciliğine entegrasyonu aşamasında; ağacın, meşcerenin ve ormanın kompozisyonlarının, yapılarının ve fonksiyonlarının net olarak ortaya konmasının bir gereklilik olduğunu vurgulamışlardır.

Bitki toplumlarını oluşturan türlerin bir arada var olmasını sağlayan ve teşvik eden temel süreçlerin anlaşılması meşcere kuruluş özelliklerinin incelenmesini gerektirir (Xin vd., 2020). Connell ve Slatyer (1977), meşcerede türlerin bir arada yaşama mekanizmalarının anlaşılmasında merkezi öneme sahip alt ve üst tabaka arasındaki bitki etkileşimlerinin; kolaylaştırmadan toleransa ve rekabete kadar bir eğilim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ormanın üst kat ve alt kat ilişkileri karmaşık ve iki taraflıdır (Aubin, 2009). Alt tabakayı oluşturan bitkiler; üst kattaki türlere, orman yapısına, yetiştirme ortamı faktörlerine, mikro-çevreye ve meşcere koşullarına bağlı olarak heterojen bir bileşim, yapı ve dağılım deseni oluşturmaktadır (Tinya ve Odor, 2016). Bunların arasında, farklı meşcere yapılarında üst tabaka tarafından kontrol edilen su, sıcaklık, ışık ve toprak besinleri değişkenliği alt tabakadaki türlerin gelişimini kontrol eden en görünür faktörler arasındadır (Deal, 2007; Van Couwenberghe vd., 2011). Ormanda alt tabakayı oluşturan bitkilerin gelişimini etkileyen kaynak koşulları, üst katı oluşturan tür bileşiminden ve diğer biyotik faktörlerden etkilenmektedir (Legare vd., 2001). Bergstedt ve Milberg, (2001) bir ormandaki alt tabakadaki bitki örtüsünün bileşiminin, büyük ölçüde üst ağaç tabakasının yoğunluğu ve bileşimi ile şekilleneceğini belirtmişlerdir. Frelich vd. (2003), ağaç tabakasındaki değişikliklerin alt tabakadaki bitki örtüsünde değişikliklere yol açabildiğini belirtmişlerdir.

Orman toplumlarının önemli bir bileşeni olan alt tabaka bitki örtüsü, ekosistem işlevi ve hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde kilit bir rol oynar (Rijsoort, 2000; MCPFE, 2002). Alt tabakanın, orman ekosistemlerinin enerji akışını ve besin döngüsünü, biyolojik çeşitliliği, orman yangını rejimlerini ve gençleşme kapasitesini etkileyen, orman ekosistemlerinin kritik bir özelliği olduğu vurgulanmaktadır (McKenzie ve Halpern, 1999; Gilliam, 2007). Ancak ormanda üst tabakayı oluşturan ağaçlar ve çoğu alt tabakayı oluşturan farklı odun dışı orman ürünleri arasındaki sinerjiler ve değiş-tokuşlar hakkındaki bilgiler yetersizdir. Bu nedenle meşcere içerisindeki türler arasındaki ilişkileri etkileyen yetiştirme ortamı bilgileri ve meşcere özellikleri gibi faktörlerin belirlenmesi, doğadaki paylarının bilinmesi türlerin korunması, ekosisteme sağladıkları hizmetlerin devamı ve sürdürülebilir bir şekilde işletilebilmeleri için önemlidir.

Özellikle son yıllarda odun dışı orman kaynaklarının değerine ilişkin farkındalığın artmasıyla birlikte, orman ekosistemlerinde alt tabakadaki biyoçeşitliliğinin korunmasına yönelik ilgi artmıştır (Chen ve Popadiouk, 2002; Haeussler vd., 2004; Blank ve Carmel, 2012). Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) orman ekosisteminde biyolojik çeşitliliğin en önemli bileşenlerinden biri olup ormanın işleyişinde kilit bir rol oynamaktadır.

Defne (*Laurus nobilis* L.), ülkemizde Akdeniz orman vejetasyonu içerisinde çoğunlukla alt tabakada yayılış gösteren önemli türlerden biridir. Ülkemizde tüm kıyı şeridi boyunca geniş bir yayılış göstermekte olup Akdeniz bölgesinin kıyı şeridini içerisine alan Lauretum olarak adlandırılan birinci zonunu temsil eder. Ülkemizde Karadeniz kıyılarındaki psödomaki formasyonu içinde ortalama olarak 200-300 m'ye yükselen defne, yer yer deniz etkisinin sokulduğu vadilerde 350-400 m'ye kadar çıkar. Defne yayılışını etki eden en önemli faktörler toprak yapısı ve hava nemidir. Doğal olarak yayılış gösteren maki türleri içinde nem isteği yüksek bir tür olan defne küme ve gruplar halinde yayılış gösterir. Toprak isteği fazla olmamakla beraber genellikle batı ile kuzey yamaçlarda rutubeti yeterli dere yataklarını tercih eder (Başer vd., 2018). Defne kuraklığa toleranslı bir türdür. Kentlerde hava kirliliğine karşı oldukça dayanıklıdır. Yine susuzluğa karşı dayanıklı olduğundan kurakçıl alanlardaki peyzaj uygulamalarında da kullanılabilir (Anşın ve Özkan, 1993; Ürgenç, 1998).

Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) oldukça önemli değer ve hizmetler sunmakta ve OGM'nin odun dışı bitkisel ürünler bakımından en çok gelir elde ettiği türler arasında yer almaktadır (Türker ve Berker, 2017). Türkiye, dünyada işlenmemiş defne yaprağı ihtiyacının yaklaşık %95'ini karşılamaktadır (OGM, 2022). Defne; tıbbi ve aromatik bitki, endüstriyel kaynak ve peyzaj alanında kullanımı ile oldukça yüksek ekolojik ve ekonomik değere sahip türlerden bir tanesidir. Defnenin hem yapraklarından hem de meyvesinden yararlanılmaktadır (Özer vd., 2019). Yayılış gösterdiği alanlarda kırsal kalkınmayı ve sürdürülebilir ormancılığı sağlamak amacıyla kullanılan önemli bir araçtır (BAKKA, 2020). Ancak son yıllarda artan ticari kullanımı varlığını tehdit etmektedir. Makilik ve orman içerisindeki tüm doğal defne alanları ilkel ve plansız faydalanmalar nedeniyle daralma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Parlak, 2007; Öztürk, 2016). Bu bağlamda odun dışı orman ürünlerinin (ODOÜ) gerek sürekliliğini sağlamak gerekse verim ve kalitesinin artırılması amacıyla uygun bir işletme planının oluşturulabilmesi için, bitkilerin yetiştirme ortamlarında doğal ortam şartlarını ortaya koyacak bilimsel çalışmalara ihtiyaç artmaktadır. Dolayısıyla defne için uygun meşcere kuruluşunun araştırılması son derece önemlidir. İşletme ve koruma planlarında da ODOÜ'ler için geleceğe yönelik stratejilerin oluşturulması için meşcere kuruluşlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada meşcere kuruluş özelliklerinin defne (*Laurus nobilis*) üretimi üzerine etkisi araştırılarak ormancılık çalışmaları konusunda temel veriler oluşturulmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla doğru silvikültürel uygulamalarla, defnenin yaprak verimi ve kalitesi artırılarak sürdürülebilir işletmecilik için olanak sağlanabilecektir.

2. 2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu çalışma, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü, Bartın Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki defnenin doğal olarak yayılış gösterdiği Esenpınarı köyündeki sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton.) meşcereleri, Kaman köyündeki kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) meşcereleri ve Topluca köyündeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Araştırma alanları seçilirken amenajman planı ve silvikültür planlarında defne üretiminin yapıldığı bölmeler dikkate alınmıştır. Defne üretimi yapılan meşcerelerden eğim, bakı ve yükselti olarak aynı kuşakta bulunan toplam 27 örnek alan belirlenmiştir. Örnek alanlar; 100-410 m yükseltiler arasında, kuzey -güney bakılarda ve %20-%35 eğim aralığında yer almaktadır. Örnek alanlarına ait genel bilgiler ise Tablo 1'de verilmiştir. Araştırma alanı, dünya flora bölgelerinden Holarktik Bölgenin Avrupa-Sibirya Flora alanında kalmaktadır (Davis, 1965-1988; Donner ve Çolak, 2007). Araştırma alanı Karadeniz makro iklim bölgesinde bulunup, nemli ve çok nemli iklim sınıfında yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanlarının coğrafi konumları

Tablo 1
Örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme numarası	Örnekleme alanı sayısı	Ana ağaç türü	Alanı (m ²)	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı	Mevkii	Yamaç
17	1.	Çm	20x20	115	25	KB	Esenpınarı Köyü	Alt
	2.	Çm	20x20	100	20	KB	Esenpınarı Köyü	Alt
	3.	Çm	20x20	106	25	K	Esenpınarı Köyü	Alt
15	1.	Çm	20x20	120	20	K	Esenpınarı Köyü	Alt
	2.	Çm	20x20	118	27	KD	Esenpınarı Köyü	Üst
	3.	Çm	20x20	124	25	K	Esenpınarı Köyü	Alt
3	1.	Çm	20x20	115	20	KB	Esenpınarı Köyü	Üst
	2.	Çm	20x20	110	35	KB	Esenpınarı Köyü	Üst
	3.	Çm	20x20	114	20	KB	Esenpınarı Köyü	Alt
4	1.	Çz	20x20	130	25	K	Topluca Köyü	Alt
	2.	Çz	20x20	134	24	K	Topluca Köyü	Alt
	3.	Çz	20x20	141	27	K	Topluca Köyü	Alt
32	1.	Çz	20x20	120	20	GD	Topluca Köyü	Alt
	2	Çz	20x20	125	28	GD	Topluca Köyü	Üst
	3.	Çz	20x20	132	20	GD	Topluca Köyü	Alt

Tablo1

Örnek alanlarına ait genel bilgiler (devam ediyor)

Bölme numarası	Örnekleme alanı sayısı	Ana ağaç türü	Alanı (m ²)	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı	Mevkii	Yamaç
34	1.	Çz	20x20	127	30	KD	Topluca Köyü	Üst
	2.	Çz	20x20	114	30	KB	Topluca Köyü	Üst
	3.	Çz	20x20	130	25	KD	Topluca Köyü	Üst
21	1.	Kn	20x20	308	30	KB	Kaman Köyü	Üst
	2.	Kn	20x20	325	30	K	Kaman Köyü	Üst
	3.	Kn	20x20	298	25	KB	Kaman Köyü	Üst
23	1.	Kn	20x20	339	32	KB	Kaman Köyü	Üst
	2.	Kn	20x20	341	29	K	Kaman Köyü	Üst
	3.	Kn	20x20	325	25	KB	Kaman Köyü	Üst
44	1.	Kn	20x20	369	30	KD	Kaman Köyü	Alt
	2.	Kn	20x20	402	25	KD	Kaman Köyü	Alt
	3.	Kn	20x20	410	30	KD	Kaman Köyü	Alt

Çm: Sahilçamı, Çz: Kızılçam, Kn: Kayın

2.2. Örnek Alanların Alınması

Çalışmada defnenin yoğun olarak bulunduğu mevkiiler ve bölmeler belirlendikten sonra, defnenin yayılış gösterdiği bölmelerde bilinçli örnekleme yöntemiyle örnekleme alanları seçilmiştir. Örnek alanları meşcereyi oluşturan ağaçların çapı, boyu, yaşı gibi parametreler gözetilerek 20 m x 20 m (400 m²) büyüklüğünde alınmıştır. Araştırmada, meşcere kuruluş özelliklerin daha kolay karşılaştırılması ve değerlendirilebilmesi için, örnek alanları ağaç ve çalı katı olarak iki kata ayrılmış ve ölçümler her iki katı da detaylı olarak ortaya koyacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.3. Meşcere Kuruluş Özelliklerinin Belirlenmesi

Ormanın kuruluş özellikleri, çok genel bir tanımla, biyokütlenin yatay ve dikey yönlerde alanda dağılımıdır. Bu dağılım alt, ara ve üst tabakayı oluşturan bitki türlerinin, çap, boy ve yaş dağılımlarının düşey ve yatay olarak konumsal dağılımıdır. Ancak bu genel tanımlamaya göre yapılacak planlamaların da çok genel olacağı göz önüne alındığında daha ayrıntılı ve sayısallaştırılabilecek şekilde ormanın bileşenlerinin belirlenebilmesi için ormanın en küçük parçası olarak kabul edilen meşcerelerin kuruluşlarının ayrıntılı olarak ortaya konması gerekmektedir.

Örnek alanlarında, boyu 5 m'den büyük ve göğüs yüksekliği çapı 2 cm ve daha büyük olan bireyler ağaç katında, boyu 0,5 m'den büyük ve çapı 2 cm'den küçük olan bireyler çalı katında değerlendirilerek (Pitkanen, 1998) ölçümler gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlarındaki ağaçların ve çalıların bireysel özellikleri ile çalıların kalite faktörlerini belirlemek için örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümler (göğüs yüksekliği çapı (d_{1,30}), dip çap (d_{0,30}), yaşı, boyu (h), türü, nitelikleri, tepenin başlama yüksekliği, dal uzunlukları (D-B-K-G),

koordinatları (apsis ve ordinat değerleri), m² ocak sayısı, ocaktaki birey sayısı, uyuyan göz sayısı, m² yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu) arazi alım karnelerine kaydedilmiştir (Tablo 2 ve Tablo 3). Meşcere kuruluşlarını ortaya koyabilmek amacıyla da her bir örnekleme alanı için yatay ve düşey meşcere profilleri çizilmiş ve karışım, kapallılık, tabakalılık belirlenmiştir.

Örnek alanlarında meşcere parametrelerine yönelik ölçümlerde orta çap ve orta boy, alandaki tüm bireylerin çaplarının ve boylarının aritmetik ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Tüm örnekleme alanlarında yaş tespiti, normal gelişim gösteren beş ağacın göğüs yüksekliğinden ($d_{1,30}$) artım kalemi alınarak yıllık halkaların sayılması suretiyle tespit edilmiştir. Ağaç sayılarının çap boy ve yaş kademelerine dağılımı her bir örnekleme alanı için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çap dağılımı, ormancılıkta yaygın olarak kullanılan 4 cm genişlikte oluşturulan aralıklara düşen ağaç sayılarının dağılımıyla elde edilmiştir. Boy kademelerine dağılımı, ağaç tanımlamalarında kullanılan boy sınırları ve meşcere yapılarına göre belirlenen 5 m'lik aralıklarla ağaç sayılarının boy kademelerine dağılımıyla elde edilmiştir. Ağaçların yaş basamaklarına dağılımları, $d_{1,30}$ yüksekliğinde belirlenen gövde yaşlarının 10'ar yıllık periyotlara dağılımı şeklinde belirlenmiştir. Karışım oranları örnekleme alanlarındaki her ağaç türünün ağaç sayısı, türlerin kapladığı alan, hacim ve gövde yüzeyi gibi değerler kullanılarak hesaplanır (Çolak ve Odabaşı, 2004; Genç, 2012). Karışım oranlarının hesaplanması, örnek alan içinde bulunan ağaçların hacmine göre gerçekleştirilmiştir. Ağaç türlerinin genel meşcere hacminde %10 payının olması sınır kabul edilmiştir (Diker, 1946; Genç, 2020). Meşcerede katlılık değerlendirmelerinde üst kattaki meşcere orta boyunun en az yarısı kadar boy farkı olan alt kat meşceresi varsa katlılıktan söz edilebilir. (Mayer ve Pitterle, 1988; Oliver ve Larson, 1996; Pretzsch, 2009). Dolayısıyla hem pratiklik hem de subjektiflikten uzak olması nedeniyle $h/2$ kuralı dikkate alınmış ve katlılık ortaya konulmuştur.

Defnenin meşcere kuruluşunun ortaya konulması amacıyla örnekleme alanların tamamını kapsayacak şekilde yatay ve düşey meşcere profilleri alınmıştır. Meşcere profilleri, ağaç ve çalı katındaki bireylerin, örnek alanı içerisindeki koordinatlarından (apsis ve ordinat değerleri), çaplarından ($d_{1,30}$), boylarından (h), tepe başlama yüksekliklerinden (t_{bh}), dal uzunluklarından (D-B-K-G) yararlanılarak, Staupendahl (2003) tarafından geliştirilen "TreeDraw" programı kullanılarak çizilmiştir. Örnek alanlarına giren tüm defnelerin yaprak verimi üzerine etkili olduğu düşünülen bireysel özellikleri belirlenmiştir (Güler, 2006; 2007). Örnek alanının tamamında bulunan defne ocakları belirlenerek bu ocakların örnek alanına oranlanması ile metrekarede kaç ocak olduğu hesaplanmıştır. Ocaktaki birey sayısı, her bir defne ocağı içerisindeki birey (sürgün) sayısını göstermekte ve ocak içerisindeki bireylerin tamamının sayılmasıyla adet/ocak olarak belirlenmiştir. Ocaktaki bireylerin dip çapları her bir defne ocağı içerisindeki bireylerin dip çaplarını göstermekte olup, dijital kompas yardımıyla bireylerin toprak seviyesindeki çaplarının ölçülmesi ile mm olarak belirlenmiştir. Ocak tacı genişliği, her bir defne ocağındaki bireylerin birlikte oluşturdukları ocak tacı genişliğinin değişkenlik gösterdiği her bir noktadan (3-4 nokta) alınan ölçümlerin ortalamasını göstermekte olup, 5 m uzunluğunda çelik şerit metre yardımıyla ölçülmesi yöntemiyle cm olarak belirlenmiştir. Ocak tacı boyu, her bir defne ocağındaki bireylerin birlikte oluşturdukları ocak tacı boyunun, değişkenlik gösterdiği her bir noktadan alınan ölçümlerin ortalaması hesaplanmıştır. Bir sürgündeki uyuyan göz sayısı, tüm örnekleme alanlarında sürgünlerdeki uyuyan göz sayılarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Metrekaredeki yaprak sayısı, tüm örnekleme alanlarındaki her bir defne ocağındaki yaprakların sayılması ve defne ocaklarının kapladıkları alan belirlenerek metrekaredeki ortalama yaprak sayısı hesaplanmıştır. Yaprak eni ve yaprak boyu, tüm örnekleme alanlarındaki defne ocaklarındaki tüm sürgünlerin üst-orta-alt kısımlarından alınan yaprağın boyunun ve eninin cetvel yardımıyla ölçülmesi ile saptanmıştır.

Tablo 2

Örnek alanlarındaki çalıların bireysel özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılan arazi alım karnesi

Örnekleme alan no :						Bölme no :							
Eğim (%) :						Mevkii :							
Bakı :						Yeryüzü şekli :							
Kapalılık derecesi :						Fotoğraf no :							
Yükselti (m) :						Alım tarihi :							
						Alımı yapan :							
Ağaç no	Ağaç türü	Koordinatlar		Çaplar		Boy (m)	Tepe Baş. Yük. (m)	Yaş	Dal uzunluğu (cm)				Özellikler
		X (m)	Y (m)	d1.30 (cm)	d0.30 (cm)				D	B	K	G	
1													
2													
3													

Tablo 3

Örnek alanlarındaki defnelerin bireysel özelliklerini ve kalite ölçüm faktörlerini belirlemek amacıyla kullanılan arazi alım karnesi

Örnekleme alan no :											Bölme no :				
Eğim (%) :											Mevkii :				
Bakı :											Yeryüzü şekli :				
Kapalılık derecesi :											Fotoğraf no :				
Yükselti (m) :											Alım tarihi :				
											Alımı yapan :				
Birey no	Koordinatlar		Dal uzunluğu (cm)				Ocaktaki birey sayısı (adet)	Ocak tacı boyu (m)	Çap d0.30 (cm)	Yaş	Bir Sürgünde Uyuyan Göz Sayısı (adet)	Metreka-redeki Yaprak Sayısı (adet)	Metreka-redeki Ocak Sayısı (adet)	Yaprak Eni (cm)	Yaprak Boyu (cm)
	X (m)	Y (m)	D	B	K	G									
1															
2															

2.3. İstatistik Analizler

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde meşcere tipine ve kapalılığa göre defnenin ocak sayısı, sürgün sayısı, sürgün boyu, sürgün dip çapları, sürgün yaşı, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, uyuyan göz sayısının karşılaştırmalarında ve gruplandırılmasında Varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmıştır. Defne üretimine yönelik önemli faktörleri belirlemek amacıyla çoklu korelasyon analizi yapılmıştır. Daha sonra çoklu regresyon analizi yapılarak modelleme gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada 3 farklı meşcere tipinden (Sahilçamı, Kızılçam, Kayın) 3'er farklı bölmede ve bu bölmelerde de 3 tekrarlı olacak şekilde toplam 27 örneklem alanında ölçümler gerçekleştirilmiş, her bir örneklem alanından elde edilen bulgular (çapları, boyları, yaşları, ağaç türü, kapalılık oranları, katlılık ve karışım biçimleri) Tablo 4'te verilmiştir. Bu kapsamda Tablo 4'te yer alan veriler incelendiğinde, sahilçamı ve kızılçam plantasyon alanlarında tek tabakalı bir kuruluş hakim olup, genel olarak saf bir meşcere yapısı hakimdir. Deneme

alanlarının alındığı bazı kızılçam plantasyon noktalarında karışık meşcere kuruluşlarının aktüel hakimiyeti söz konusu olup, bu karışımı daha çok ara tabakada yer alan ve karışım oranı %10'nun üzerinde olan yörenin doğal türlerinden doğu kayının sürgün kökenli bireylerinin oluşturduğu saptanmıştır. Bununla birlikte doğal doğu kayını meşcerelerinde genel olarak iki tabakalı bir yapı söz konusudur. Bu meşcerelerde ara tabakayı genel olarak defne, sürgün kökenli saplı ve sapsız meşe türleri meydana getirmektedir. Bu durum aynı zamanda söz konusu meşcere tiplerinin karışık orman kuruluşu göstermelerinin de ana nedenidir (Tablo 4).

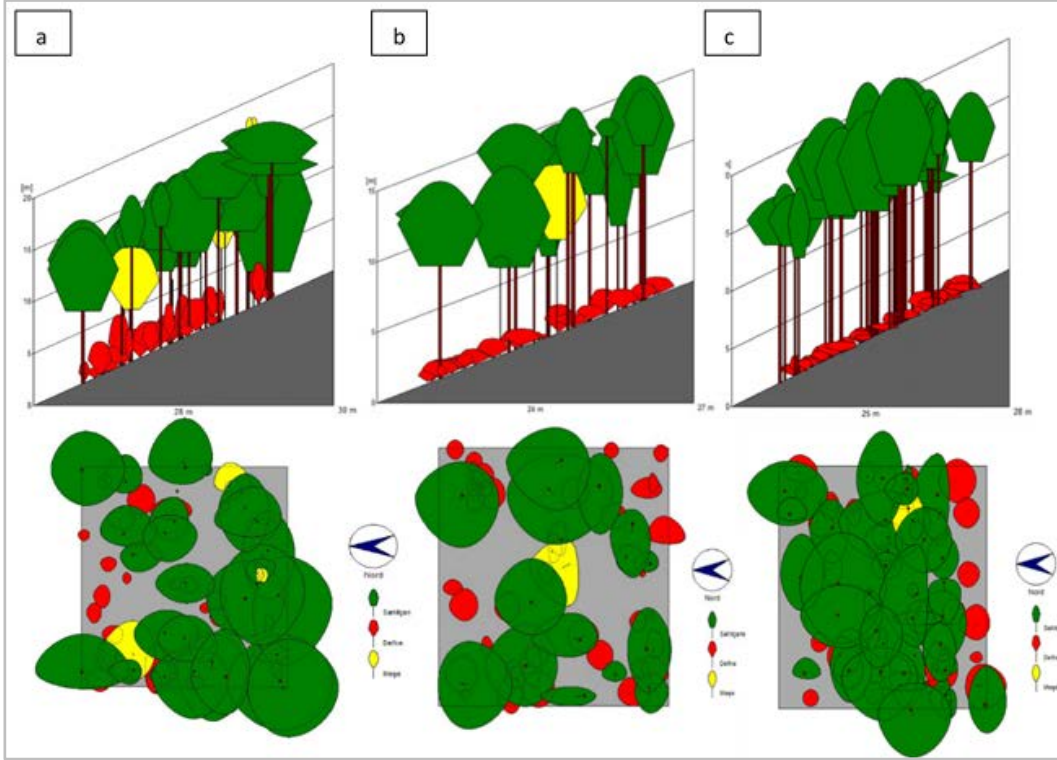
Tablo 4

Örnekleme alanlarında meşcere özelliklerine ait bulgular

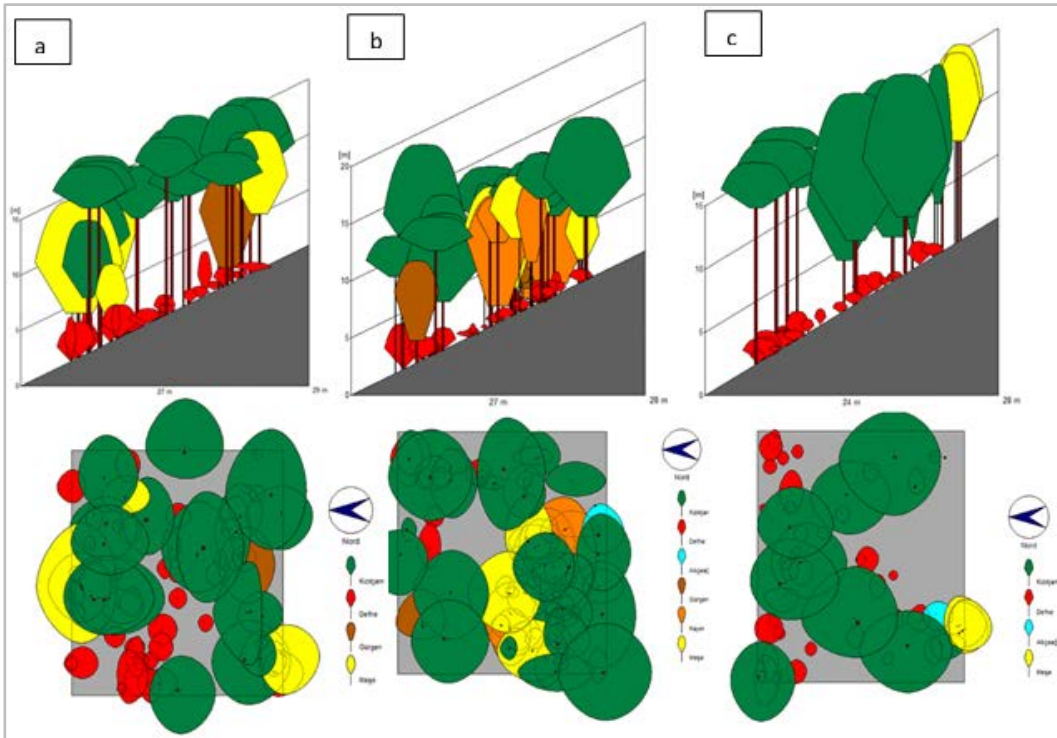
Bölme numarası	Örnekleme no	Ana ağaç türü	Ort çap	Ort boy	Yaş	Ağaç katı kapallılığı (%)	Çalı katı kapallılığı (%)	Toplam kapallılık (%)	Meşcere karışımı	Katlılık
3	1	Çm	20,88	14,73	24	69,6	6,44	76,04	Saf	Tek tabakalı
	2	Çm	23,75	15,28	31	44,68	7,39	52,07	Saf	Tek tabakalı
	3	Çm	24,2	15,61	32	42,27	5,82	48,1	Saf	Tek tabakalı
15	1	Çm	23,22	14,4	33	33,9	8,53	42,33	Saf	İki tabakalı
	2	Çm	22,83	13,2	38	58,69	6,98	65,67	Saf	Tek tabakalı
	3	Çm	23,04	14,5	37	43,62	8,12	51,74	Karışık	Tek tabakalı
17	1	Çm	26,2	15,6	25	43,71	11,67	55,37	Saf	Tek tabakalı
	2	Çm	25,57	17,4	36	72,9	7,2	80,09	Saf	Tek tabakalı
	3	Çm	25,56	15,8	34	61,24	6,11	67,35	Saf	Tek tabakalı
4	1.	Çz	21,2	15,1	27	77,73	1,46	79,19	Saf	Tek tabakalı
	2.	Çz	18,5	13,3	25	56,21	5,88	62,09	Saf	Tek tabakalı
	3.	Çz	22,1	13,9	29	73,91	9,29	83,2	Karışık	Tek tabakalı
32	1.	Çz	17,1	11,4	28	83,9	13,74	85,28	Karışık	Tek tabakalı
	2.	Çz	18	11,6	28	62,63	7,53	70,16	Karışık	Tek tabakalı
	3.	Çz	18,7	12	26	70,76	7,1	77,86	Saf	Tek tabakalı
34	1.	Çz	21,5	14,6	24	60,33	5,34	65,67	Karışık	Tek tabakalı
	2	Çz	20,3	11	25	65,26	3,38	68,64	Saf	İki tabakalı
	3.	Çz	21,7	13,2	24	57,42	4,77	62,19	Karışık	Tek tabakalı
21	1.	Kn	17,2	8,9	21	69,73	5,07	74,79	Karışık	İki tabakalı
	2.	Kn	20	10,3	25	37,18	11,24	48,42	Karışık	İki tabakalı
	3.	Kn	18,5	9,3	24	51,17	11,05	62,22	Karışık	İki tabakalı
23	1.	Kn	18,4	12,5	25	67,2	1,59	68,79	Karışık	Tek tabakalı
	2.	Kn	17,6	12,7	22	74,53	6,062	80,59	Karışık	Tek tabakalı
	3.	Kn	18,8	13	25	62,36	4,708	67,064	Karışık	İki tabakalı
44	1.	Kn	13,6	11,13	26	74,62	2,08	76,7	Saf	Tek tabakalı
	2.	Kn	10,9	10,2	14	69,16	2,07	71,22	Saf	İki tabakalı
	3.	Kn	12	10,8	15	69,45	5,67	75,12	Saf	Tek tabakalı

Tablo 4' te farklı meşcere tiplerinde ortaya çıkan bulgulara baktığımızda her bir meşcere tipinde meşcere özellikleri açısından (meşcere karışımı, kapallılık vb.) önemli farklılıkların olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde farklı meşcere tiplerinin alandaki dağılımını ortaya koymak amacıyla düşey ve yatay meşcere profilleri oluşturularak Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4'te verilmiştir. Meşcere profilleri dikkate

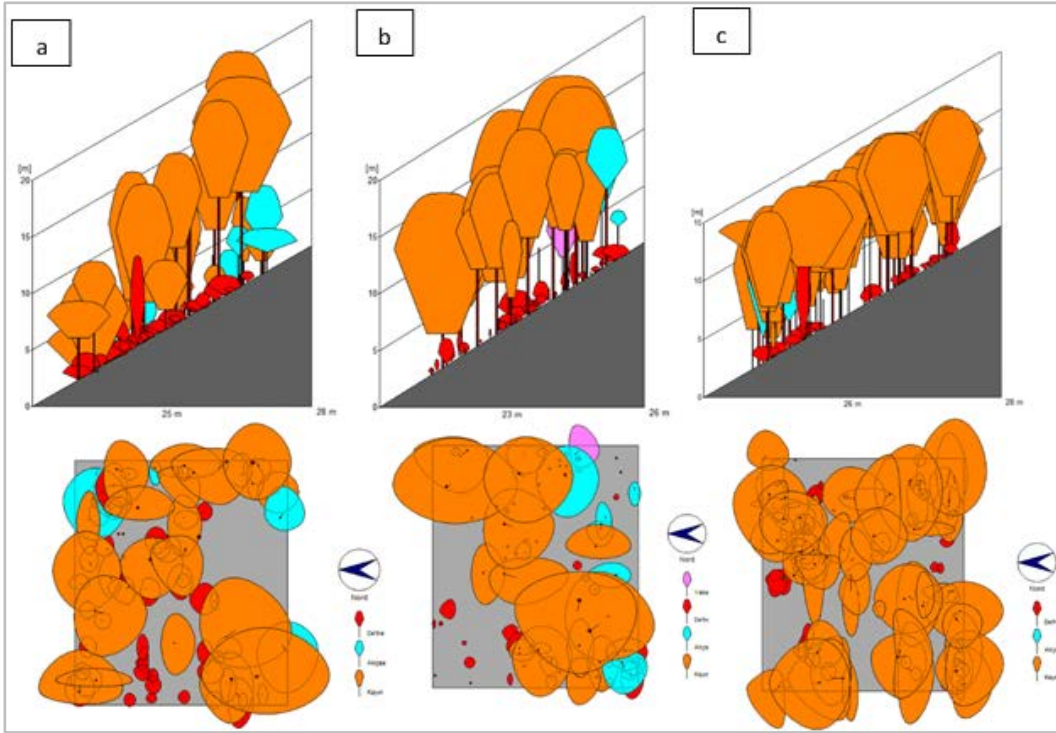
alındığında bu dağılımların homojen olmadığı, bu anlamda alana gelen defnelerin de büyüme ve gelişme durumlarının da farklılık gösterdiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2. Sahil çamı meşçeresi düşey ve yatay meşçere profilleri: 1 nolu örnekleme alanı (a) 2 nolu örnekleme alanı (b), 3 nolu örnekleme alanı (c)



Şekil 3. Kızılçam meşçeresi düşey ve yatay meşçere profilleri: 1 nolu örnekleme alanı (a), 2 nolu örnekleme alanı (b), 3 nolu örnekleme alanı (c)



Şekil 4. Kayın meşçeresi düşey ve yatay meşcere profilleri: 1 nolu örnek alanı (a), 2 nolu örnek alanı (b), 3 nolu örnek alanı (c)

Çalışma alanındaki meşçere türlerini temsil eden noktalardan alınan örnek alanlarında meşcere ölçüm değerleri (Tablo 4) ve meşcere profilleri (Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4) değerlendirildiğinde; yine tüm örnek alanlarında defnelerde yapılan ölçümlere bağlı olarak metrekaresindeki ocak sayısı, ortalama sürgün sayısı, ortalama sürgün boyu, ortalama dip çapı, ortalama uyuyan göz sayısı, metrekaresindeki ortalama yaprak sayısı, ortalama yaprak eni, ortalama yaprak boyu ve ortalama yaş bulguları aşağıda Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Tüm örnek alanlarında hesaplanan defne bireysel özellikleri kalite ölçüm faktörleri

Meşcere tipi	Örnek alan no	Ocak sayısı	Yaş ort.	Sürgün sayısı ort.	Sürgün boyu ort.	Uyuyan göz Sayısı ort.	Yaprak sayısı ort.	Yaprak eni ort.	Yaprak boyu ort.	Dip çapı ort.
Sahil çamı	1	3,20	6,0	10,2	2,6	9,10	1.502,20	3,50	8,50	2,10
Sahil çamı	2	3,40	3,0	14,2	2,2	12,40	1.658,10	3,60	6,90	1,90
Sahil çamı	3	3,00	3,0	13,8	2,4	11,40	1.941,00	3,80	7,50	1,47
Sahil çamı	1	3,30	2,0	17,1	0,9	13,80	1.956,50	3,20	9,00	0,90
Sahil çamı	2	4,50	6,0	17,4	1,1	13,40	2.785,30	3,40	11,22	1,30
Sahil çamı	3	4,20	4,0	15,2	1,2	12,40	3.458,20	3,60	7,20	0,90
Sahil çamı	1	3,50	5,0	30,8	1,4	11,50	1.850,40	3,90	9,40	1,20
Sahil çamı	2	4,40	3,0	36,9	1,5	11,50	2.105,40	3,70	8,50	1,00
Sahil çamı	3	3,90	5,0	40,8	1,2	9,70	3.423,50	4,30	8,10	1,20
Kızılçam	1	3,10	4,0	24,4	1,2	14,20	1.345,40	4,40	9,70	1,70
Kızılçam	2	3,50	5,0	20,0	1,2	14,60	1.645,50	3,70	9,30	1,80
Kızılçam	3	2,80	4,0	21,0	1,7	13,50	2.178,80	3,40	9,10	1,49
Kızılçam	1	3,90	4,0	15,6	1,1	10,50	1.765,80	3,90	8,60	1,40
Kızılçam	2	3,40	3,0	12,4	1,7	9,40	1.889,80	3,10	9,00	1,54
Kızılçam	3	3,20	3,0	11,9	1,5	9,20	1.023,70	3,70	8,80	1,43
Kızılçam	1	5,10	4,0	23,1	1,1	16,80	3.458,50	4,00	9,10	2,10
Kızılçam	2	4,10	6,0	15,5	1,2	13,60	2.100,40	3,10	7,01	1,70
Kızılçam	3	3,80	6,0	16,7	1,06	15,00	2.487,10	3,40	8,40	1,36
Kayın	1	1,70	3,0	15,1	1,3	5,00	442,30	3,90	8,60	1,40
Kayın	2	3,70	3,0	10,2	1,4	6,80	859,64	4,50	9,20	1,30
Kayın	3	2,60	4,0	6,3	1,3	5,90	595,46	4,30	7,30	1,48
Kayın	1	2,40	3,0	2,8	0,9	7,40	423,14	4,40	9,50	0,80
Kayın	2	3,20	2,0	12,3	1,1	5,10	292,04	4,80	8,60	1,26
Kayın	3	2,80	2,0	3,9	1,2	3,80	658,78	4,00	8,50	1,20
Kayın	1	3,30	6,0	8,8	1,1	8,20	458,60	4,20	9,30	1,20
Kayın	2	3,00	6,0	17,2	1,2	7,90	899,70	4,10	9,40	1,80
Kayın	3	3,10	7,0	14,2	1,2	6,80	910,84	4,80	10,30	1,64

Araştırmada farklı meşcere kuruluşlarında defnelerin verim ve kalite açısından nasıl bir değişim gösterdiği araştırılmıştır. Bu bağlamda, defne katını oluşturan bireylerin metrekaresindeki ocak sayısı, ortalama sürgün sayısı, ortalama sürgün boyu, ortalama dip çap ($d_{0,30}$), ortalama uyuyan göz sayısı, metrekaresindeki ortalama yaprak sayısı, ortalama yaprak eni, ortalama yaprak boyu ve ortalama yaşının meşcere tipi ve meşcere kapalılığı ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olup olmadığı varyans analizi ile incelenmiştir. Buna göre meşcere tipi ve meşcere kapalılığı ile arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) ilişkiler bulunan parametrelerin metrekaresindeki ocak sayısı, ortalama sürgün sayısı, ortalama uyuyan göz sayısı, ortalama yaprak eni olduğu belirlenmiştir.

Defne ocaklarının gelişimi üzerine meşcere kuruluş özellikleri irdelenirken, meşcere kapalılığı dikkatle değerlendirilmesi gereken faktörlerden birisidir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde kapalılık meşcere üst tabaka, ara tabaka ve alt tabakadaki ışığın kontrolünü sağlayan (Barnes vd., 1998) ve meşceredeki bitki türlerinin mücadelesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Işık ormanlardaki en önemli değişken olup miktarı, kalitesi ve heterojen yapısı alt tabakanın çeşitliliğini, bolluğunu, verimini, kalitesini etkiler. Nitekim Gracia (2007) ve Barbier (2008) yaptıkları çalışmalarda kapalılıktaki artışa bağlı olarak alt tabaka örtüsünün ve gelişiminin farklı şekillerde etkilenebileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanında alt tabaka bitkilerinin bileşiminin; ağaç yapısı ve ışık (Macdonald ve Fenniak, 2007; Tinya vd., 2009), toprak besinleri (Van Couwenberghe vd., 2011) ve ağaç türüne ve birleşimine bağlı oluşan ölü örtü (Barbier vd., 2008) tarafından büyük ölçüde etkilenebileceği belirtilmiştir. Çalışmada defnelerin oluşturduğu ocakların metrekaresindeki dağılımına göre meşcere tipi ve meşcere kapalılığının ocak sayısındaki değişime etkisinin ortaya çıkarılması için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre, meşcere tipi ya da meşcere kapalılığının tek başına ocak sayısı değişimi üzerinde istatistiki olarak anlamlı ilişkiler ortaya çıkmamıştır. Ancak meşcere tipi ve kapalılığın ortak etkisi dikkate alındığında istatistiki olarak anlamlı ($p<0,05$) ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Tablo 6

Ocak sayısı ile meşcere tipi ve meşcere kapalılığı arasındaki varyans analizine ilişkin bulgular

Kaynak	Tip III kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem düzeyi
Meşcere tipi	1,036	2	0,518	1,753	0,200
Kapalılık sınıfı	0,205	2	0,103	0,347	0,711
Meşcere tipi * Kapalılık sınıfı	3,152	3	1,051	3,554	0,034
Hata	5,617	19	0,296		
Toplam	327,050	27			

Meşcere tipi ve kapalılığın etkisi birlikte değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiş olsa da Şekil 5 incelendiğinde kayın, kızılçam ve sahilçamı türleri için meşcere tipleri ve kapalılık açısından açıklanabilir bir ilişkiyi ortaya koyamamaktadır. Bu durumda meşcere yapılarının açıklanması çok kolay değildir. Nitekim Legare vd. (2001), Ihalainen vd. (2005), Barbier vd. (2008), Lucas-Borja vd. (2016) ve Peterssons vd. (2019) yaptıkları çalışmalarda, meşcere yapılarının ortaya konmasında etkili olan birçok faktörün birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Nitekim Garcia vd. (2006) ve Mestre vd. (2017) yaptıkları çalışmalarda, meşcere kuruluşlarının belirlenmesinde hem ağaç ve çalı katının hem de mikro klima etmenleri gibi birçok faktörün birlikte ve uzun süreli gözlemler sonucu ortaya konabileceğini ifade etmişlerdir. Meşcere tipi ve meşcere kapalılığının sürgün sayısındaki değişime etkisinin ortaya konması için yapılan varyans analizi sonucunda sürgün sayısının değişimi ile sadece meşcere tipi arasında istatistiki olarak anlamlı ($p<0,05$) sonuçlar ortaya çıkmıştır (Tablo 7).

Tablo 7

Sürgün sayısı ile meşcere tipi ve meşcere kapalılığı arasındaki varyans analizine ilişkin bulgular

Kaynak	Tip III kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem düzeyi
Meşcere tipi	500,894	2	250,447	4,280	0,029
Kapalılık sınıfı	161,831	2	80,915	1,383	0,275
Meşcere tipi * Kapalılık sınıfı	194,390	3	64,797	1,107	0,371
Hata	1.111,670	19	58,509		
Toplam	9.446,060	27			

Tablo 7 incelendiğinde, sürgün sayılarının farklı meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gösterebildiği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, sürgün sayılarının oluşturduğu değişimlerin her meşcere tipi için bir farklılık gösterip göstermediğinin ortaya konabilmesi amacıyla homojen grupların nasıl dağıldığının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8

Sürgün sayısının Duncan testine dayalı oluşan homojen grupları

Meşcere tipi*	N	Gruplar	
		1	2
Kayın	9	10,089	
Kızılçam	9		17,844
Sahilçamı	9		21,822
Önem düzeyi.		1,000	0,284

*:Tabloda, 1: kayın, 2: kızılçam ve 3: sahilçamı meşcerelerini göstermektedir.

Tablo 8 incelendiğinde, sürgün sayılarına homojen grupların ayrılmasında uygulanan Duncan testine göre 2 grubun olduğu görülmektedir. Burada oluşan grupların ilkinin kayın meşceresinde olduğu diğer grubun ise kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde olduğu ortaya çıkmaktadır. Sürgün sayılarına bakıldığında her ne kadar üç meşcere tipinde de farklı sayılarda olduğu görülse de istatistiksel olarak kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya çıkmıştır. Meşcere tipi ve meşcere kapalılığının uyuyan göz sayısındaki değişime etkisinin ortaya konması için yapılan varyans analizi sonucunda uyuyan göz sayısının değişimi ile sadece meşcere tipi arasında istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) sonuçlar ortaya çıkmıştır (Tablo 9).

Tablo 9

Uyuyan göz sayısı ile meşcere tipi ve meşcere kapalılığı arasındaki varyans analizine ilişkin bulgular

Kaynak	Tip III kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem düzeyi
Meşcere tipi	167,330	2	83,665	20,254	0,000
Kapalılık sınıfı	3,359	2	1,680	0,407	0,672
Meşcere tipi * Kapalılık sınıfı	8,314	3	2,771	0,671	0,580
Hata	78,485	19	4,131		
Toplam	3198,530	27			

Tablo 9 incelendiğinde, uyuyan göz sayılarının farklı meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gösterebildiği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, uyuyan göz sayılarının oluşturduğu değişimlerin her meşcere tipi için bir farklılık gösterip göstermediğinin ortaya konabilmesi amacıyla homojen grupların nasıl dağıldığının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10

Uyuyan göz sayısının Duncan testine dayalı oluşan homojen grupları

Meşcere tipi	N	Gruplar	
		1	2
Kayın	9	6,3222	
Kızılçam	9		11,6889
Sahilçamı	9		12,9778
Önem düzeyi		1	0,194

Tablo 10 incelendiğinde, uyuyan göz sayılarının homojen grupların ayrılmasında uygulanan Duncan testine göre 2 grubun oluştuğu görülmektedir. Burada oluşan grupların ilkinin kayın meşceresinde oluştuğu diğer grubun ise kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Uyuyan göz sayılarına bakıldığında her ne kadar üç meşcere tipinde de farklı sayılarda olsa da istatistiksel olarak kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu durumda, sürgün sayılarının ve uyuyan göz sayılarının geniş yapraklı ve iğne yapraklı meşcereler için farklılık gösterdiği söylenebilir (Tablo 8 ve Tablo 10). Buradan, sürgün sayılarının ve uyuyan göz sayılarının geniş yapraklı meşcerelerde daha az, iğne yapraklı meşcerelerde daha çok olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan birçok çalışmada (Tonteri vd., 1990; Barnes vd., 1998; Güler, 2007; Parlak ve Demirci, 2011), meşcereye giren ışık miktarının alt tabakanın oluşumunda etkili olduğu, yaprağını döken ve herdem yeşil ağaçların altındaki alt tabaka gelişiminin, alt tabakayı oluşturan bitkilerin biyolojisine göre farklılaşabileceğini belirtmişlerdir. Bu durum, yaprağını döken kayın meşcereleri altındaki defnelerin sürgün sayılarının ve uyuyan göz sayılarının, yaprağını dökmeyen kızılçam ve sahil çamı meşcereleri altındaki defnelerin sürgün sayısından ve uyuyan göz sayılarından daha az olmasını açıklayabilir. Bunun yanında üst tabaka, yetiştirme ortamı ve diğer biyotik faktörler, alt tabakadaki türlerin gelişimini etkileyebilir (Van Couwenberghe vd., 2010; Wagner vd., 2011). Daha spesifik olarak ölü örtü, bitki toplumlarının oluşumunda ve şekillenmesinde önemli bir itici güçtür. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı türler, ölü örtü kalitesi ve miktarı, dolayısıyla toprak pH'ı, ayrışma hızı ve besin döngüsü üzerindeki etkileri bakımından farklılık gösterir (Roberts vd., 1998; Hannam vd., 2004). Bu durumda alt tabakanın farklı şekillerde tepkileriyle sonuçlanabilir. Fotosentetik aktif radyasyonun kayının tepe kapallılığı yoluyla aktarımının oldukça düşük olduğu dolayısıyla orman tabanına ulaşan etkili radyasyon miktarının ağaç türü ve ormanın yapısal özellikleri tarafından belirlendiği belirtilmiştir (Martínez Pastur vd., 2012; Kuninaga vd., 2015). Kayın meşcere kuruluşu içinde diğer ağaç türlerine göre daha baskın ve son derece yoğun bir tepe çatısına sahiptir. Kudo vd. (2008), Mestre vd. (2016) ve Ahmad vd. (2018) yaptıkları çalışmalarda, çalı katının üzerinde bu tabakayı oluşturan türlerin biyolojilerinin yanında ağaç katının kapallılığının sürekliliğinin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bulgular da; kayının bir gölge ağacı olması, bu çalışmada da gösterildiği üzere iki katlı meşcere oluşturması nedeniyle çalı katına ulaşan ışık miktarını tek katlı çam meşceresine göre daha az olması nedeniyle çalı katında bulunan defne ocaklarının gelişimini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilediğinin önemli bir kanıtıdır. Bu durum kayın meşcerelerinde kapallılığın yüksek olmasına rağmen gölge yoğunluğunun değişkenliğinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Meşcere tipi ve meşcere kapallılığının yaprak enindeki değişime etkisinin ortaya konması için yapılan varyans analizi sonucunda yaprak eni değişimi ile sadece meşcere tipi arasında istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) sonuçlar ortaya çıkmıştır (Tablo 11).

Tablo 11

Yaprak eni ile meşcere tipi ve meşcere kapalılığı arasındaki varyans analizine ilişkin bulgular

Kaynak	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortala- ması	F	Önem düzeyi
Meşcere tipi	2,806	2	1,403	11,056	0,001
Kapalılık sınıfı	0,188	2	0,094	0,741	0,490
Meşcere tipi * Kapalılık sınıfı	0,357	3	0,119	0,938	0,442
Hata	2,411	19	0,127		
Toplam	411,930	27			

Tablo 11 incelendiğinde yaprak eninin farklı meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gösterebildiği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, yaprak eninin oluşturduğu değişimler her meşcere tipi için bir farklılık gösterip göstermediğinin ortaya konabilmesi amacıyla homojen grupların nasıl dağıldığının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12

Yaprak eninin Duncan testine dayalı oluşan homojen grupları

Meşcere tipi	N	Gruplar	
		1	2
Kızılçam	9	3,6333	
Sahilçamı	9	3,6667	
Kayın	9		4,3333
Önem düzeyi		0,845	1,000

Tablo 12 incelendiğinde, yaprak eninin homojen grupların ayrılmasında uygulanan Duncan testine göre 2 grubun olduğu görülmektedir. Burada oluşan grupların ilkinin kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde olduğu diğer grubun ise kayın meşceresinde olduğu ortaya çıkmaktadır. Yaprak eni büyüklüğüne bakıldığında her ne kadar üç meşcere tipinde de farklı yaprak eni büyüklükleri belirlense de, istatistiksel olarak kızılçam ve sahil çamı meşcerelerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, yaprak eni büyüklüğünün geniş yapraklı ve iğne yapraklı meşcereler için farklılık gösterdiği söylenebilir. Buradan, yaprak eni büyüklüğünün geniş yapraklı meşcerelerde daha çok, iğne yapraklı meşcerelerde daha az olduğu ortaya çıkmaktadır. Nitekim Promis vd. (2008), yaptıkları çalışmada, bitkilerin ışığa erişmede yaprak boyutlarının farklılık gösterebileceğini ve ışığa yönelim gösterebileceğini ifade etmektedirler. Buna göre, yaprağını döken kayın meşcereleri altındaki defnelerin yaprak enlerinin, yaprağını dökmeyen kızılçam ve sahil çamı meşcereleri altındaki defnelerin yaprak enlerinden daha büyük olmasını açıklayabilir. Ayrıca yapılan birçok çalışmada (Tonteri vd., 1990; Barnes vd., 1998; Legare vd. (2001); Frelich vd. (2003); Güler, 2007; Parlak ve Demirci, 2011; Bartels ve Chen, 2013), meşcereye giren ışık miktarının alt tabakanın oluşumunda etkili olduğu, yaprağını döken ve herdem yeşil ağaçların altındaki alt tabaka gelişiminin, alt tabakayı oluşturan bitkilerin biyolojisine göre farklılaşabileceğini belirtmişlerdir.

4. Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, meşcere kuruluş özelliklerinin kırsal kalkınma açısından çok önemli bir tür olan defnenin varlığı, oluşumu ve sürdürülebilir yönetimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu itibarla hem biyolojik ve ekolojik hem de teknik ve ekonomik açılardan büyük bir önem arz etmektedir. Buna göre, defneye ait ortalama sürgün sayısı (adet/m²), ortalama uyuyan sağlıklı göz (tomurcuk) sayısı (adet/m²) ve yaprak yüzey alanını dolayısıyla yaprak kütle miktarını yakından etkileyen ortalama yaprak eni ve boyu (cm) değişkenleri yönünden çalı tabakasında meydana gelen optimal ışık koşulları nedeniyle kızılçam ve sahilçamı endüstriyel plantasyon alanları, yörenin klimaks türü olan doğu kayını meşcerelerine göre üstün özellikler ve daha yüksek bir defne ürün potansiyeli ortaya koymuştur. Bu nedenle, özellikle araştırma alanında bulunan ve defne üretimi ağırlıklı olarak illetilmesi ve yönetimi planlanan doğu

kayını ormanlarında da sürgün kökenli oldukları dikkate alınarak kızılçam ve sahilçamı plantasyonlarında olduğu gibi çalı tabakasında defne ocaklarının oluşumu, gelişimi ve yaprak verimliliği açısından uygun yan ve diffüz ışık koşulları sağlanmalı ve bu amaçla mutedil yüksek aralama müdahaleleri meşcere sıklığının yoğun olduğu alanlarda defne ocaklarının oluşum noktaları planlanarak gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla bu alanlara periyodik meşcere içi ışık ölçümleri gerçekleştirilmelidir. Kızılçam ve sahilçamı plantasyon alanlarında ise gerçekleştirilecek odun üretim faaliyetleri sırasında yapılacak mekanik aralama uygulamalarında dikkatli davranılmalı, bu amaçla defne türünün oluşumu açısından ortaya çıkan uygun ışık koşullarına zarar verilmemeli ve bu amaçla aralamalar özellikle defne ocaklarının yoğun olmadığı meşcere kısımlarında gerçekleştirilmelidir. Araştırmada karışım oranı, karışım şekli ve tabakalılık gibi meşcere kuruluş özelliklerinin defne türünün oluşumu, gelişimi ve yaprak verimliliği üzerinde doğrudan kuvvetli bir etkilerinin olduğu ortaya çıkmamakla birlikte bu meşce karakteristiklerinin hepsinin meşcere içi ışık ekolojisinde meydana getirdiği dolaylı etkilerin de özellikle çalı katında defne ocaklarının tutunmasında dolaylı etkilere sahip olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle özellikle iki tabakalı meşcere kuruluşlarında doğal olarak karışıma giren türlerinde meşcere içinde defne ocaklarının devamlılığının sağlanmasında özellikle olumlu ışık ekolojisinin oluşması ve defne ocaklarının bilhassa erken ve geç donlardan zarar görmesinin önüne geçilmesi açısından korunması gerektiği ve bu nedenlerle yaşayan ara ve alt tabakada da tür bileşimi ve karışımının doğanın dikte ettiği şekilde devam ettirilmesi önem arz etmektedir.

Türlerin dağılımını, bolluğunu çeşitliliğini ve verimini kontrol eden faktörlerin ortaya koyulmasının, doğal ormanların ekolojisi ve dinamikleri için önemli olduğu ve bunların sürdürülebilir ormancılık faaliyetlerinin merkezinde yer aldığı belirtilmektedir. Bu nedenle özellikle küresel iklim değişikliğinin etkileri dikkate alındığında orman dinamiklerinin ve sürdürülebilir ormancılık faaliyetlerinin daha iyi anlaşılması için, sadece ağaçların değil tüm orman bileşenlerinin dikkate alınması gerekmektedir. Farklı meşcere tipleri ve parametreleri altında doğal olarak yayılışını gerçekleştiren defneye ait doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi için meşcere özellikleri ve yetiştirme ortamı ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Önemli tıbbi ve aromatik bir bitki olan defnenin varlığını korumak ve yüksek verim ve adaptasyon gücüne sahip olan ekotiplerinin ve popülasyonlarının gelecek nesillere aktarımını gerçekleştirmek için türün gen kaynakları yükselti kademeleri itibarıyla oluşturulmalı, gen alış verişiye uygun coğrafik varyasyon sınırları hemen belirlenmelidir.

Teşekkür

Bu makale, Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'in danışmanlığında Neslihan ATAR tarafından Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü 100/2000 Sürdürülebilir Ormancılık YÖK Doktora Programı kapsamında hazırlanan "Sürdürülebilir Ormancılık Kapsamında Bartın Yöresinde Defne (*Laurus nobilis* L.) Üretimi Üzerine Meşcere Kuruluş Özelliklerinin ve İklim Değişikliğinin Etkileri" başlıklı doktora tez çalışmasından üretilmiştir. Söz konusu bu doktora tez çalışmasına sağladıkları katkılardan dolayı Yüksek Öğretim Kurumuna (YÖK) ve Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne teşekkürlerimizi sunarız.

Yazar Katkıları

Neslihan Atar: Verilerin temin edilmesi ve makalenin yazım aşamasında katkı sağlamıştır.

Halil Barış Özel: İstatistik analizleri yapmış ve yorumlamış, makalenin yazımında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Ahmad, B., Wang Y., Hao, J., Liu, Y., Bohnett, E. ve Zhang, K. (2018). Optimizing stand structure for trade-offs between overstory timber production and understory plant diversity: A case-study of a larch plantation in northwest China. *Land Degradation*.
- Anşın R. ve Özkan Z.C. (1993). Tohumlu Bitkiler Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon, s. 145-147.
- Aubin I, Ouellette M.H, Legendre, P., Messier, C. ve Bouchard, A. (2009). Comparison of two plant functional approaches to evaluate natural restoration along an old-field-deciduous forest chronosequence. *Journal of Vegetation Science*, 20(2):185–198.
- BAKKA, (2020). Bartın’da Odun Dışı Orman Ürünlerinin Değerlendirilmesi Raporu, T.C. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 63 s.
- Barbier, S., Gosselin, F. ve Balandier, P. (2008). Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—A critical review for temperate and boreal forests. *Forest Ecology & Management*, 254: 1–15.
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. ve Spurr, S.H. (1998). *Forest Ecology* (Fourth edition), John Wiley and Sons, Inc., USA, 774s.
- Bartels, S.F. ve Chen H.Y.H. (2013). Interactions between overstorey and understorey vegetation along an overstorey compositional gradient. *Journal of Vegetation Science*, 24, 543-552.
- Başer, B.C. Yılmaz, A. ve Mutlu, O.A. (2018). Defne işleme ve paketleme tesisi ön fizibilitesi. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı.
- Bergstedt, J. ve Milberg, P. (2001). The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 154:105-115.
- Chen,H.Y.H. ve Popadiouk, R.V. (2002). Dynamics of NorthAmer ican boreal mixedwoods. *Environmental Reviews*, 10: 137–166.
- Connell, J.H. ve Slatyer, R.O. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*, 111: 1119–1144.
- Cui, R., Qi, S., Wu, B., Zhang, D., Zhang, L., Zhou, P., Ma, N. ve Huang, X. (2022).The Influence of Stand Structure on Understory Herbaceous Plants Species Diversity of *Platycladus orientalis* Plantations in Beijing, China. *Forests*, 13 (11):1921.
- Çolak, A.H. ve Odabaşı, T. (2004). Silvikültürel Planlama. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Yayınları, Yayın No 14, 326 s.
- Daniel, T. W., Helms, J. A. and Baker, F. S. (1979). *Principles of silviculture* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill Book.
- Davis, P. H. (1965-1988.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Volume one-ten, Edinburgh University Press, Great Britain.
- Deal, R.L. (2007). Management strategies to increase stand structural diversity and enhance biodiversity in coastal rainforests of Alaska. *Biol. Conserv.*, 137, 520–532
- Donner, J. ve Çolak, A.H. (2007). Türkiye Bitkileri Yayılış Haritaları, Distribution Map to P.H. Davis, “Flora of Turkey, (1-10), Botanische Arbeitsgemeinschaft am OÖ. Landesmuseum, Linz, Avusturya.
- Frelich, L.E., Machado, J.L ve Reich, P.B. (2003). Fine-scale environmental variation and structure of understory plant communities in two old-growth pine forests. *Environmental Science*, 91:283–293.
- Genç, M., Kasarcı, E. ve Kaya, C. (2012). Meşcere Kuruluşu Araştırmaları Üzerine Silvikültürel Bir Değerlendirme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2):291-303.
- Genç, M. (2020). Silvikültür Tekniği: Silviculture Technique. Musa Genç Kitaplığı.
- Gilliam, F.S. (2007). The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *BioScience*, 57: 845-858.
- Gracia, M., Montané, F., Piqué, J. ve Retana, J. (2007). Overstory structure and topoğraphic gradients determining diversity and abundance of understory shrub species in temperate forests in central Pyrenees (NE Spain). *Forest Ecology and Management*, 242(2-3): 391-397.
- Güler, S. (2006). Defne (*Laurus nobilis* L.) Yaprak Verimi Üzerinde Etkili Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar (Antalya-Manavgat Yaylaalan Örneği), Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Güler, S. (2007). Defneliklerin Rehabilitasyonunda Uygun Silvikültürel Müdahaleler (Antalya-Manavgat-Yaylaalan Örneği. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni. Araştırma Dergisi Sayı: 8/1, Antalya.

- Hannam, K.D., Quideau, S.A., Oh, S.W., Kishchuk, B.E., Wasylishen, R.E., 2004. Forestfloor composition in aspen- and spruce-dominated stands of the borealmixedwood forest. *Soil Science Society of America Journal* 68, 1735–1743.
- Hart, S. ve Chen, H.Y.H. (2006). Understory Vegetation Dynamics of North American Boreal Forests. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25(4): 381-397.
- Ihalainen, M., Pukkala, T. ve Saastamoinen, O. (2005). Regional expert models for bilberry and cowberry yields in Finland. *Boreal Environment Research*, 10(2):145-158.
- Kimmins. J. P. (1987). *Forest Ecology*. Macmillan Publishing Company. 866 Third Avenue, New York, NY 10022, p 53.
- Kudo, G., Ida, T.Y. ve Tani, T. (2008). Linkages between phenology, pollination, photosynthesis and plant reproduction in deciduous forest understory plants. *Ecology*, 89(2):321–331.
- Kuninaga, T., Hirayama, K., Sakimoto, M. (2015). Negative canopy–understorey interaction shapes the sapling bank of *Fagus crenata* in a cool-temperate, conifer–hardwood mixed forest. *Plant Ecol* 216:1191–1202.
- Larsen, J.B. (1995). Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Forest Ecology and Management*, 73: 85–96.
- Legare, S., Bergeron, Y. ve Pare, D. (2001). Comparison of the understory vegetation in boreal forest types of southwest Quebec. *Canadian Journal of Botany*, 79: 1019–1027.
- Leuschner, C. (1998). Mechanismen der Konkurrenz“ berlegenheit der Rotbuche. *Berichte der Reinhold-Tu“ xen-Gesellschaft* 10:5-18.
- Lucas-Borja, M.E., Hedo, J., Cerdá, A., Candel-Pérez, D. ve Viñegla, B. (2016). Unravelling the importance of forest age stand and forest structure driving microbiological soil properties, enzymatic activities and soil nutrients content in Mediterranean Spanish black pine (*Pinus nigra* Ar. ssp. *salzmannii*) Forest. *Science of The Total Environment*, 562, 145-154.
- Macdonald, S.E., Fenniak, T.E. (2007). Understory plant communities of borealmixedwood forests in western Canada: natural patterns and response to variable-retention harvesting. *Forest Ecology and Management* 242, 34–48.
- Martínez Pastur, G., Jordán, C., Lencinas, M.V., Soler, R., Ivancich, H., Kreps, G. (2012). Landscape and microenvironmental conditions influence over regeneration dynamics in old-growth *Nothofagus betuloides* Southern Patagonian forests. *Plant Biosyst*, 146:201–213.
- Mayer, H. ve Pitterle, A. (1988). *Osttiroler Gebirgswaldbau. Waldbauliche Schlussfolgerungen aus den Hochwasserkatastrophe 1965 und 1966*. Inst. Für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 669 s.
- McKenzie D. ve Halpern C.B. (1999). Modeling the distributions of shrub species in Pacific northwest forests. *Forest Ecology and Management*, 114(2-3):293-307.
- MCPFE (2002). Improved Pan-European indicators for sustainable forest management. MCPFE Expert Level Meeting, Vienna, Austria.
- Mestre, L., Toro-Manríquez, M., Soler, R., Huertas-Herrera, A., Martínez, Pastur, G. ve Lencinas, M.V. (2017). The influence of canopy-layer composition on understory plant diversity in southern temperate forests. *Forest Ecosystems*, 4:6.
- Nguyen, Q.V., Pham, M.P., Meng, L., Bui, H.M., Pham, H.T., Nguyen, H.V., Nguyen, T.T. ve Kang, Y.X. (2022). Spatial Structure of the Dominant Tree Species in an Evergreen Broadleaved Forest Stand in South Vietnam. *Biology Bulletin*, 49:69-82.
- OGM, (2022). *Defne Eylem Planı (2022- 2026)*. TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Oktan, E. (2015). *Torul Orman İşletme Müdürlüğü Doğal Yaşlı Orman Alanlarında Meşcere Kuruluşları ve Silvikültürel Analizler*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 248 s.
- Oliver, C.D. ve Larson, B.C. (1996). *Forest Stand Dynamics*. Update Edition, John Wiley&Sons, Inc., USA, s 520.
- Özer, T., Sert, F.Z., Öztürk, A.İ. (2019). Defne bitkisi (*Laurus nobilis* L.) ve yağı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(2): 25-34.
- Öztürk, C. (2016). Defne (*Laurus nobilis* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etki Eden Bazı Ön İşlemlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.

- Parlak, S. ve Demirci, A. (2011). Soil Properties in Natural Habitats of Daphne (*Laurus nobilis* L.) 2nd International Non-Wood Forest Products Symposium, Isparta, pp. 123.
- Petersson, L., Holmstrom, E., Lindbladh, M. ve Felton, A. (2019). Tree species impact on understory vegetation: Vascular plant communities of Scots pine and Norway spruce managed stands in northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 448: 330-345.
- Pitkanen, S. (1998). The Use of Diversity Indices to Assess the Diversity of Vegetation in Managed Boreal Forests. *Forest Ecology and Management*, 112:121-137.
- Pretzch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Springer Verlag, Berlin, Hiedelberg, 664 s.
- Promis, A., Cruz, G., Reif, A. ve Gartner, S. (2008.) *Nothofagus betuloides* (MIRB.) OERST 1871 (Fagales: Nothofagaceae) forests in southern Patagonia and Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 36(1):53-67.
- Rijsoort, J.V. (2000). Non-Timber Forest Products (NTFPS) their role in sustainable forest management in the tropics, National Reference Centre for Nature Management (EC-LNV), International Agricultural Centre (IAC): Wageningen, the Netherlands, Theme Studies Series 1 Forests, Forestry and Biological Diversity Support Group, 60 s.
- Roberts, B.A., Deering, K.W., Titus, B.D., 1998. Effects of intensive harvesting on forest floor properties in *Betula papyrifera* stands in Newfoundland. *Journal of Vegetation Science* 9:521–528.
- Staupendahl, K. (2003). TreeDraw für Windows, ARGUS Forstplanung, Göttingen.
- Tinya, F., Marialigeti, S., Kiraly, I., Nemeth, B., Odor, P. (2009). The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forests in Orség, Western Hungary. *Plant Ecology* 204, 69–81.
- Tinya, F. ve Ódor, P. (2016). Congruence of the spatial pattern of light and understory vegetation in an old-growth, temperate mixed forest. *Forest Ecology and Management*, 381:84-92.
- Tonteri, T., Hotanen, J.P. ve Kuusipalo, J. (1990). The Finnish forest site type approach - Ordination and classification studies of mesic forest sites in southern Finland. *Vegetatio*, 87:85–98.
- Türker M. F. ve Berker E. (2017). Examination on The Basis of Marketing Distribution Channels of The Revenue Obtained from Non-Wood Herbal Products in Turkey. *International Forestry and Environment Symposium*, 7 - 10 Kasım 2017, Trabzon, ss. 2.
- Ürgeç, S. (1998). Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği, İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 3997, Orman Fakültesi Yayın No: 444, İstanbul, 664 s.
- Wagner, S., Fischer, H., Huth, F. (2011). Canopy effects on vegetation caused by harvesting and regeneration treatments. *European Journal of Forest Research*, 130, 17–40.
- Xin, Y.L., Zhu, Q.K., Luo, S.Y. ve Gou, Q.P. (2020). Spatial structure characteristics of soil and water conservation forest in the loess area of northern Shaanxi. *Sci. Soil Water Conservation*, 18(5):17–26.
- Xue, W.X., Guo, Q.J., Ai, X.R., Yao, L., Zhu, J., Huang, Y.X., Li, W.Y., Luo, X. ve Liu, Y. (2021). Community composition and stand spatial structure of *Liriodendron chinense* natural forest. *Forest Research*, 34(2): 166–173.
- Van Couwenberghe, R., Collet, C., Lacombe, E., Gegout, J.C. (2011). Abundance response of western European forest species along canopy openness and soil pH gradients. *Forest Ecology and Management*, 262:1483–1490.
- Zhang, Y.H., Dian, Y.Y., Huang, G.T., Liu, X.Y., Han, Z.M., Jian, Y.F., Li, Y. ve Wang, X. (2021). Effects of spatial structure on species diversity in *Pinus massoniana* plantation of different succession stages. *Chin. Journal. Ecology*, 40(8):2357–2365.
- Zheng, J.M., Zhao, X.H. ve Zhang, C.Y. (2007). Structural diversity of forest community in Baihuashan Mountain, Beijing. *Frontiers of Forestry in China*, J. Beijing For. Univ., 29(1): 7-11.

Aktif ve Pasif Uydu Görüntüleri Kullanılarak Saf Karaçam Meşcerelerinde Topraküstü Karbonun Tahmin Edilmesi

Erdal Şahan¹, Alkan Günlü^{2,*}

¹ İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye

^{2,*} Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 09.09.2024

Kabul: 25.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışma, Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü, Elekçami Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yayılış gösteren saf karaçam meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında toplam 247 adet örnek alan verisi kullanılmıştır. Envanter verilerinden yararlanılarak her bir örnek alan için topraküstü karbon (TÜK) değerleri hesaplanmıştır. Her bir örnek alan için Landsat 5 TM bant yansıma ve vejetasyon indis, ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait HH ve HV polarizasyonlarından parlaklık ve geri yansıtım ile örnek alanlara ilişkin eğim, bakı ve yükselti değerleri hesaplanmıştır. TÜK değerleri ile yukarıda açıklanan değişkenler arasındaki ilişkiler çoğul regresyon analizi ile modellenmiştir. Toplam 14 adet model geliştirilmiştir. Geliştirilen model başarıları incelendiğinde, Landsat 5 TM vejetasyon indis, ALOS-PALSAR parlaklık ve geri yansıtım değişkenleri ile eğim, bakı ve yükselti değerlerinin bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde belirtme katsayısı ($R^2_{\text{düz}}=0.655$; $Sy.x=0.18147$) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Landsat 5 TM, ALOS-PALSAR, çoğul regresyon analizi

Estimation of Aboveground Carbon Using Active and Passive Satellite Image in Pure Crimean Pine Stands

¹ Istanbul Regional Directorate of Forestry, Istanbul, Turkey

^{2,*} Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

Article History

Received: 09.09.2024

Accepted: 25.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – This study was conducted in pure Crimean stands located within the boundaries of Sinop Regional Directorate of Forestry, Boyabat Forest Enterprise, Elekçami Forest Planning Unit. A total of 247 sample plot inventory data were utilized. Using inventory data, aboveground carbon values were calculated for each sample plot. Then, for each sample plot, band brightness and vegetation indices obtained from the Landsat 5 TM satellite image, polarization (HH and HV) brightness and backscattering obtained from the ALOS-PALSAR satellite image, as well as slope, aspect, and elevation values, were calculated. The relationships between aboveground carbon values and the variables mentioned above were modeled using multiple regression analysis. A total of 14 models were developed. When examining the success of the developed models, the highest model accuracy ($R^2_{\text{adj}}=0.655$; $Sy.x=0.18147$) was achieved in the model that included vegetation indices from the Landsat 5 TM satellite image, brightness and backscattering values from the ALOS-PALSAR satellite image, along with slope, aspect, and elevation as independent variables.

Keywords – Landsat 5 TM, ALOS-PALSAR, multiple regression analysis

¹  sahanerdal@hotmail.com

²  alkangunlu@karatekin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Dünya genelinde insan popülasyonunun sürekli bir şekilde artması, buna bağlı olarak sanayileşme ve sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte doğal kaynaklara olan talep gün geçtikçe çeşitlenerek sürekli bir artış göstermiştir. Ortaya çıkan bu taleplerin tedarik edilmesi aşamasında orman ekosisteminin yapısının bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması, kirlilik, çölleşme ve iklim değişikliği gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Ortaya çıkan bu sorunların başında gelen küresel iklim değişikliği son yüzyılda insanoğlunun karşılaştığı en önemli problemlerden birisi olmuştur. Küresel iklim değişikliğinin sebebi olarak gösterilen küresel ısınma orman ekosistemlerinin tahrip edilmesi ile arazi kullanım sınıflarında meydana gelen değişikliklerle birlikte sanayileşmenin sonucunda atmosferdeki CO₂ miktarının artması şeklinde ifade edilmektedir. Bu bağlamda, fosil yakıtların ısınmada ve araçlarda enerji kaynağı olarak kullanılması, tarım ve şehirleşme alanları için yeni alanların açılması bununla birlikte insanların yakacak odun ihtiyaçlarının karşılanması için orman ekosistemlerinin tahrip edilmesi neticesinde atmosferde CO₂ miktarı artmıştır (Sivrikaya ve Bozali, 2012).

Orman ekosistemleri fotosentez yoluyla atmosferdeki karbon döngüsünü etkilemekte ve bünyesinde (hem toprakaltı hem de topraküstü) depoladıkları karbon miktarıyla küresel iklim değişikliğinde büyük bir rol oynamaktadır (Muukkonen ve Heiskanen, 2007; Pachauri vd., 2014). Bu nedenle, orman ekosistemleri küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkisini azaltarak gerek bölgesel gerekse de küresel ölçekte iklimin dengeli bir şekilde olmasına önemli katkılar sağlamaktadır (Hashimoto vd., 2000).

2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin sahip olduğu ormanlık alan miktarı 23.245.000 ha olup bu alanın Türkiye yüzölçümüne oranı %29.8 düzeyindedir. Bu ormanların sahip olduğu servet 1.736.402.000 m³ ve artım miktarı ise yıllık 47.800.000 m³'tür. Bununla birlikte ormanların tutmuş olduğu karbon miktarı ise yaklaşık olarak 2.041.071.796 tondur (Anonim, 2022). Orman ekosistemlerinin bünyelerinde tutmuş olduğu karbon miktarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi ve planlamaya dahil edilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda önemli olmaya başlamıştır (Asan vd., 2002; Keleş ve Başkent, 2006; Sivrikaya vd., 2007; Sivrikaya ve Bozali, 2012; Değermenci ve Zengin, 2016; Seki vd., 2017; Başkent, 2022; Çelik ve Şahin, 2023; Değermenci, 2023).

Orman ekosisteminin depolamış olduğu karbon miktarının tespit edilebilmesi için öncelikle ormanlardaki biyokütlenin tespit edilmesi gerekmektedir. Biyokütle, orman ekosistemlerinin yapısında meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi ve karbon tutma kapasitesinin belirlenmesi aşamasında kullanılan önemli bir özelliktir (Backéus vd., 2005). Orman ekosistemlerine ilişkin biyokütle miktarının belirlenmesinde farklı hesaplama yaklaşımları yer almaktadır. Bunlar, yersel ölçümler yapılarak ağaç türlerine ilişkin geliştirilen allometrik biyokütle denklemleri, ağaç hacmini dikkate alarak geliştirilen biyokütle genişletme faktörü (BEF) ve uzaktan algılama yaklaşımları şeklinde sıralanabilir (Asan, 1995; Günlü vd., 2014; Durkaya vd., 2017; Yolasığmaz vd., 2016; Sakıcı vd., 2018; Varol vd., 2018; Günlü ve Ercanlı, 2020).

Topraküstü biyokütlenin (TÜB) ve buna bağlı olarak topraküstü karbon (TÜK) miktarının belirlenmesinde en güvenilir yöntemler yersel ölçümlerdir. Orman ekosistemlerinde yersel ölçümler yapılarak elde edilen allometrik biyokütle ve karbon denklemleri ile TÜB ve TÜK miktarı doğru bir şekilde tahmin edilebilmektedir. Ancak bu yöntemin zaman alıcı, yoğun iş gücü gerektirmesi ve geniş ormanlık alanlarda uygulanabilmesi zordur (Lu, 2005; Güverçin ve Günlü, 2023). Buna karşın uzaktan algılama verileri ile geniş alanların izlenebilmesi, veri toplamanın daha kolay olması ve bu verilerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân vermesi nedeniyle son zamanlarda gerek TÜB'in ve gerekse TÜK'un tahmin edilmesinde uzaktan algılama verilerinden (bant reflektans, vejetasyon indisleri, tekstür özellikleri, geri yansıtım değerleri vb.) yararlanılmaktadır (Günlü vd., 2014; Keleş vd., 2021; Dewantoro ve Jatmiko, 2021; Bulut vd., 2022; Sivrikaya ve Demirel, 2022; Turgut ve Günlü, 2022; Güverçin ve Günlü 2023; Bulut, 2023; Demirel vd., 2023).

Bu çalışmada, saf karaçam meşcerelerinde 247 adet örnek alanda elde edilen envanter verilerden yararlanılarak; (i) her örnek alan için elde edilen hektardaki toplam TÜK değerleri ile Landsat 5 TM bant reflektans ve vejetasyon indis değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler, (ii) her örnek alan için elde edilen TÜK

aşamasında orman amenajman heyeti tarafından saf karaçam meşcerelerinden alınmış envanter karnesi verileridir.

2.3 Yöntem

2.3.1 Envanter Verilerine İlişkin Değerlendirmeler

Her bir örnek alanda yapılan envanter ile ölçülen ağaçların göğüs çapı ($d_{1.3}$) verileri kullanılarak her bir ağaç için topraküstü karbon (TÜK) miktarı (kg) hesaplanmıştır. Her bir ağacın TÜK miktarının hesaplanmasında Sakıcı vd. (2018) tarafından geliştirilen ve aşağıda yer alan denklem kullanılmıştır. Örnek alandaki ağaçların TÜK miktarları toplanarak, her bir örnek alanın toplam TÜK miktarları hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alanın büyüklüğü (400, 600 ve 800 m²) dikkate alınarak her örnek alanın hektardaki TÜK miktarı hesaplanmıştır.

$$TÜK=0.054*dbh^{2.362} \quad (2.1)$$

Denklemin; $R^2=0.972$ ve $RMSE=40.772$ kg/ha

TÜK (kg): Topraküstü karbon

dbh: örnek alan içindeki her bir ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı(cm)

2.3.2 Landsat 5 TM Uydu Görüntüsüne İlişkin Değerlendirmeler

Landsat 5 TM uydu görüntüsü <https://earthexplorer.usgs.gov> web adresinden ücretsiz olarak indirilmiştir. Landsat uydu görüntüsüne ait ve konumsal çözünürlüğü 30 m olan TM1, TM2, TM3, TM 4, TM 5 ve TM 7 bantları kullanılmıştır. Landsat 5 TM ait bazı bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait bazı bilgiler

	Bantlar	Dalga boyu (nm)	Konumsal çözünürlük(m)
Landsat 5 TM	TM 1(Blue)	0.45-0.52	30
	TM 2(Green)	0.52-0.60	30
	TM 3 (Red)	0.63-0.69	30
	TM 4 (NIR)	0.76-0.90	30
	TM 5 (SWIR 1)	1.55-1.75	30
	TM 7 (SWIR 2)	2.08-2.35	30

2.3.3 Landsat 5 TM Uydu Görüntüsünden Bant Parlaklık Değerlerinin Hesaplanması

Landsat 5 TM analize hazır hale getirmek için ön işleme (atmosferik düzeltme) tabi tutulmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan 6 bantta ait görüntüler QGIS programı yardımıyla reflektans görüntüleri üretilmiştir. Hazır hale getirilen Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait bantlar üzerine örnek alanlar atılarak her örnek alan için bantlara ilişkin parlaklık değerleri hesaplanmıştır. Örnek alanların bant parlaklık değerleri örnek alanın büyüklüğüne bağlı olarak atılan buffer zon (400 m² için 11.28 m, 600 m² için 13.82 ve 800 m² için 15,96 m) içerisine düşen piksellerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bu işlem ArcGIS 10.6.1 yazılım programı içerisinde yer alan ArcToolbox, Spatial Analyst Tools, Zonal, Zonal Statistic modülü ile yapılmıştır.

2.3.4 Landsat 5 TM Uydu Görüntüsünden Bant Parlaklık Değerlerinin Hesaplanması

Her bir bant için hesaplanan bantlara ilişkin reflektans değerleri kullanılarak örnek alanlara ilişkin Tablo 2’de yer alan vejetasyon indisleri hesaplanmıştır.

Tablo 2

Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait bazı bilgiler

Vejetasyon İndisi	Formül	Kaynak
NDVI	$(TM4-TM3)/(TM4+TM3)$	Rouse vd. (1974)
SR	$(TM4)/(TM3)$	Jordan (1969)
DVI	$(TM4)-(TM3)$	Clevers (1988)
SAVI	$(TM4-TM3)*(1+L)/(TM4+TM3+L)$	Huete (1988)
NDWI	$(TM4-TM5)/(TM4+TM5)$	Gao (1996)
IPVI	$(TM4)/(TM3+TM4)$	Crippen (1990)
EVI	$(TM4-TM3)/((TM4+(C1*TM4)-(C2*TM1))*(1+L))$	Huete vd. (1999)
TVI	$(TM4-TM3)/(TM4+TM3+0.5)$	Deering vd. (1975)
ND32	$(TM3-TM2)/(TM3+TM2)$	Huete vd. (2002)
ND54	$(TM5-TM4)/(TM5+TM4)$	Huete vd.. (2002)
ND57	$(TM5-TM7)/(TM5+TM7)$	Huete vd.. (2002)
ND73	$(TM7-TM3)/(TM7+TM3)$	Huete vd.. (2002)
NLI	$(TM4*TM4-TM3)/(TM4*TM4+TM3)$	Goel ve Qin (1994)
GRVI	$(TM2-TM3)/(TM2+TM3)$	Tucker (1979)

2.3.5 ALOS-PALSAR Uydu Görüntüsüne İlişkin Değerlendirmeler

Bu çalışmada, ALOS-PALSAR L bantlı uydu görüntüsü <https://vertex.daac.asf.alaska.edu> web adresinden ücretsiz olarak adresinden indirilmiştir. ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait HH ve VV polarizasyonlu görüntüler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan aktif uydu görüntüsüne ALOS-PALSAR ait bazı bilgiler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait bazı bilgiler

	Polarizasyon	Bant	Konumsal çözünürlük (m)
ALOS-PALSAR	HH	L (23.6 cm)	10
	HV	L (23.6 cm)	10

2.3.6 ALOS-PALSAR Uydu Görüntüsünden Parlaklık ve Geri Yansıtım Değerlerinin Hesaplanması

ALOS-PALSAR uydu görüntüsünü analize hazır hale getirmek için bazı ön işlemler uygulanmıştır. Bu işlemler gürültü etkisinin giderilmesi, filtreleme ve kalibrasyon şeklindedir. Radar dalgaları, cisimle etkileşime girdikten sonra rastgele ve düzensiz yansımalar göstermektedir. Bu durum, görüntü üzerinde çok koyu ve çok parlak piksellerin oluşmasına neden olur. Görüntüde meydana gelen bu benekli yapıya "gürültü" denir ve gürültü etkisi objelerin ayırt edilebilirliğini zorlaştırır (Musaoglu, 1999). Gürültü etkisi, filtreleme uygulanarak giderilebilmektedir. Uydu görüntüsündeki gürültü etkisini azaltmak için 3x3 medyan filtre işlemi uygulanmıştır. ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait her iki polarizasyona (HH ve HV) göre her bir örnek alan için parlaklık değerleri hesaplanmıştır. Bant parlaklık değerlerinin hesaplanmasında; örnek alanın büyüklüğüne bağlı olarak atılan buffer zon (400 m² için 11.28 m, 600 m² için 13.82 ve 800 m² için 15.96 m) içerisine düşen piksellerin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bu işlem ArcGIS 10.6.1 yazılım programı içerisinde yer alan ArcToolbox, Spatial Analyst Tools, Zonal, Zonal Statistic modülü ile yapılmıştır.

Her bir örnek alana ilişkin hesaplanan ortalama parlaklık değerleri kullanılarak aşağıda yer alan denklem (Rosenqvist, 2007) ile her bir örnek alanın geri yansıtım (dB) değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Geri yansıtım değeri (dB)} = 10 \cdot \log_{10} (DN^2) + CF \quad (2.2)$$

DN: dijital parlaklık değeri, CF: kalibrasyon faktörü (-83)

2.3.7 Örnek Alanlara İlişkin Topoğrafik Verilerin Hesaplanması

Örnek alanlara ilişkin topoğrafik (eğim, yükselti ve bakı) verilerin hesaplanmasında ALOS-PALSAR uydu görüntüsünden üretilen sayısal arazi yükseklik modeli kullanılmıştır. Öncelikli olarak örnek alanlar sayısal arazi yükseklik modeli üzerine atılmış ve örnek alanların yükseltileri hesaplanmıştır. Daha sonra sayısal arazi yükseklik modeli kullanılarak eğim ve bakı haritaları üretilmiştir. Üretilen eğim ve bakı haritaları üzerine örnek alanlar atılarak, örnek alanların eğimi (%) ve bakısı (derece) hesaplanmıştır. Bu işlemler için ArcGIS 10.6.1 yazılım programından yararlanılmıştır.

2.3.8 İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, örnek alanlara ilişkin TÜK değerleri ile Landsat 5 TM bant parlaklık değerleri-vejetasyon indis değerleri, ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait HH ve HV polarizasyonlarına ait bant parlaklık-geri yansıtım değerleri ve topoğrafik veriler (yükselti, eğim ve bakı) arasındaki istatistiksel ilişkiler çoğul regresyon analizi ile modellenmiştir. Çoğul regresyon analizinde tahmin edilmek istenen bağımlı değişken TÜK iken, bağımsız değişken ise; Landsat 5 TM bant parlaklık-vejetasyon indis değerleri, ALOS-PALSAR bant parlaklık-geri yansıtım değerleri ve topoğrafik verilere ilişkin değerlerdir. TÜK, uydu görüntülerinden ve topoğrafik verilerden elde edilen değişkenlere göre tahmin eden çoğul regresyon model yapısı aşağıda verilmiştir.

$$\text{Topraküstü Karbon} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (2.3)$$

Denklemden; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ denklem parametrelerini, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ Landsat 5 TM görüntüsü için her örnek alan için elde edilen parlaklık ile vejetasyon indis değerleri; ALOS-PALSAR uydu görüntüsüne ait HH ve HV polarizasyonlarından elde edilen ortalama bant parlaklık ile geri yansıtım değerleri ve topoğrafik veriler (eğim, bakı ve yükselti), ε ise model hatasını ifade etmektedir.

Modellerin parametrelerin tahmin edilmesinde ve çeşitli istatistiki değerlerinin hesaplanmasında SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır (SPSS 27.0 Inc. 2007). Çalışma kapsamında 247 adet örnek alan verisi kullanılmıştır. Bu nokta verileri rasgele ikiye ayrılmıştır. Birincisi örnek nokta verisinin yaklaşık %80'i ($n=185$) modellerin geliştirilmesinde ve ikincisi ise örnek alan verisinin yaklaşık %20'si ($n=62$) ise modellerin test edilmesinde kullanılmıştır. Landsat 5 TM, ALOS-PALSAR ve topoğrafik verilere bağlı olan farklı bağımsız değişkenlerden, %95 güvenle anlamlı değişkenlerin belirlenmesinde, Aşamalı (Stepwise) değişken seçimi yöntemi kullanılmıştır.

TÜK'un yukarıda ifade edilen değişkenlerle birlikte tahmin edilmesinde istatistiksel olarak anlamlı model seçenekleri belirlenmiştir. Model başarılarının değerlendirilmesinde düzeltilmiş R^2 ($R^2_{\text{düz}}$) ve standart hata ($Sy.x$) ölçütleri dikkate alınmıştır. Bu ölçütlere ilişkin formüller aşağıda verilmiştir.

Belirtme Katsayısı:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_g - y_t)^2}{\sum_{i=1}^n (y_g - y_{og})^2} \quad (2.4)$$

Tahminin Standart Hatası:

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum (T\ddot{U}K_i - \widehat{T\ddot{U}K_i})^2}{N - p}} \quad (2.5)$$

İlgili formüllerde; yg; gözlem, yt; tahmin, yog; ortalama gözlem, T $\ddot{U}$ K= i. gözlem topraküstü karbon, $\widehat{T\ddot{U}K}$ = i. tahmin topraküstü karbon, N=gözlem sayısı ve p=parametre sayısı

Bu çalışmada geliştirilen modellerden, düzeltilmiş R² (R²_{düz}) ve standart hata (Sy.x) ölçütlerine göre en başarılı model belirlendikten sonra, bu modelin çalışma alanındaki meşcerelere uygunluğunun denetimi, toplam örnek alan verisin %20'sini oluşturan 62 örnek alan yardımıyla yapılmıştır. Seçilen en iyi modelin denetiminde kullanılan örnek alanların (62 adet) arazide ölçülen T $\ddot{U}$ K ile geliştirilen modelle tahmin edilen T $\ddot{U}$ K değerleri İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi (Paired t test) kullanılarak karşılaştırılmıştır (Kalıpsız, 1984; Batu, 1995). İki farklı şekilde elde edilen T $\ddot{U}$ K değerleri arasında, birincide istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoksa (p>0.05), bu durumda modelin çalışma alanı için uygun olduğu, ikincide ise T $\ddot{U}$ K değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olması durumunda ise (p<0.05) uygun olmadığı sonucuna varılabilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Her bir örnek alan için; Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değerleri, ALOS-PALSAR bant parlaklık ve geri yansıtım değerleri ve topografik veriler (eğim, bakı ve yükselti) ile topraküstü karbon (T $\ddot{U}$ K) değerleri arasındaki ilişkiler çoğul regresyon analizi ile modellenmiştir. Toplam 14 adet regresyon modeli geliştirilmiştir. Bu modellere ilişkin detaylı bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Modellere ilişkin bağımlı ve bağımsız değişkenler

Modeller	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler
M1		Landsat 5 TM bant parlaklık değerleri
M2		Landsat 5 TM vejetasyon indis değerleri
M3		Landsat 5 TM bant parlaklık ve topografik değerler
M4		Landsat 5 TM vejetasyon indis ve topografik değerler
M5		Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değerleri
M6		Landsat 5 TM bant parlaklık, vejetasyon indis ve topografik değerler
M7		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım değerleri
M8		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık, geri yansıtım ve topografik değerler
M9	T $\ddot{U}$ K	ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım ile Landsat 5 TM bant parlaklık değerleri
M10		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım ile Landsat 5 TM vejetasyon indis değerleri
M11		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım ile Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değerleri
M12		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve Landsat 5 TM bant parlaklık ile topografik değerler
M13		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım, Landsat 5 TM vejetasyon indis ile topografik değerler
M14		ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım, Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değerleri

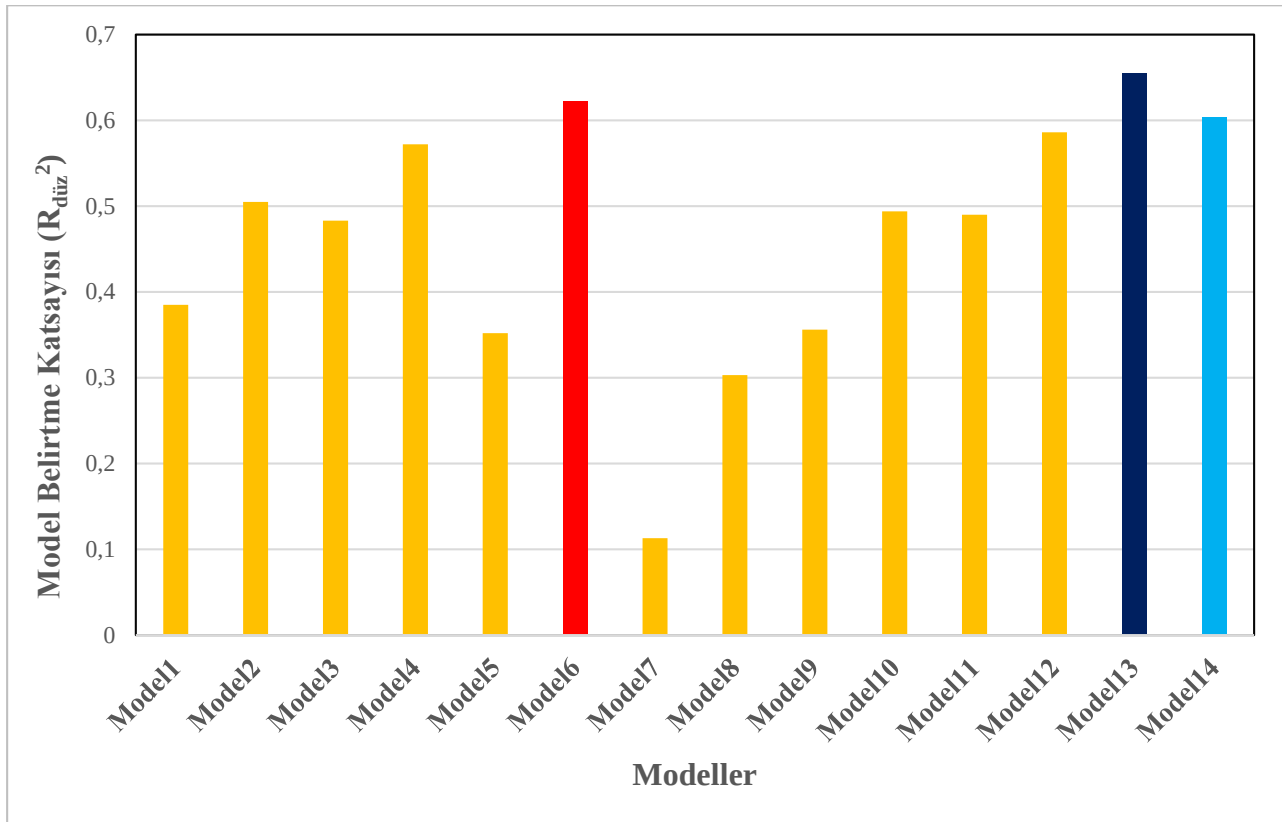
Çalışmadan elde edilen 14 farklı regresyon modelinin başarı düzeylerine gösterir grafik Şekil 2'de verilmiştir. Çalışmada geliştirilen 14 farklı çoğul regresyon modeli arasında en iyi tahmin sonucunu veren 13 nolu (M13) modeldir. Bu modele ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 5'te verilmiştir. Bu modele göre tahmin edilen T $\ddot{U}$ K'un

envanter karnelerinden hesaplanan TÜK'a göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. TÜK'u en iyi modele (Tablo 5) göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmin edilen TÜK'a göre değişimi Şekil 4'te verilmiştir.

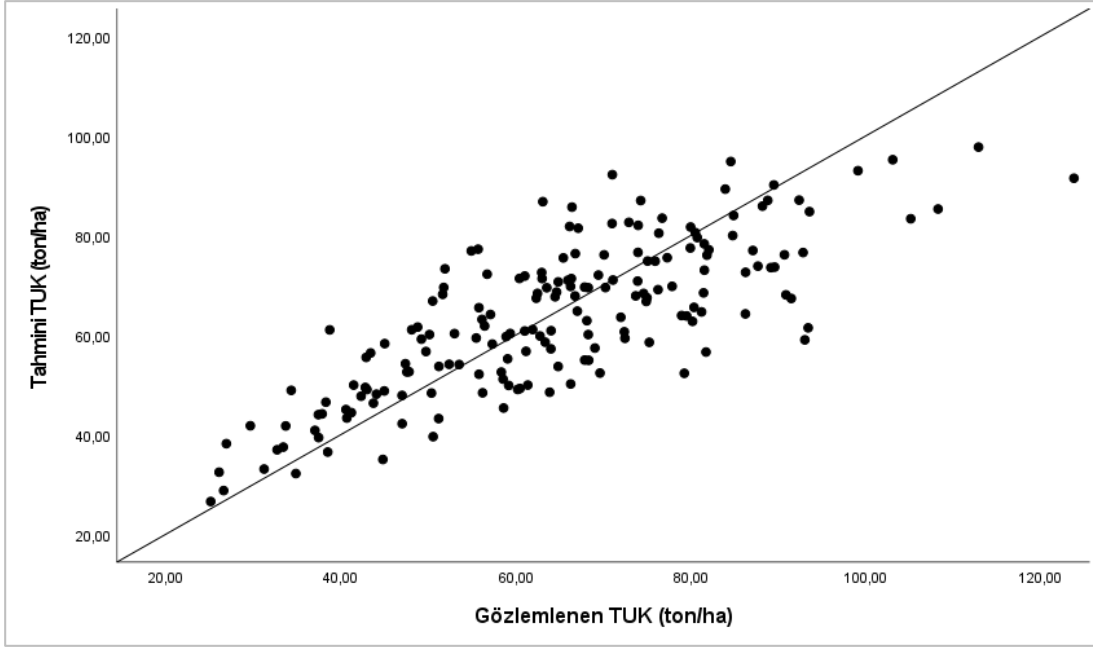
Tablo 5

Topraküstü karbonu ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım, Landsat 5 TM vejetasyon indisleri ile topografik verilere göre tahmin eden en iyi model sonuçları

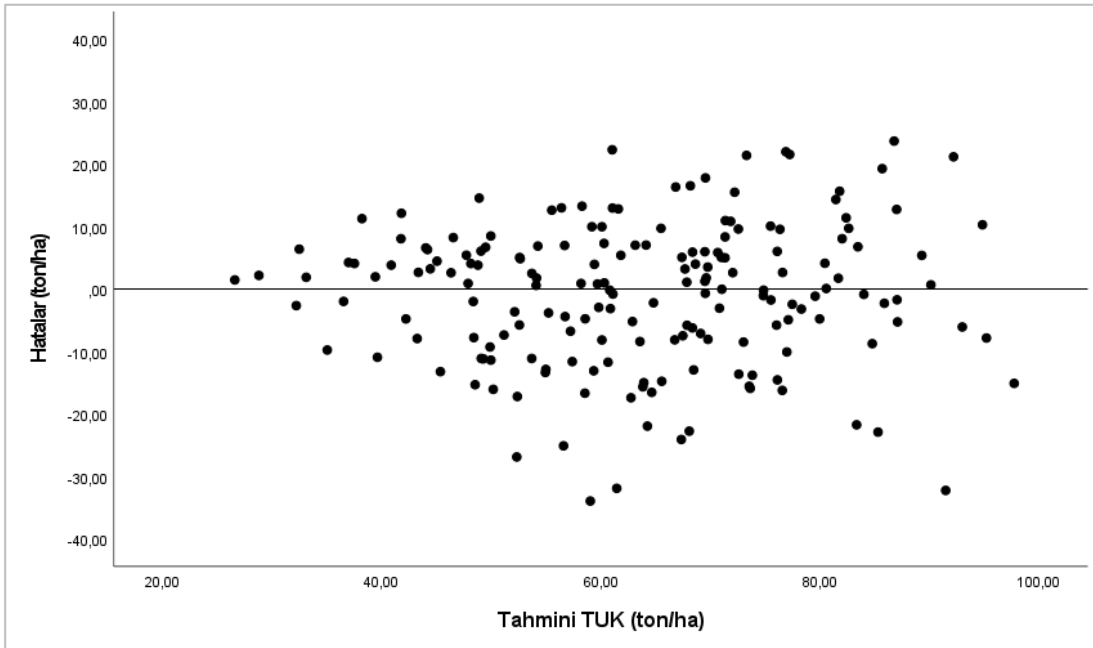
Bağımsız değişkenler	Regresyon katsayıları	Standart hata	t-istatistiği	p
	11.780	4.449	2.648	0.009
NDVI	-4.937	1.346	-3.668	0.000
ND57	-2.068	0.586	-3.529	0.001
ND32	-4.706	0.726	-6.486	0.000
ND73	1.512	0.290	5.208	0.000
EVI	2.848	1.095	2.602	0.010
Yükselti	0.000129	0.000	11.217	0.001
Bakı	0.000134	0.000	2.926	0.000
Eğim	0.000138	0.000	-3.097	0.000
HH	0.000059	0.000	-2.205	0.004
HV(dB)	-0.046	0.021	-2.162	0.002
HH(dB)	0.251	0.101	2.498	0.029
$R^2_{düz}=0.655$ Sy. x=0.18147				



Şekil 2. Çalışmada geliştirilen modellere ilişkin model başarıları



Şekil 3. En iyi regresyon modeline (Model 13) göre hesaplanan topraküstü karbon ile tahmin edilen topraküstü karbon ilişkisi



Şekil 4. En iyi regresyon modelini (Model 13) esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini topraküstü karbon ilişkisi

TÜK'un tahmin edilmesinde geliştirilen modeller içerisinde en başarılı tahmin sonuçlarının elde edildiği TÜK modelinin, örneklenen topluma istatistiksel olarak uygunluğu bağımsız bir veri grubu ile test edilmiştir. Bu regresyon modeli ile elde edilen tahminler ve gözlem değerleri arasında farkın test edilmesinde Eşleştirilmiş t testi (Paired t test) kullanılmıştır. Eşleştirilmiş t testi sonuçlarına göre (en başarılı regresyon modeli için $t=0.421$, $p(=0.675)>0.05$) tahmin edilen TÜK değerleri ve gözlenen TÜK değerleri arasında $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile istatistiksel olarak bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer bir ifadeyle bu çalışma kapsamında geliştirilen en iyi regresyon modeli, bu modelin geliştirilmesi aşamasında verilerin elde edildiği Elekçanı orman işletme şefliği sınırları içerisinde yer alan saf karaçam meşcereleri için kullanılabilir olduğu söylenebilir.

Çalışmada, Landsat 5 TM bant parlaklık değişkeninin yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.385$ olarak bulunmuştur. Literatürde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde; Lu (2005) yaptığı çalışmada Landsat TM uydusundan elde edilen değişkenler ile TÜB çoğul regresyon analizi ile modellenmiş, en yüksek model belirtme katsayısı bant reflektans değişkenleri ile elde etmiştir. Günlü vd. (2014) yaptıkları çalışmada Landsat TM bant reflektans değerleri ile TÜB arasındaki ilişkiler çoğul regresyon analizi ile modellemişler ve modelin belirtme katsayısını $R^2_{düz}=0.465$ olarak bulmuşlardır. Güverçin ve Günlü (2023) yaptıkları çalışmada ise Landsat 8 OLI bant reflektans değerleri ile TÜB arasındaki ilişkileri çoğul regresyon analizi ile modellemişler ve modelin belirtme katsayısını $R^2_{düz}=0.295$ olarak bulmuşlardır. Günlü vd. (2021) yaptıkları çalışmada ise Landsat 8 OLI bant reflektans değerleri ile TÜK çoğul regresyon analizi ile modellenmişler ve modelin belirtme katsayısını 0.738 olarak belirtmişlerdir. Aksoy (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise Landsat 8 ve Sentinel-2 bant reflektans değerleri ile TÜK arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde hem Landsat 8 hem de Sentinel-2 uydu görüntüleri için $R^2_{düz}=0.41$ düzeyinde model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Demirel vd. (2023) yaptıkları çalışmada saf sedir meşcerelerinde Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak TÜK tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde bant reflektans değeri ile $R^2_{düz}=0.456$ düzeyinde bir model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Landsat 5 TM vejetasyon indis değişkenlerinin yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.505$ olarak bulunmuştur. Bant parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen model belirtme katsayısı ile karşılaştırıldığında, vejetasyon indislerinin yer aldığı modelde daha başarılı sonuç elde edilmiştir. Literatürde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde; Gaspari vd. (2010) yaptıkları çalışmada Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak TÜB modellenmiş ve vejetasyon indisleri ile daha başarılı model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Benzer şekilde, Günlü vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise vejetasyon indisleri ile $R^2_{düz}=0.606$ düzeyinde bir model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda genellikle vejetasyon indisleri ile daha başarılı modeller elde edilmiştir. Situmorang vd. (2016) gerçekleştirilen çalışmada Landsat 8 NDVI ve EVI indisleri ile TÜK arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde EVI ile $R^2_{düz}=0.830$ ve NDVI ile $R^2_{düz}=0.728$ düzeyinde model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Ancak bazı çalışmalarda ise bu çalışmaların aksine sonuçlar elde edilmiştir. Turgut ve Günlü (2022) yaptıkları Landsat 8 OLI bant reflektans ve vejetasyon indis değerleri ile TÜB ayrı ayrı modellenmiş ve elde edilen sonuçlar incelendiğinde bant reflektans değerleri ile geliştirilen modelin başarısı $R^2_{düz}=0.445$ iken vejetasyon indislerine $R^2_{düz}=0.387$ göre daha yüksek bulunmuştur. Sivrikaya ve Demirel (2022) tarafından saf kızılçam meşcerelerinde yaptıkları çalışmada Landsat 9 uydu görüntüsünden elde edilen NDVI değerleri ile TÜK arasındaki ilişkiler modellenmiştir. Çalışmada elde edilen modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.623$ olarak bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından yapılan çalışmada ise bant reflektans değerleri ile $R^2_{düz}=0.295$ bulunmuşken vejetasyon indisleri için ise $R^2_{düz}=0.192$ bulunmuştur. Aksoy (2023) yaptığı çalışmada ise Landsat 8 ve Sentinel-2 vejetasyon indisleri ile TÜK arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Landsat 8 ile $R^2_{düz}=0.43$ ve Sentinel-2 ile $R^2_{düz}=0.64$ düzeyinde ilişkiler bulunmuştur. Demirel vd. (2023) saf sedir meşcerelerinde yaptıkları çalışmada Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak TÜK tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde vejetasyon indisleri ile $R^2_{düz}=0.488$ düzeyinde bir model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Landsat 5 TM bant parlaklık ile topografik değişkenlerin yer aldığı modelde, model belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.483$ olarak bulunmuştur. Yalnızca bant parlaklık değerlerinin yer aldığı modele göre daha başarılı model sonucu elde edilmiştir. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından yapılan çalışmada bant reflektans ve topografik verilerin birlikte değerlendirildiği modelde, modelin belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.366$), yalnızca bant reflektans değişkenlerinin yer aldığı modele ($R^2_{düz}=0.295$) göre daha başarılı model sonucu elde edilmiştir. Landsat 5 TM vejetasyon indis ile topografik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.572$) olarak bulunmuştur. Yalnızca vejetasyon indislerinin yer aldığı modele göre daha başarılı model sonucu elde edilmiştir. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından yapılan çalışmada elde edilen model belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.388$) bizim çalışmamıza göre daha düşük bulunmuştur. Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değişkenlerinin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.352$ olarak bulunmuştur. Elde edilen model belirtme katsayısı hem bant parlaklık hem de vejetasyon indis değişkenlerinin ayrı ayrı değerlendirildiği modellere göre daha düşük model belirtme katsayısı bulunmuştur. Literatürde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde genellikle daha yüksek model başarılarının elde edildiği görülmüştür. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından yapılan çalışmada bant reflektans ve vejetasyon indislerinin birlikte değerlendirildiği modelde bizim

çalışmamızın aksine daha başarılı model sonuçları $R^2_{düz}=0.325$ elde edilmiştir. Demirel vd. (2023) yaptıkları çalışmada saf sedir meşcerelerinde Sentinel-2 görüntüsü kullanılarak TÜK modellenmişlerdir. Sonuçlar incelendiğinde bant reflektans ile vejetasyon indisleri birlikte değerlendirilmiş ve modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.488$ olarak bulunmuştur. Landsat 5 TM bant parlaklık, vejetasyon indis ve topografik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.622$ olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin belirtme katsayısı çalışma kapsamında geliştirilen 14 model içerisinde en iyi ikinci model olmuştur.

Güverçin ve Günlü (2023) tarafından yapılan çalışmada bant parlaklık, vejetasyon indis ve topografik değişkenlerin birlikte değerlendirildiği modelde modelin belirtme katsayısı bizim çalışmamıza göre oldukça düşük ($R^2_{düz}=0.379$) bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım değişkenlerinin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.113$) olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR görüntüsünün değişkenlerinden elde edilen modelin belirtme katsayısı 14 model içerisinde en düşük değere sahiptir. Literatürde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde, Aksoy (2023) yaptığı çalışmada Sentinel-1 bant parlaklık ve geri yansıtım değerlerini kullanarak saf sarıçam meşcerelerinde TÜK tahmin etmeye çalışmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde bizim çalışmamıza göre oldukça düşük model başarılarının elde edildiği görülmüştür. Suman Sinha vd. (2016) yaptıkları çalışmada ALOS-PALSAR görüntüsünden elde edilen değişkenleri kullanarak TÜB tahmin etmişlerdir. Sonuçlar incelendiğinde HH polarizasyonunda elde edilen veriler ile $R^2_{düz}=0.868$ düzeyinde model belirtme katsayısı elde edilmiştir. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kızılçam meşcerelerinde yapılan çalışmada Sentinel-1 aktif uydusundan elde edilen değişkenlerle birlikte değerlendirildiği modelde, model belirtme katsayısı oldukça düşük ($R^2_{düz}=0.053$) bulunmuştur. Ali ve Khati (2024) tarafından yapılan çalışmada ALOS-PALSAR görüntüsünden elde edilen geri yansıtım değerleri ile TÜB arasındaki ilişkiler modellenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, HH polarizasyonundaki ortalama değer ile $R^2_{düz}=0.52$, HV polarizasyonundaki ortalama değer ile $R^2_{düz}=0.51$ ve VV polarizasyonundaki ortalama değer ile $R^2_{düz}=0.48$ düzeyinde model başarıları elde edilmiştir. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık, geri yansıtım ve topoğrafik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.303$) olarak bulunmuştur. Sadece ALOS-PALSAR uydu görüntüsünden elde edilen değişkenlerle geliştirilen model belirtme katsayısına göre daha başarılı model elde edilmiştir. Model belirtme katsayısının iyileşmesinde, yükseltinin önemli bir etkisi olmuştur. Bizim çalışmamızın aksine Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kızılçam meşcerelerinde Landsat 8 ve Sentinel-1 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerle birlikte değerlendirildiği modelde daha düşük model belirtme katsayısı ($R^2_{düz}=0.10$) bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık-geri yansıtım ile Landsat 5 TM bant parlaklık değişkenlerinin yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.356$ olarak çalışma kapsamında en yüksek model belirtme katsayısı olarak bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kızılçam meşcerelerinde Landsat 8 ve Sentinel-1 uydularından elde edilen değişkenlerle birlikte değerlendirildiği modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.313$ olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık-geri yansıtım ile Landsat 5 TM vejetasyon indis değişkenlerinin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.494$ olarak bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kızılçam meşcerelerinde yapılan çalışmada Landsat 8 ve Sentinel-1 uydularından elde edilen değişkenlerle birlikte değerlendirildiği modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.292$ olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ve geri yansıtım ile Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis değişkenlerinin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.490$ olarak bulunmuştur. Elde edilen model belirtme katsayısı, sadece ALOS-PALSAR ve sadece Landsat 5 TM uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerin yer aldığı modellerdeki model başarılarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Kumaar vd. (2016) ALOS-2 ve Landsat 8 OLI uydu görüntülerini kullanarak TÜB tahmin etmeye çalışmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde Landsat 8 OLI ile $R^2_{düz}=0.788$, ALOS-2 ile $R^2_{düz}=0.742$ ve iki görüntüden elde edilen değişkenlerin kullanıldığı modelde ise $R^2_{düz}=0.859$ düzeyinde model başarıları elde edilmiştir. Nuthammachot vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında Sentinel-2 ve Sentinel-1(aktif) uydu

görüntülerinden elde edilen değişkenler kullanılarak TÜB tahmin edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Sentinel-1 geri yansıtım değerleri ile $R^2_{düz}=0.34$, Sentinel-2 görüntüsünden elde edilen değişkenlerle $R^2_{düz}=0.82$ ve Sentinel-1 ile Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerin birlikte değerlendirilmesiyle model belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.84$ olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık ile Landsat 5 TM bant parlaklık ve topografik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.586$ olarak bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kıvılcım meşcerelerinde Landsat 8 ve Sentinel-1 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerle, topografik verilerin birlikte değerlendirilmiş ve modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.389$ olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR polarizasyon parlaklık-geri yansıtım, Landsat 5 TM vejetasyon indis ve topografik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.655$ olarak çalışma kapsamında en yüksek model belirtme katsayısı bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kıvılcım meşcerelerinde Landsat 8 ve Sentinel-1 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerle, topografik veriler birlikte değerlendirilmiş ve modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.389$ olarak bulunmuştur. ALOS-PALSAR geri yansıtım, Landsat 5 TM bant parlaklık-vejetasyon indis ve topografik değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde, modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.603$ olarak bulunmuştur. Güverçin ve Günlü (2023) tarafından saf kıvılcım meşcerelerinde Landsat 8 ve Sentinel-1 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerle, topografik veriler birlikte değerlendirilmiş ve modelin belirtme katsayısı $R^2_{düz}=0.337$ olarak bulunmuştur.

4. Sonuçlar

Toplam 14 adet çoğul regresyon modeli geliştirilmiştir. Elde edilen modellerin başarıları $R^2_{düz} = 0.303$ ile $R^2_{düz} = 0.655$ arasında değişmektedir. En başarılı model sonuçları (Model 13) ($R^2_{düz} = 0.655$) Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis, ALOS-PALSAR uydu görüntüsünün HH polarizasyonundan elde edilen parlaklık, HV ve HH polarizasyonlarından elde edilen geri yansıtım ile eğim, bakı ve yükseltinin bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde bulunmuştur. En başarılı ikinci model sonuçları (Model 6) ($R^2_{düz} = 0.622$) Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis ile yükseltinin bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde bulunmuştur. En başarılı üçüncü model sonuçları (Model 14) ($R^2_{düz} = 0.603$) ise Landsat 5 TM bant parlaklık ve vejetasyon indis, ALOS-PALSAR uydu görüntüsünün HV polarizasyonundan elde edilen geri yansıtım ile yükseltinin bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde bulunmuştur. Buna karşın en başarısız model sonuçları (Model 7) ($R^2_{düz} = 0.113$) ise ALOS-PALSAR'a ait polarizasyon parlaklık ve geri yansıtımın bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde bulunmuştur. Landsat 5 TM ve ALOS-PALSAR uydu görüntülerinden elde edilen değişken ya da değişkenlerin yer aldığı modellerin başarısı, bu değişkenlere eğim, yükselti ve bakının birlikte ya da en az birinin yer aldığı modellere göre daha düşük bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlere eğim, yükselti ve bakı değişkenlerinin ilave edilmesi modellerin başarısını artırdığı görülmüştür. Çalışmadan elde edilen en başarılı model, çalışma alanına yakın yerlerde benzer orman ekosistemlerinde kullanılabilir. Farklı uydu (Sentinel-1, Sentinel-2, Göktürk, İnsansız Hava Aracı, LİDAR vb.) görüntüleri ile farklı modelleme tekniklerinin (Yapay sinir ağları, derin öğrenme, destek vektör makineleri, çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri vb.) kullanılması TÜK'un tahmin edilmesine yönelik ileriye dönük yapılacak çalışmalarda modelin belirtme katsayısını artırabilir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında, gerekli verilerin (envanter karnesi verileri ve orman amenajman planı) sağlanmasında katkı sağlayan Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'na çok teşekkür ederiz. Ayrıca istatistiksel analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. İlker ERCANLI'ya teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Bu makale; Prof. Dr. Alkan Günlü danışmanlığında Orman Yüksek Mühendisi Erdal Şahan tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Erdal Şahan: Verilerin temin edilmesi ve makalenin yazım aşamasında katkı sağlamıştır.

Alkan Günlü: Uydu görüntülerinin temin edilmesi, analiz edilmesi ve makalenin yazımında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Aksoy, H. (2023). *Sinop Orman Bölge Müdürlüğü saf sarıçam meşcerelerinde farklı uzaktan algılama verileri kullanılarak bazı meşcere parametrelerinin modellenmesi* (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Ali, N. and Khati, U. (2024). Forest aboveground biomass and forest height estimation over a sub-tropical forest using machine learning algorithm and synthetic aperture radar data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-16.
- Anonim (2012). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü, Elekeçamı orman işletme şeflikliği, fonksiyonel orman amenajman planı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi, Ankara.
- Anonim (2022). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Asan, Ü. Destan, S. ve Özkan, U.Y. (2002). İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretime ve toz tutma kapasitelerinin kestirilmesi, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İstanbul, ss. 194-202.
- Asan, Ü. (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(1-2): 23-38.
- Backéus, S., Wikström, P. ve Lämås, T. 2005. A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. *Forest Ecology and Management*, 216, 28-40.
- Batu, F. (1995). Uygulamalı istatistik yöntemler, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No:179, Fakülte Yayın No: 22, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Başkent, E.Z. (2022). Karbon tutulumunun orman amenajman planlarına entegrasyonu. *ArtGRID*, 4(2), 324-342.
- Bulut, S. (2023). Machine learning prediction of above-ground biomass in pure calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands of the mediterranean region, Türkiye. *Ecological Informatics*, 74, 101951.
- Bulut, S., Sivrikaya, F. ve Günlü, A. (2022). Evaluating statistical and combine method to predict stand above-ground biomass using remotely sensed data. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(9), 1-14.
- Clevers, J.G.P.W. (1988). The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index, *Remote Sensing of Environment*, 25, 53-70.
- Crippen, R.E. (1990). Calculating the vegetation index faster, *Remote Sensing of Environment*, 34, 71-73.
- Çelik, D.A. ve Şahin, A. (2023). Çaltepe orman planlama birimindeki karbon depolamasının zamansal ve konumsal değişimi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 224-233.
- Deering, D.W., Rouse, J.J.W., Haas, R.H. ve Schell J.S. (1975). Measuring forage production of grazing units hom Landsat MSS data, Proceedings 10th International Symposium Remote Sensing Environment, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, pp.1169-1178.
- Değermenci, A. S. ve Zengin, H. (2016). Ormanlardaki karbon birikiminin konumsal ve zamansal değişiminin incelenmesi: Daday planlama birimi örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 177-187.
- Değermenci, A.S. (2023). Düzce ili karasal karbon kapasitesinin belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 99-110.
- Demirel, D., Günlü, A. ve Sakıcı, O.E. (2023). Estimating above-ground carbon of taurus cedar stands using Sentinel-2 satellite image: a case study of Elmalı forest enterprise. In 3rd International Congress on Engineering and Life Science, Trabzon, pp.119-128.

- Dewantoro, B. E. B., ve Jatmiko, R. H. (2021). Estimation of aboveground carbon stock using SAR Sentinel-1 imagery in samarinda city. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 18(1), 103-116.
- Durkaya, B., Durkaya, A. ve Kocaman, M. (2017). Carbon stock change; Bolu sarıalan forest enterprise. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 268-275.
- Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3), 257-266.
- Gasparri, N.I., Parmuchi, M.G., Bono, J., Karszenbaum, H. ve Montenegro, C.L. (2010). Assessing multi-temporal Landsat 7 ETM+ images for estimating above-ground biomass in subtropical dry forests of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 74(10), 1262-1270.
- Goel, N.S., ve Qin, W. (1994). Influences of canopy architecture on relationships between various vegetation indices and LAI and FPAR: A computer simulation. *Remote Sensing Reviews*, 10(4), 309-347.
- Günlü, A. ve Ercanlı, İ. (2020). Artificial neural network models by ALOS PALSAR data for aboveground stand carbon predictions of pure beech stands: a case study from northern of Turkey. *Geocarto International*, 35(1), 17-28.
- Günlü, A., Ercanlı, İ., Şenyurt, M. ve Keleş, S. (2021). Estimation of some stand parameters from textural features from WorldView-2 satellite image using the artificial neural network and multiple regression methods: a case study from Turkey. *Geocarto International*, 36(8), 918-935.
- Günlü, A., Ercanlı, I., Başkent, E. Z. ve Çakır, G. (2014). Estimating aboveground biomass using Landsat TM imagery: A case study of Anatolian Crimean pine forests in Turkey. *Annals of Forest Research*, 289-298.
- Günlü, A., Keleş, S., Ercanlı, İ. ve Şenyurt, M. (2021). Estimation of aboveground stand carbon using Landsat 8 OLI satellite image: a case study from Turkey. *Spatial Modeling in Forest Resources Management: Rural Livelihood and Sustainable Development*, pp.385-403.
- Güvercin, İ. ve Günlü, A. (2023). Saf kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde aktif ve pasif uydu görüntüleri kullanılarak topraküstü biyokütlenin tahmin edilmesi (Anamur Orman İşletme Şefliği Örneği). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 177-191.
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tange, T. ve Sasaki, S. (2000). Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *For Ecol Manage*, 126, 331-337.
- Huete, A.R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(3), 295-309.
- Huete, A.R., Justice, C. ve van Leeuwen W. (1999). MODIS vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document (ATBD) Version 3.0, EOS Project Office, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD2.
- Huete, A.R., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. ve Ferreira, L.G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 195-213.
- Jordan, C.F. (1969). Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, 50, 663-666.
- Kalıpsız, A. (1984). Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3194, O.F. Yayın No:354, İstanbul, 407 s.
- Keleş, S. ve Başkent, E.Z. (2006). Orman ekosistemlerindeki karbon değişiminin orman amenajman planlarına yansıtılması: kavramsal çerçeve ve bir örnek uygulama (1.Bölüm), *Orman ve Av Dergisi*, 83(2), 36-41.
- Keleş, S., Günlü, A. ve Ercanlı, İ. (2021). Estimating aboveground stand carbon by combining Sentinel-1 and Sentinel-2satellite data: A case study from Turkey. In P. Kumar Shit, H. R. Pourghasemi, P. P. Adhikary, G. S. Bhunia & V.P. Sati (Eds.), *Forest resources resilience and conflicts*, pp. 117-126.
- Kumar, K.K., Nagai, M., Witayangkurn, A., Kritiyutanant, K. ve Nakamura, S. (2016). Above ground biomass assessment from combined optical and SAR remote sensing data in Surat Thani Province, Thailand. *Journal of Geographic Information System*, 8(04), 506.
- Lu, D. (2005). Aboveground biomass estimation using Landsat TM data in the Brazilian Amazon Basin. *International Journal of Remote Sensing*, 26, 2509-2525.
- Musaoğlu, N. 1999. Elektro-optik ve aktif mikrodalga algılayıcılardan elde edilen uydu verilerinden orman alanlarında meşcere tiplerinin ve yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenme olanakları, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Muukkonen, P. ve Heiskanen, J. (2007). Biomass estimation over a large area based on standwise Forest inventory data and ASTER and MODIS satellite data: A possibility to verify carbon inventories. *Remote Sensing of Environment*, 107(4), 617-624.
- Nuthammachot, N., Askar, A., Stratoulas, D. ve Wicaksono, P. (2022). Combined use of Sentinel-1 and Sentinel-2 data for improving above-ground biomass estimation. *Geocarto International*, 37(2), 366-376.
- Pachauri, R.K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R. ve van Ypserle, J.P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (p. 151). Ipcc.
- Rosenqvist, A., Shimada, M., Ito, N. ve Watanabe, M. (2007). ALOS PALSAR: a Pathfinder mission for Global-Scale Monitoring of the environment. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 45, 3307-3316.
- Rouse, J.W., Hass, R.H., Shell, J.A. ve Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS-I. *Proceedings, 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium*, 1: 309-317.
- Sakici, O.E., Seki, M. ve Sağlam, F. (2018). Above-ground biomass and carbon stock equations for Crimean pine stands in Kastamonu region of Turkey. *Fresenius Environ Bull.* 27(10), 7079-7089.
- Seki, M., Sakıcı, O., Büyükterzi, M. ve Sağlam, F. (2017). Temporal changes in carbon stock of Taşköprü forest enterprise forests. In *Proceeding in International Taşköprü Pompeiopolis Science Culture Research Symposium*, pp. 10-12.
- Situmorang, J. P., Sugianto, S. ve Darusman, D. (2016). Estimation of carbon stock stands using EVI and NDVI vegetation index in production forest of lembah seulawah sub-district, Aceh Indonesia. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 5(3), 126-139.
- Sivrikaya, F. ve Demirel, D. (2022). Estimation of aboveground carbon storage based on remote sensing and inventory data: A case study from Türkiye. *Journal of Biometry Studies*, 2(2), 78-86.
- Sivrikaya, F. ve Bozali, N. (2012). Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu planlama birimi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1), 69-76.
- Sivrikaya, F., Keleş, S. ve Çakır, G. (2007). Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132, 429-438.
- SPSS Institute Inc., (2007). SPSS Base 270 User's Guide, 770 s.
- Suman Sinha, S.S., Jeganathan, C., Sharma, L. K., Nathawat, M. S., Das, A. K. ve Shiv Mohan, S.M. (2016). Developing synergy regression models with space-borne ALOS PALSAR and Landsat TM sensors for retrieving tropical forest biomass. *J. Earth Syst. Sci.*, 725-735.
- Turgut, R. ve Günlü, A. (2022). Estimating aboveground biomass using Landsat 8 OLI satellite image in pure Crimean pine (*Pinus nigra* JF Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands: a case from Turkey. *Geocarto International*, 37(3), 720-734.
- Varol, T., Durkaya, B. ve Okan, E. 2018. Biyokütle denklemleri ve biyokütle genişletme faktörü (BEF) ile karbon hesabı; Amasra orman işletme şefliği örneği. 4th International Symposium on Environment and Morals, Bosnia and Herzegovina, pp. 63-70.
- Yolaşığmaz, H.A., Çavdar, B., Demirci, U. ve Aydın, İ. 2016. İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1), 43-51.

Web Madenciliği Kullanılarak Yatak ve Oturma Odası Mobilya Gruplarında Tüketicilerin Olumsuz Deneyimlerinin Analizi

Kadir Kayahan^{1,*}, Timuçin Bardak², Eser Sözen³

^{1,2}Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın, Türkiye

³Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 29.05.2024

Kabul: 09.12.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Müşteri şikâyetleri ürün/hizmet sorunlarını, müşterilerin olumsuz deneyimlerini tespit etmeye ve müşterileri daha iyi anlamaya yardımcı olan değerli bir veri kaynağıdır. Analizlerde web madenciliği kullanılmıştır. Web madenciliği temelde tüketiciler ve tüketicilerin pazar eğilimleri hakkındaki bilgileri bulmaya yardımcı olan bir alandır. Doğru ve güvenilir bilgi, her endüstri için kritik bir konu haline dönüşmüştür. Firmalar web madenciliği teknikleri ile elde edilen anlamlı bilgiler sayesinde daha doğru kararlar alabilmektedir. Bu çalışmada, üçüncü parti bir şikâyet platformunda yatak ve oturma odası mobilya gruplarına yönelik şikâyetleri değerlendirilerek öne çıkan sorunlar belirlenmiştir. Yatak ve oturma odası mobilya gruplarında tüketici olumsuz deneyimleri Rapidminer yazılımı ile elde edilmiş ve web madenciliği ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla günlük hayatta yaygın olarak kullanılan yatak ve oturma odası mobilya grupları seçilmiş her iki grup içinde ayrı ayrı web ve metin madenciliği kullanılarak kelime bulutları oluşturulmuştur. Bu sayede yatak ve oturma odası mobilya grupları için yapılan yorumlar bulunan anahtar sözcükler görselleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre her iki grupta “teslim” ile ilgili yorumlar öne çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler – Müşteri şikâyeti, oturma odası mobilyası, yatak odası mobilyası

Analysis of Consumers' Negative Experiences in Bedroom and Living Room Furniture Groups Using Web Mining

^{1,2}Bartın University, Bartın Vocational School, Furniture and Decoration Program, Bartın, Türkiye

³Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 29.05.2024

Accepted: 09.12.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – Customer complaints are a valuable source of data that helps to identify product/service problems, customers' negative experiences and to better understand customers. Web mining was used in the analysis. Web mining is basically a field that helps to find information about consumers and their market trends. Accurate and reliable information has become a critical issue for every industry. Firms can make better decisions with meaningful information obtained through web mining techniques. In this study, prominent problems were identified by evaluating complaints about bed and living room furniture groups on a third-party complaint platform. Consumer negative experiences in bed and living room furniture groups were obtained with Rapidminer software and evaluated with web mining. For this purpose, bed and living room furniture groups, which are widely used in daily life, were selected and word clouds were created for both groups separately by web and text mining. In this way, keywords in the comments on bed and living room furniture groups were visualized. According to the results of the study, comments related to "delivery" were prominent in both groups.

Keywords – Customer complaint, living room furniture, bedroom furniture

¹  kkayahan@bartin.edu.tr

²  timucinbardak@gmail.com

³  esozen@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Üçüncü parti şikâyet platformları, işletmelerin müşteri memnuniyetsizliklerini belirleme ve çözme girişimlerini destekleyerek işletmeler için içgörü elde etme fırsatı sunar. Bu platformlar, işletmelerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleme sürecinde önemli bir rol oynarlar. E-şikâyetlerin erişilebilirliği, sadece olumsuz bir imajın düzeltilmesine yönelik değil, aynı zamanda da işletmelerin bütün süreçlerine yönlendirici bir veri kaynağı olarak da görülmelidir. Bu bağlamda, işletmelere dair şikâyetler, öz eleştiri yapma ve sorunlara müşteri bakış açısından yaklaşma fırsatı olarak değerlendirilmelidir. Zira, şikâyet eden kişiler hala potansiyel müşterilerdir. Özellikle tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyebilecek e-şikâyetlerin etkili bir şekilde yönetilmesi, olumlu sözlü iletişimin yayılmasında önemli bir rol oynar (Kasapoğlu ve Kayahan, 2023).

Tüketici araştırmaları alanında, müşterilerin deneyimlerini ve tercihlerini anlamak, işletmelerin ürün ve hizmetlerini geliştirmeleri için çok önemlidir. Bu tür deneyimleri toplamaya yönelik yaklaşımlardan biri, müşteri yorumları, forumlar ve sosyal medya platformları gibi çevrimiçi kaynaklardan değerli bilgilerin çıkarılmasını içeren web madenciliğidir. İşletmeler bu çevrimiçi kaynakları analiz ederek tüketicilerin belirli ürün veya markalarla ilgili deneyimlerini daha iyi anlayabilir. Web madenciliği, doğrudan tüketicilerden gelen zengin bir bilgi kaynağı sağladığı için birçok alanda faydalı bilgiler sunmaktadır (Zhang vd., 2022). Web madenciliği, işletmelerin yalnızca tüketici geri bildirimlerinin içeriğini değil, aynı zamanda ifade edilen duygu ve düşünceleri de analiz etmesine olanak tanır. Bu daha derin analiz düzeyi, hemen göze çarpmayan gizli kalıpları ve eğilimleri ortaya çıkarabilir. Ayrıca web madenciliği, tüketici deneyimlerinin önemli noktalarını ortaya çıkarabilir ve belirli görüşlerin ifade edildiği sonuçlara bağlı olarak içgörüler sağlayabilir (Tsytarau ve Palpanas, 2012). Müşteri geri bildirimlerinin toplanması ve analiz edilmesi önemlidir, çünkü kuruluşların tekliflerini müşteri tercihlerine uyarlamak için sürekli bir şekilde öğrenmelerine olanak tanır. E-ticaretin ve çevrimiçi alışverişin yükselişiyle birlikte, tüketici davranışlarını ve deneyimlerini anlamak giderek daha önemli hale gelmiştir (Sun ve Li, 2011).

Mobilya endüstrisi için müşteri görüşlerini inceleyerek analiz eden az sayıda araştırma olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmalardan bazıları, mobilya sektörüne yönelik tüketicilerin şikâyetleri ve satış sonrası hizmetler hakkındaki görüşlerini ölçmüştür ve genellikle bu veriler anket yöntemi kullanılarak toplanmıştır (Akyüz vd., 2021; Cıranoğlu, 2018; Çabuk vd., 2012; Arslan vd., 2010). Bu araştırmalar, tüketici memnuniyetinin ve sadakatının sağlanmasında satış sonrası hizmetlerin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Anketler aracılığıyla elde edilen veriler, müşterilerin hizmet kalitesi, teslimat süreci, montaj hizmetleri ve garanti politikaları gibi konulardaki beklentilerini ve deneyimlerini ortaya koymaktadır. Mobilya firmaları, bu tür araştırmaların sonuçlarını dikkate alarak, satış sonrası hizmetlerini iyileştirebilir ve müşteri memnuniyetini artırabilir. Dağsuyu vd. (2016) AHP yöntemi kullanılarak müşteri şikâyetlerinin önem sıralarına göre “İşlem Gecikmesi/Termine Uymama”, “İade/Değişim Talebi”, “Servis Hizmeti Memnuniyetsizliği”, “Ürün Şikâyetleri”, “Servis Talebi” ve “Ücretsiz Servis Talebidir”. Mobilya tüketicilerinin şikâyet kanalı seçimi davranışlarını inceleyen bir çalışmada, çevrim içi satın alma gerçekleştiren tüketicilerin çevrimiçi şikâyet etme olasılığının, satın alma işlemi çevrim dışı yapanlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. (Lee ve Cude, 2012). Özellikle müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) yöntemlerinin uygulanmasına önem verebilir. CRM kullanımı işletmenin servis kalitesinin iyileştirilmesine oldukça fayda sağlamaktadır (Akyüz ve Ersen, 2017).

Bu alanda çalışmalar gerçekleştiren Long (2004), online tüketici deneyiminin temel olarak web sitesinin kullanılabilirliği, kolaylık, müşteri özerkliği ve web sitesi ile müşteri arasındaki ilişkiden etkilendiğini savunmaktadır. Bu sorunlara ilişkin akademik araştırmalar yetersiz kalmaktadır. Metin madenciliği kullanılarak yapılan müşteri geribildirim analizi, büyük ölçüde metnin içine gömülü olan duyarlılığı/duyguları otomatik olarak tahmin etmek için daha doğru modeller geliştirmeye odaklanmıştır (Gräbner vd., 2012). Bu çalışmaların çoğu, farklı metin madenciliği yöntemlerinin bir müşteri yorumundaki genel duyarlılığın daha iyi tahmin edilmesine

nasıl katkıda bulunduğunu vurgulamıştır. Duyguları belirlemenin önemine rağmen, metinsel müşteri geri bildirimlerinde daha spesifik bilgiler yer almaktadır. Bir kuruluşun sunduğu hizmetin duygu değerlendirmelerini tetikleyen kritik unsurlar, gelecek perspektifi için önemli bilgiler sunabilir (Taboada vd., 2011).

Genel olarak, web madenciliği yoluyla elde edilen içgörülerin derinliği, işletmelere yalnızca yatak odası grubu tekliflerini iyileştirme konusunda fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tüketici deneyimlerinin derinlemesine anlaşılmasına dayalı olarak özel ve hedefli pazarlama stratejileri oluşturma becerilerini de geliştirir.

2. Materyal ve Yöntem

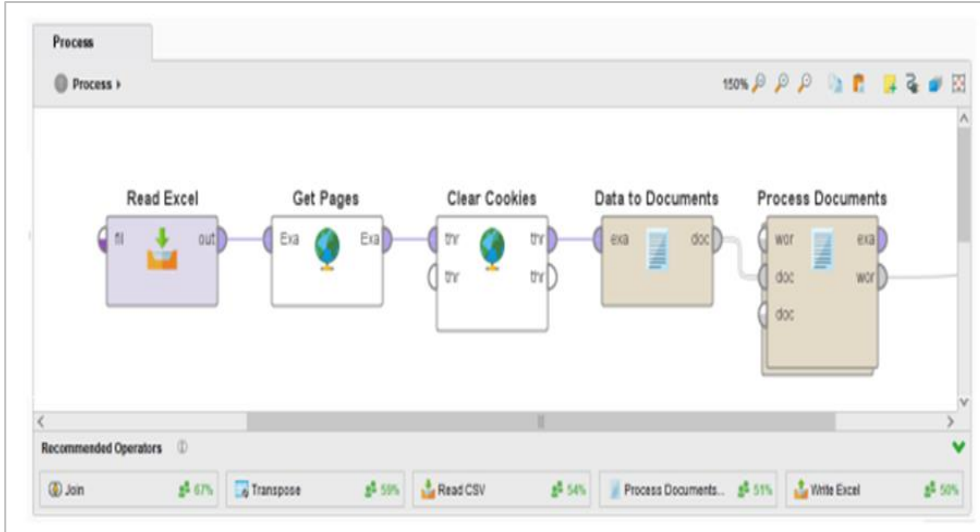
2.1. Materyal

Bu araştırma, çeşitli mobilya gruplarına yönelik tüketici deneyimlerini derinlemesine analiz etmek amacıyla web madenciliği tekniklerini kullanmaktadır. Araştırma kapsamında özellikle yatak odası ve oturma odası mobilyaları odak grup olarak seçilmiştir. Araştırma evrenini, tüketicilerin karşılaştıkları olumsuz müşteri deneyimlerini paylaştığı dijital bir şikâyet forumu olan e-sikayetvar.com oluşturmaktadır. e-sikayetvar.com taranarak geniş bir kullanıcı yorumları veritabanı oluşturulmuştur. Yatak odası grubu için 520, oturma odası grubu içinde 81 şikâyet taranmıştır. Toplanan veriler üzerinde metin madenciliği yöntemleri uygulanarak, her bir grup türüne özgü anahtar kelimeler tespit edilmiştir. Bu süreç, ilgili mobilya gruplarına yönelik tüketici deneyimlerinin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır.

2.2. Yöntem

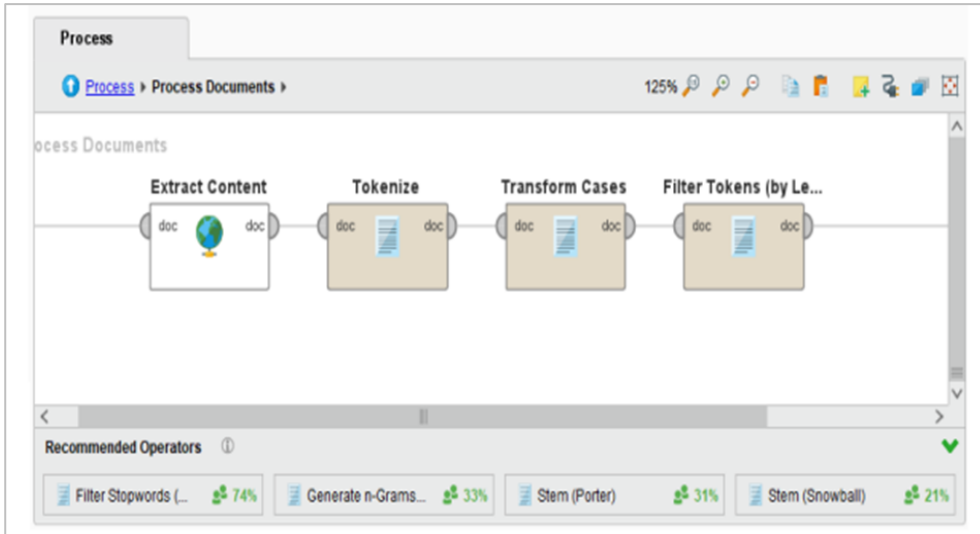
Bu araştırmada, web ve metin madenciliği tekniklerinin uygulanmasında Rapidminer yazılım platformu tercih edilmiştir. Rapidminer, veri madenciliği alanında geniş bir kullanım ağına sahip olan ve bilimsel çalışmalar için ideal olan bir platformdur. (Naik ve Samant, 2016; Ristoski vd., 2015) Bu platform, veri madenciliği süreçlerini yürütmek için gereken çeşitlilikte araçlar sunar ve kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir. RapidMiner, akademik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir veri madenciliği platformu olarak dikkat çekmektedir. Bu platform, veri madenciliği süreçlerinde gereksinim duyulan kapsamlı bir araç seti sunmakta ve kullanıcı dostu arayüzü sayesinde hızlı veri madenciliği işlemleri yapılabilmektedir. RapidMiner'in işleyişi, çeşitli operatörlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan veri işleme süreçlerine dayanmaktadır. Her bir operatör, veri okuma, model oluşturma ve performans değerlendirme gibi spesifik görevleri yerine getirmek üzere tasarlanmıştır. Bu operatörlerin birbirleriyle entegre edilmesiyle oluşturulan süreçler, veri madenciliği problemlerinin etkin bir şekilde çözümlenmesine olanak tanımaktadır (Bardak ve Sözen, 2021; Beunza vd., 2019; Karayılmazlar vd., 2019; Oliveira vd., 2019).

Araştırma sürecinde, Rapidminer içerisinde bulunan operatörler etkin bir şekilde kullanılmıştır. Her operatör, belirli bir işlevi yerine getirme kapasitesine sahiptir; örneğin veri okuma, modelleme yapma veya performans değerlendirme gibi. Bu operatörler bir araya getirilerek kapsamlı veri madenciliği işlemleri yapılandırılmıştır. Böylece, belirlenen analitik hedeflere uygun olarak veri madenciliği yoluyla çözümlenmeler gerçekleştirilmiştir. Şekil 1, web sitelerinden yorumların toplanması için kullanılan operatörlerin iş akışını görsel olarak sunmaktadır.



Şekil 1. Web sitelerinden yorumların toplanması için kullanılan operatörlerin iş akışı

Veri toplama sürecinin tamamlanmasının ardından, elde edilen veriler üzerinde metin madenciliği analizi yapılmıştır. Metin madenciliği, genelde yapılandırılmamış metinler içerisinde kalıpların ve kritik bilgilerin tespit edilip çıkarılmasını kapsayan bir süreçtir. Toplanan yorumlar, metin ön işleme süreçlerinden geçirilerek analize uygun hale getirilmiştir. Bu işlem sonrasında, yorumlardaki en yaygın kullanılan kelimeler tespit edilmiştir. Bu kelimelerin belirlenme sürecini gösteren proses Şekil 2'de detaylı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil 2. En yaygın kullanılan kelimelerin tespiti için kullanılan iş akışı

Bu iş akışları, farklı mobilya kategorilerine özgü özelliklerin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla her bir mobilya grubu için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu bireysel işlem sayesinde, yatak odası, oturma odası gibi farklı gruplara ait yorumlardan elde edilen veriler, özelleştirilmiş ön işleme ve analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir.

3. Araştırma Bulguları

Yatak ve oturma odası mobilyalarına dair internet üzerinden yapılan yorumlar, web ve metin madenciliği teknikleri kullanılarak derinlemesine analiz edilmiştir. Bu analiz, yorumlarda sıklıkla rastlanan ilk 10 kelimenin detaylı bir değerlendirmesini içermektedir. Elde edilen bulgular, kelime bulutları kullanılarak görselleştirilmiştir, bu sayede anahtar kelimelerin görsel bir özeti sunulmuş ve daha geniş bir perspektiften incelenmiştir.

Bu görselleştirme, mobilya grupları hakkında tüketici algıları ve eğilimleri üzerine kapsamlı içgörüler sağlamıştır. Yatak odası yorumlarına ait en yaygın kelimeler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Yatak odası yorumlarına ait en yaygın kelimeler

Kelime	Kelimenin geçme sıklığı
#teslim	84.0
#tarihi	54.0
#teslimat	31.0
#aydır	23.0
#montaj	18.0
#ürünler	18.0
#aldığım	17.0
#eksik	17.0
#hatalı	17.0
#değişim	16.0

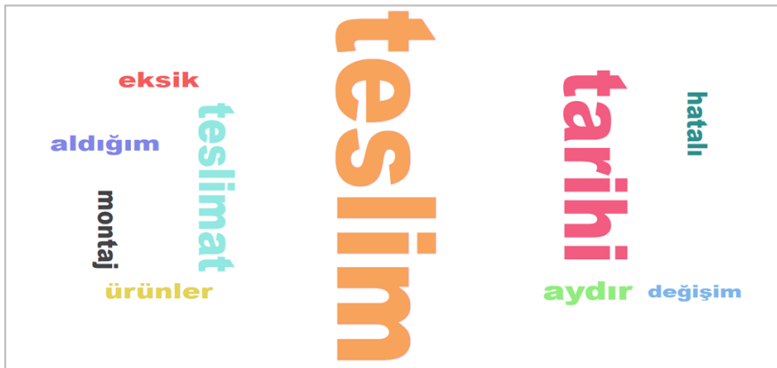
Tablo 2’de Oturma odası için yapılan yorumlarda en sık geçen kelimeler gösterilmiştir.

Tablo 2

Oturma odası yorumlarına ait en yaygın kelimeler

Kelime	Kelimenin geçme sıklığı
#teslim	400.0
#servis	165.0
#kargo	162.0
#teslimat	118.0
#değişim	95.0
#satış	95.0
#eksik	79.0
#kusurlu	78.0
#arıza	68.0
#masa	65.0

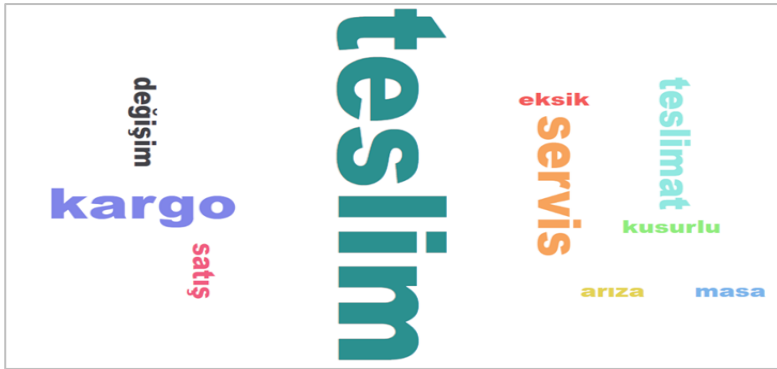
Şekil 3’te Yatak odası yorumlarına ait kelime bulutu gösterilmiştir.



Şekil 3. Yatak odası yorumlarına ait kelime bulutu.

Çalışma sonucunda elde edilen kelime bulutu, yatak odası yorumlarında kullanıcıların en çok hangi konulara odaklandıklarını göstermektedir. Kelime bulutunda öne çıkan "teslim" ve "teslimat" kelimeleri, kullanıcıların yatak odası ürünlerinin teslimat süreciyle ilgili deneyimlerine ve memnuniyet seviyelerine büyük önem verdiklerini ortaya koymaktadır. Kasapoğlu ve Kayahan (2023) yaptıkları çalışmada teslimat süreci ile ilgili şikâyetlerde sırasıyla siparişlerin ulaşmaması, teslimatların gecikmesi ve nakliye/kargo şirketlerinden doğan sorunlar ile alt temaların ön plana çıktığını gözlemlemişlerdir. Şikâyetlerin çoğunda üretim yapan firmanın

öngördüğü tarihe bağlı kalmaması da müşteriler üzerinde memnuniyetsizlik yarattığını tespit etmişlerdir. Söğütü vd. (2016) yaptığı araştırmaya göre, Türkiye’de ofis mobilyaları endüstrisinde karşılaşılan başlıca sorunlar nitelikli iş gücü eksikliği, ürün teslimatının ve nakliyenin gecikmesi olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, "tarihi" kelimesinin sıkça kullanılması, teslimat tarihi veya ürünün üretim tarihi gibi zamanla ilgili konuların kullanıcılar için önemli olduğunu vurgulamaktadır. "Eksik," "hatalı" ve "değişim" gibi kelimelerin varlığı, kullanıcıların ürünlerde karşılaştıkları olumsuz deneyimlere işaret ederken; "aldığım," "montaj" ve "ürünler" kelimeleri, kullanıcıların satın alma süreci, ürünlerin montajı ve genel ürün özellikleri hakkında yorum yaptığını göstermektedir. Bu kelime bulutu, kullanıcıların yatak odası ürünleri ile ilgili en çok teslimat süreci, zamanında teslimat, ürün kalitesi ve satış sonrası hizmetler gibi konulara odaklandıklarını ortaya koymaktadır. Şekil 4’te oturma odası yorumlarına ait kelime bulutu gösterilmiştir.



Şekil 4. Oturma odası yorumlarına ait kelime bulutu.

Oturma grubu yorumlarında en sık geçen kelimelerden olan "teslim" ve "teslimat," kullanıcıların oturma grubu ürünlerinde teslim edilme sürecine büyük önem verdiğini ve bu konudaki memnuniyetsizliklerini sıkça dile getirdiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra "kargo" ve "servis" gibi kelimeler, teslimat sürecinde yaşanan deneyimlerin ve servis hizmetlerinin kullanıcı yorumlarında önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. "Eksik," "kusurlu," ve "arıza" kelimeleri, kullanıcıların ürünlerde karşılaştıkları olumsuzlukları belirtirken, "değişim" ve "satış" kelimeleri, satış sonrası hizmetlerin ve değişim süreçlerinin kullanıcılar için önemli olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, "masa" gibi spesifik ürünlerle ilgili yorumlar da bulunmaktadır. Bu kelime bulutu, kullanıcıların oturma grubu ürünleri ile ilgili en çok teslimat süreci, servis hizmetleri, ürün kalitesi ve satış sonrası hizmetler gibi konulara odaklandıklarını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, müşteri memnuniyetini artırmak için teslimat sürecinin, ürün kalitesinin ve satış sonrası hizmetlerin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Anket yoluyla mobilya şikayetlerine üzerine yapılan çalışmaların sonuçları mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yazıcı (2015) tarafından yapılan tez çalışmasında, mobilya tüketicilerin satış sonrası hizmet, kurulum, teslimat süresi ve hatalı, çizik, eksik, hatalı ve kusurlu ürün gibi şikayetlerde bulunduğu tespit edilmiştir. Dağsuyu vd. (2016) AHP-WRA bütünleşik teknik le mobilya şikayetleri değerlendirdiği çalışmada, iade/değişim talebi, işlem gecikmesi/teminine uymama, servis hizmeti memnuniyetsizliği ve ürün şikayetlerin daha öneme sahip olduğu bulunmuştur. Kasapoğlu ve Kayahan (2023) ofis mobilyalarına yönelik yaptığı çalışmada, tüketicilerin en fazla ürünle ilgili şikâyetinde bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte tüketicilerin sırasıyla müşteri hizmetleri, satış sonrası hizmet, teslimat ve satış süreci ile ilgili şikayetlerde bulunduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yatak odası ve oturma odası takımlarıyla ilgili yapılan çalışma, yalnızca üretim sürecine odaklanmanın yeterli olmadığını göstermektedir. Aynı zamanda satış sonrası hizmetlerin ve pazarlamanın da üretim kadar önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bulgular, ürünlere yönelik yapılan yorumlarda "teslim" kelimesinin öne çıktığını göstermektedir. İşletmenin teslimat işlemlerinde dış kaynaklardan destek alması, teslimatların kontrol altına alınmasını zorlaştırabilir. Bu durum, müşteri memnuniyeti ve işletme itibarı açısından risk oluşturabilir. Teslimat

sürecinde işletmenin sorumluluk alması ve kargo şirketinden kaynaklanabilecek sorunları minimize etmek için bazı adımlar atılması önemlidir. Bu konuda atılabilecek adımlar; için güvenilir kargo şirketleriyle çalışmak, kargo şirketiyle detaylı ve açık sözleşmeler yapmak, teslimat sürecinin her aşamasını takip etmek için gelişmiş takip sistemleri kullanmak, kargo şirketinden kaynaklanabilecek sorunlarda hızlı çözüm sunabilmek için güçlü bir müşteri hizmetleri ekibi kurmak, kargo sürecinde oluşabilecek zararlar için sigorta yaptırmak, teslimat süreçlerini düzenli olarak gözden geçirmek gibi adımlar teslimat süreçlerinde kontrolü artırarak müşteri memnuniyetini ve işletmenin itibarını korumaya yardımcı olabilir. Müşteriler karşılaştıkları sorunları kısa vadede üretici firma ile iletişime geçerek sorunu doğru bir şekilde ifade etmesi gerekmektedir. Usta (2006), Karabük ilinde gerçekleştirilen bir çalışmada, mobilya sektöründeki tüketici tatmini ve şikâyet davranışları incelenmiştir. Araştırma, şikâyet etmeyen müşterilerin, şikâyetlerinin sorunları çözmeyeceğine inandıkları için şikâyet etmedikleri sonucuna ulaşmıştır.

Bu bulgular, yatak odası ve oturma odası mobilyaları sektöründe kalite kontrol ve tedarik zinciri yönetiminin önemini vurgulamaktadır. Nitelikli iş gücü eksikliği, üretim kalitesini ve verimliliği doğrudan etkileyebilirken, nakliye ve teslimat sorunları, müşteri memnuniyetsizliğine ve itibar kaybına yol açabilir. Müşteri şikâyetlerinin malzeme ve cihaz sorunlarına dayalı olması, ürünlerin kalite kontrol süreçlerinin güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu sorunları çözmek için sektörün çeşitli stratejiler geliştirmesi ve uygulaması gerekmektedir.

İşletmeler, forumlar ve sosyal medyadaki tartışmaları inceleyerek farklı demografik grupların yatak odası gruplarını nasıl algıladığını ve onlarla nasıl etkileşime girdiğini anlayabilir. Tüketici içgörülerindeki bu ayrıntı düzeyi, ürün geliştirme ve pazarlama stratejileri için çok değerlidir. Web madenciliği, tüketici duygularını anlamının yanı sıra, işletmelerin tüketici görüşlerinin zaman içindeki seyrini izlemelerini de sağlar. İşletmeler, zamansal verileri analiz ederek, yatak odası gruplarına ilişkin tüketici algılarını etkileyen mevsimsel eğilimler, ürün yaşam döngüsü etkileri veya belirli pazarlama kampanyalarına verilen yanıtlar olup olmadığını belirleyebilir. Yine Web madenciliği sayesinde işletmeler, farklı yatak odası gruplarının güçlü ve zayıf yönlerini anlamak için müşteri yorumlarını, derecelendirmelerini ve geri bildirimlerini analiz edebilir.

Yazar Katkıları

Kadir Kayahan: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, veri toplamış, literatür araştırması yapmış ve elde edilen sonuçları yorumlayarak makaleyi yazmıştır.

Timuçin Bardak: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, veri toplamış, literatür araştırması yapmış ve elde edilen sonuçları yorumlayarak makaleyi yazmıştır.

Eser Sözen: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, veri toplamış, literatür araştırması yapmış ve elde edilen sonuçları yorumlayarak makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Herhangi bir kişi ya da kurum ile herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Akyüz, İ., Ersen, N., Berber, N., ve Özdemir T. (2021). Mutfak Dolabı Satın Almada ve Kullanımında Tüketici Davranışlarının Araştırılması (Trabzon ili Örneği). *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 288-295.
- Akyüz, İ., ve Ersen, N. (2017). İstanbul İlinde Faaliyet Gösteren Orman Ürünleri İşletmelerinde Müşteri İlişkileri Yönetimi Yöntemleri ve Sonuçları. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 13(1), 51-59.
- Arslan, A.R., Sönmez, A. ve Burdurlu, E. (2010). Tüketicilerin Kullandıkları Döşemeli Mobilyalar ile İlgili Şikâyetlerin Belirlenmesi. *Politeknik Dergisi*, 13(4), 295-304.
- Bardak, T., ve Sözen, E. (2021). Mobilya üretiminde kullanılan farklı malzemelerin web madenciliği yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 103–113. <https://doi.org/10.33725/mamad.984906>.

- Beunza, J.-J., Puertas, E., García-Ovejero, E., Villalba, G., Condes, E., Koleva, G., Hurtado, C. and Landecho, M. F. (2019). Comparison of machine learning algorithms for clinical event prediction (risk of coronary heart disease). *Journal of Biomedical Informatics*, 97, 103257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103257>.
- Cıranoglu, M. (2018). The impact of after sale services on product's perceived value in furniture sector and a field study in İnegöl/Bursa. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(3), 783-796
- Çabuk, Y., Karayılmazlar, S. and Türedi, H. (2012). A study on evaluation of after sales services in the furniture sector (sample, city of zonguldak, turkey). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(22), 1-11.
- Dağsuyu, C., Buçe Dere, E. ve Kokangül, A. (2016). AHP-WRA Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Mobilya Sektöründe müşteri Şikayetlerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 129-137.
- Gräbner, D., Zanker, M., Fliedl, G. and Fuchs, M. (2012). Classification of customer reviews based on sentiment analysis. In *Information and communication technologies in tourism, 2012* (pp. 460-470). Springer, Vienna.
- Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A. S., Çabuk, Y., Kurt, R. ve İmren, E. (2019). Determining the orientation in choosing furniture based on social media based on data mining algorithms: Twitter example. *Turkish Journal of Forestry*, 2019(4), 447-457. <https://doi.org/10.18182/tjf.609967>.
- Kasapoğlu, C. ve Kayahan, K. (2023). Ofis Mobilyalarında Çevrim İçi Müşteri Şikâyetlerinin Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 58-70.
- Lee, S. and Cude, B. J. (2012). Consumer complaint channel choice in online and offline purchases. *International Journal of Consumer Studies*, 36(1), 90-96. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2010.00992.x>.
- Long, K. (2004). "Customer loyalty and experience design in e-business," *DesignManagement Review* 22(16), 60-67. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7169.2004.tb00163.x>.
- Naik, A. and Samant, L. (2016). Correlation Review of Classification Algorithm Using Data Mining Tool: WEKA, Rapidminer, Tanagra, Orange and Knime. *Procedia Computer Science*, 85, 662-668. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2016.05.251>
- Oliveira, C., Guimarães, T., Portela, F. and Santos, M. (2019). Benchmarking Business Analytics Techniques in Big Data. *Procedia Computer Science*, 160, 690-695. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.026>.
- Ristoski, P., Bizer, C. and Paulheim, H. (2015). Mining the Web of Linked Data with RapidMiner. *Journal of Web Semantics*, 35, 142-151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.websem.2015.06.004>
- Söğütü, C., Çınar, H. ve Uluada, R. S. (2016). Ofis mobilyası üretiminde sorunlar ve çözüm önerileri. *Mugla Journal of Science and Technology*, 2(2), 9-9.
- Sun, B. and Li, S., (2011), Learning and Acting on Customer Information: A Simulation-based Demonstration on Service Allocations with Offshore Centers. *Journal of Marketing Research*, 48 (1), 72-86.
- Taboada, M., Julian B., Milan T., Kimberly V. and Manfred S. (2011), 'Lexicon-based Methods for Sentiment Analysis. *Computational Linguistics*, 37 (2), 267-307.
- Tsytsarau, M. and Palpanas, T. (2012). Survey on mining subjective data on the web. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 24, 478-514.
- Usta, R. (2006), "Mobilya Sektöründe Tüketici Tatmini ve Şikâyet Davranışı: Karabük İlinde Bir Araştırma". *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 121-138.
- Yazıcı, C.B. (2015). *Mobilya Endüstrisinde Tüketici Şikayetleri ve Analizi: Artvin İli Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Zhang, S., Zhu, J., Wang, G., Reng, S. and Yan, H. (2022). Furniture Online Consumer Experience: A Literature Review. *BioResources*, 17(1).

Nano Partiküllü Hegzagonal Bor Nitrür'ün Ağaç Malzemenin Mekanik Özelliklerine Etkileri

Şekip Şadiye Yaşar^{1,*}, Mehmet Irkilata², Mehmet Yaşar³, Selim Şen⁴

^{1,3}Afyon Kocatepe Üniversitesi, Dinar UBYO, Endüstriyel Tasarım Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

²Fırat Üniversitesi, Teknik Bilimleri MYO, Tasarım Bölümü, Elâzığ, Türkiye

⁴Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane MYO, Ormancılık Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 05.07.2024

Kabul: 25.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışma nano boyutlu Hegzagonal Bor Nitrür (h-BN) emdirilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* M.) ve Doğu ladini (*Picea orientalis*) odunlarının elastikiyet modülü (ISO 13061-4) ve eğilme direnci (ISO 13061-3) üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlanmıştır. %1,5 konsantrasyonda nano boyutlu h-BN ile emprenye edilen sarıçam en yüksek tutma değerleri göstermiştir. h-BN ile emprenye, tüm ağaç türlerinde %1,5 ile %5 arasında değişen yoğunluk değerinde artış olmuştur. Emprenye işlemi, tüm ağaç türleri için eğilme direnci değerlerinde bir düşüşe neden olmuştur. Kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, h-BN uygulaması sonrası eğilme direnci değerleri sarıçamda %25, ladinde %18.5 ve kestanede %9 azalmıştır. En düşük eğilme direnci değeri Ladin + h-BN'de (58,1 N/mm²), en yüksek Kestane kontrol örneklerinde (89,6 N/mm²) elde edilmiştir. Retensiyon değeri daha düşük olan kestane ağacı, elastikiyet açısından değişken değerler göstermiştir. Emprenye işlemi, elastikiyet modül değerlerinde sarıçamda %18, ladinde %1 oranında azalmaya neden olurken, kestanede artışa neden olmuştur. En düşük elastikiyet modülü değeri Sarıçam+h-BN'de (8530 MPa), en yüksek Sarıçam kontrol örneklerinde (10444 MPa) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler – Ağaç malzeme, eğilme direnci, elastikiyet modülü, emprenye, nano hegzagonal bor nitrür

Effects of Nanoparticle Hexagonal Boron Nitride on the Mechanical Properties of Wood Materials

^{1,3} Afyon Kocatepe University, Dinar School of Applied Sciences, Department of Industrial Design, Afyonkarahisar, Türkiye

² Fırat University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Design, Elazığ, Türkiye

⁴ Gumushane University, Vocational School of Gumushane, Department of Forestry, Gumushane, Türkiye

Article History

Received: 05.07.2024

Accepted: 25.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – This study aims to investigate the effects of nano-sized Hexagonal Boron Nitride (h-BN) impregnation on the modulus of elasticity (ISO 13061-4) and bending strength (ISO 13061-3) of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Anatolian chestnut (*Castanea sativa* M.) and Oriental spruce (*Picea orientalis*) wood. Scots pine impregnated with Nano-sized Hexagonal Boron Nitride (h-BN) at 1.5% concentration showed the highest retention values. Impregnation with h-BN led to an increase in density values ranging from 1.5% to 5% in all wood species. The impregnation process caused a decrease in bending strength for all types of wood. Compared to control samples, h-BN treatment reduced bending strength by 25% in Scots pine, 18.5% in spruce and 9% in chestnut wood. The lowest bending strength value was obtained in Spruce + h-BN (58.1 N/mm²), the highest in Chestnut control samples (89.6 N/mm²). Chestnut wood, which has a lower retention value, has shown variable values in terms of modulus of elasticity. The impregnation process caused a decrease in the modulus of elasticity values by 18% in Scots pine and 1% in spruce, while it caused an increase in chestnut. The lowest modulus of elasticity value was found in Scots Pine+h-BN (8530 MPa), the highest in Scots Pine control samples (10444 MPa).

Keywords – Wood material, bending strength, modulus of elasticity, impregnation, nano hexagonal boron nitride

¹  ssyasar@aku.edu.tr

²  mirkilata@firat.edu.tr

³  myasar@aku.edu.tr

⁴  selimsen@aku.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Ahşap kolayca işlenebilir, doğal, hafif, dayanıklı, ısı-ses yalıtımı, geniş desen çeşitliliği, estetik görünüşü, sıcaklığı ve sürdürülebilir bir kaynak olmasından dolayı barınaklardan, evlere, araç gereçlerden, makinelere, teknelerden mobilyalara kadar birçok ürünün imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kurtoğlu, 2000; Archer ve Lebow, 2006). Anatomik ve kimyasal yapıları nedeniyle belirli etkenlere karşı doğal dirençlerine rağmen, belirli uygulamalarda ahşap malzeme uzun süreli dayanım sağlamaz (Usta, 1993).

Ahşap, su buharına maruz kaldığında anizotropik ve higroskopik özelliklerinden dolayı boyutsal değişikliklere uğrar. Yıllar geçtikçe, ahşap malzemeleri farklı ortamlarda korumak için çeşitli koruyucu önlemler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Yapılan arkeolojik kazılar ahşabı yakmanın (dış yüzeyin kömürleştirilmesi) ve bitkisel, hayvansal ve mineral yağların kullanılmasının, ahşabı çevresel unsurlardan, termitlerden, böceklerden, deniz organizmalarından ve mantarlardan korumak için yaygın uygulamalar olduğunu göstermiştir. Teknolojinin ilerlemesi ve ahşabın tekrar yorumlanıp (modifikasyon vb.) bazı özelliklerinin geliştirilmesiyle elde edilen yeni ürünlerde, mobilya, iç mimari ve yapı sektörlerinde önemli fırsatlar sunmaktadır ve aynı zamanda doğal ahşap tüketim oranında bir miktar azalmaya katkıda bulunmaktadır (Kurtoğlu, 1984; Evans vd., 1992; Hon ve Shiraishi, 2001; Yaşar ve Altunok, 2019).

Ahşap koruyucuları malzemeyi açık hava koşulları, yanma, biyolojik zararlılar, mekanik, kimyasal ve fiziksel bozulmalardan korur. Ahşap malzemelerin özelliklerini daha kullanışlı hale getirmek amacıyla yapılan araştırmalardan elde edilen yöntemlere "Odun Modifikasyonu Metotları" denilmektedir. Ahşap malzemenin kullanım süresini artırmak için koruyucu maddelerle emprenye edilmesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Sandberg vd., 2017). Emprenye farklı koruyucuların ahşabın içerisine basınç ve vakum gibi çeşitli teknikler kullanılarak emdirilmesiyle gerçekleştirilir. Emprenye uygulamasını ahşap malzemenin özellikleri, akışkanların geçiş yolları, geçit yapısı, emprenye yöntemi, kullanılan maddenin dayanıklılığı, etkinliği ve çevresel zararlılık seviyesi gibi faktörler etkilemektedir (Bozkurt vd., 1993; URL-1, 2017).

Günümüzde ahşap koruyucuların sadece ortam koşullarına dayanıklı, iyi tutunma özelliklerine (retensiyon) sahip ve etkili olması değil, aynı zamanda çevre dostu ve insan sağlığı açısından güvenli olması da beklenmektedir (Yaşar vd., 2017; Perçin ve Atar, 2018). Çevre Koruma Ajansı (EPA), çevreye zararları nedeniyle özellikle arsenik, pentaklorofenol ve kreozot için hafifletici önlemler olarak etiket değişikliklerinin yapılmasını önermiştir (URL-1, 2017).

Nanoteknoloji, geliştirilmiş özelliklere sahip yeni ve benzersiz metal biyositlerin oluşturulması yoluyla ahşap koruma alanında büyük bir potansiyele sahiptir (Aydemir vd., 2016). Nanopartiküllerin, ahşap liflerindeki boşlukları doldurarak koruyuculuğu artırabileceği düşünülmektedir (Taghiyari vd., 2012; Akhtari ve Arefkhani, 2013; Moon vd., 2016; Gümüş vd., 2020).

Hegzagonal bor nitrürün (HBN) ısıl işlem görmüş ahşabın termal kararlılığı ve mekanik özellikleri (eğilme direnci/elastikiyet modülü) üzerindeki etkileri incelenmiştir. HBN elastikiyet modülü ve eğilme direnci özelliklerinde farklılaşan sonuçlar çıkarmıştır. Sarıçam kontrol ve ısıl işlem görmüş İroko hariç tüm örneklerde elastikiyet modülü değerleri olumsuz etkilenmiştir (Aydemir vd., 2016). Bakır ve bor ile zenginleştirilmiş ahşap koruyucular, emprenye işlemlerinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan deneylerde, bu koruyucuların mantar ve termitler gibi biyolojik bozucu organizmalar ve yanmaya karşı ahşap malzemelerin kullanım ömrünü uzattığı görülmüştür (Kartal vd., 2009; Adanur vd., 2017; Gan vd., 2020).

Nano boyutlu Hegzagonal Bor Nitrür'ün boşluklara daha iyi nüfus ederek yapısal sertlik ve boyutsal stabilitenin gerekli olduğu uygulamalarda ahşabın dayanıklılığını artırma potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* M.) ve Doğu ladini (*Picea orientalis*) odunlarına %1,5 konsantrasyonda h-BN emprenye edilmiş yoğunluk, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı ağaç türlerinden Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve yapraklı ağaç türlerinden Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* M.) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan birinci sınıf keresteler Elâzığ Keresteciler Sanayi'nden rastgele yöntemlerle seçilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Örs ve Keskin, 2001).

Çalışmada kullanılan hekzagonal bor nitrür %99,85 saflık ve 65-75 nm boyutlarında Nano grafit Nano Tek. Bil. İmalat ve Dan. Ltd Şti firmasından temin edilmiştir.

Emprenye uygulaması Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane MYO Laboratuvarında ASTM-D 1413-07 (2007), standardına uygun olarak yapılmıştır. Emprenye malzemesi, nano h-BN'nin %1,5 konsantrasyonlu sulu karışım içerisinde çözülmesiyle hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Emprenye kazanının deney esnasındaki görünümü

Emprenye uygulamasında ağaç türlerine göre Tablo 1'de gösterilen farklı sürelerle ön vakum ve basınç uygulanmıştır. Ön vakum ve basınç sonrasında 60 cm Hg⁻¹'ya eşdeğer 30 dk. süreyle son vakum uygulanmıştır (Bozkurt vd., 1993; Şen, 2001).

Tablo 1.

Ağaç türlerinin ön vakum- basınç süreleri

Ağaç Türü	Ön vakum (dakika)	Basınç (dakika)
Anadolu Kestanesi	120	240
Sarıçam	30	60
Doğu Ladini	120	240

Emprenye edilen örnekler; çözücünün buharlaşması için, iklimlendirme odasında 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nemde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Emprenye uygulaması yapılırken h-BN'nin retensiyon oranını ölçmek için numuneler emprenyeden önce ve sonra hassas terazi ile tartılmış ve pH metre (Hanna HI 2211 model ph metre) ile ölçümü yapılmıştır. Retensiyon miktarı ve retensiyon oranı sırasıyla eşitlik 2.1'deki şekilde hesaplanmıştır.

$$R = \left[\frac{G.C}{V} \right] \times 10 (kg/m^3) \quad (2.1)$$

eşitliğiyle retensiyon miktarı bulunmuştur. Burada;

$$G: M_2 - M_1 (g) \quad (2.1)$$

M₁: Emprenyeden önce örneklerin ağırlığı (g)

M₂: Emprenyeden sonra örneklerin ağırlığı

V: Örnek hacmi (cm³)

C: h-BN konsantrasyonu (%)

$$R: (M_{os}-M_o)/M_o * 100 (\%) \quad (2.1)$$

eşitliğiyle retensiyon oranı bulunmuştur. Burada;

M_{os} : Tam kuru ağırlık (emprenyeden sonra) (g)

M_o : Tam kuru ağırlık (emprenyeden önce) (g)

2.1. Hava Kuru Yoğunluk

Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan ahşap örnekler ISO 13061-1 (2021) standardına göre 20 x 20 x 30 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Hava kuru yoğunluğu belirlemek için örnekler %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklıkta saklanmış, boyutsal stabilizeye ulaştıktan sonra, ±0.01 mm hassasiyetli kumpas ve analitik terazi ile ölçümler yapılmıştır. Hacimleri belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M_3), hacim (V_3) ve yoğunluk (D_3) değerleri aşağıdaki eşitlik 2.2’de görüldüğü şekilde hesaplanmıştır.

$$D_3 = \frac{M_3}{V_3} (g/cm^3) \quad (2.2)$$

Burada;

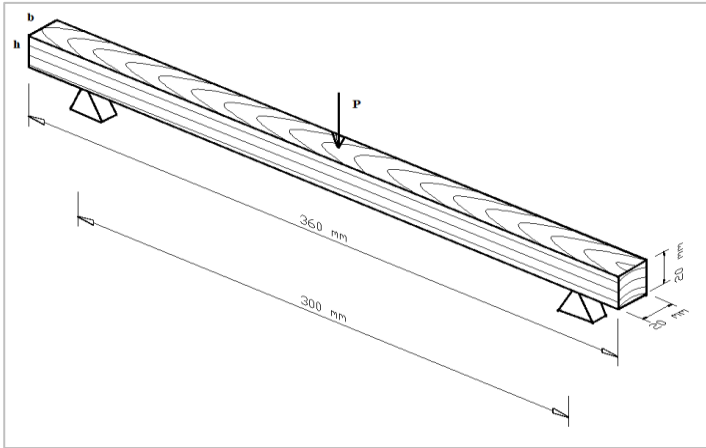
M_3 : Örneklerin ağırlığı (g)

V_3 : Örnek hacmi (cm³)

D_3 : Hava kuru yoğunluk

2.2. Mekanik Özellikler

Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan ahşap malzemeler Şekil 2’de gösterildiği gibi ISO 13061-3 eğilme direnci (2021) ve ISO 13061-4 elastikiyet modülü (2021) standartlarına göre 20 x 20 x 360 mm boyutlarında hazırlanmıştır.



Şekil 2. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü örneği

Mekanik testler Şekil 3’de gösterildiği gibi Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane MYO Laboratuvarı’nda Zwick Z050 Üniversal test cihazı ile yapılmıştır. Kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) okunmuş ve eğilme direnci (σ_E), aşağıdaki eşitlik 2.3’e göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_E = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{max} \cdot L}{b \cdot h^2} (N/mm^2) \quad (2.3)$$

Burada;

P_{max} : Kırılma anında uygulanan yük (N)

L : Dayanak noktaları açıklığı (mm)

b : Örneklerin eni (dik, mm)

h : Örneklerin kalınlığı (teğet, mm)’dir.



Şekil 3. Eğilme direnci deneyi

Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için numunedeki sehimler arasındaki fark (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E) aşağıdaki eşitlik 2.4'e göre hesaplanmıştır.

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.4)$$

Burada;

ΔF : Deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)

L : Dayanak noktaları açıklığı (mm)

Δf : Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)

b : Örneklerin eni (dik, mm)

h : Örneklerin kalınlığı (teğet, mm)'dir.

2.3. Veri Analizi

Çalışmada standart sapmalar, homojenlik grupları, yüzde (%) değişim oranları, ortalamalar ve varyans analizi SPSS 22.0 (2013) istatistik programı kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Nano boyuttaki h-BN'nin konsantrasyonu ve pH değeri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

h-BN konsantrasyonu ve pH değeri

	h-BN
Çözelti konsantrasyon (%)	1,5
Emprenye Öncesi pH	8,9
Emprenye Sonrası pH	8,37

Literatürde yapılan incelemelerle nano h-BN konsantrasyonu %1,5 olarak seçilmiştir (Aydemir vd., 2016; Karaman vd., 2019). Emprenyeden önce ve sonra pH olarak önemli bir değişim olmamıştır. Nano boyuttaki h-BN'nin retensiyon oranı ve miktarı Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Ağaç türlerine göre retensiyon değerleri

Ağaç Türü	R (kg/m ³)	R (%)
Kestane	85	7,8
Sarıçam	145	14
Ladin	106,4	10,6

Retensiyon miktarları Sarıçamda 145 kg/m³, Ladinde 106,4 kg/m³ ve Kestanede 85 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Kestane odununun yüksek tül oluşumu geçirgenlik oranında düşüşe sebep olabilir. Sarıçam odununun yüksek geçirgenlik kabiliyeti retensiyon oranını arttırmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1990; Bozkurt vd., 1993; Örs vd., 1999).

3.1. Hava Kuru Yoğunluk

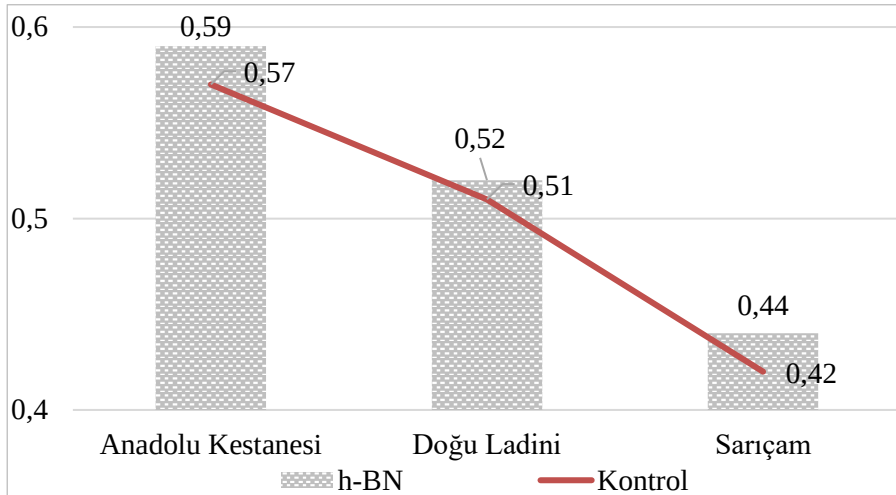
Ağaç türü - emprenye uygulamasına göre hava kuru yoğunluk değerleri Tablo 4’de yer almaktadır (Şekil 5).

Tablo 4

Ağaç Türü - Emprenye Uygulaması etkileşiminde yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Emprenye Uygulaması	Yoğunluk (g/cm ³)
Kestane	h-BN	0,59
	Kontrol	0,57
Sarıçam	h-BN	0,44
	Kontrol	0,42
Ladin	h-BN	0,52
	Kontrol	0,51

Hava kuru yoğunluğu en yüksek Kestane + h-BN’ de (0,59 g/cm³), en düşük Ladin kontrol (0,42 g/cm³) örneklerinde elde edilmiştir. Buna paralel olarak ağaç türü bakımından en yüksek Sarıçam, en düşük Ladinde değerler görülmüştür. h-BN’ yoğunluk değerlerini arttırmıştır. h-BN %1,5-5 arasında yoğunluk artışına neden olmuştur (Bozkurt ve Erdin, 1990; Kretschmann 2010; Yaşar, 2014).



Şekil 5. Ağaç türü - Emprenye Uygulaması etkileşiminde hava kuru yoğunluk (g/cm³)

3.2. Eğilme Direnci

Tüm faktörlerin eğilme direncine etkisi Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5

Eğilme direnci varyans analizi

Faktör	Karelerin Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Ağaç (A)	6585,518	2	3292,759	44,585	,000*
Emprenye (B)	4517,042	1	4517,042	61,162	,000*
A + B	672,283	2	336,141	4,551	,013*
Hata	6203,676	84	73,853		
Toplam	17978,518	89			

df: Serbestlik derecesi, *: P değeri ≤0,05de anlamlı

Ağaç türü - Emprenye Uygulamasına göre tüm etkileşimler anlamlı bulunmuştur. Ağaç türü - Emprenye uygulaması arasındaki farklılıklar Tablo 6, Tablo 7 ve Tablo 8 de verilmiştir (Şekil 6).

Tablo 6

Ağaç türüne göre eğilme direnci (N/mm²)

Ağaç	X _{ort}	HG	%95 Güven sınırı	
			Alt	Alt
Kestane	85,5	A	82,4	82,4
Ladin	65,7	C	61,6	61,6
Sarıçam	73,3	B	70,2	70,2

Std. Error: 1,569, X_{ort}: Ortalama değer, HG: Homojenlik grupları

Eğilme direnci ağaç türüne göre en yüksek Kestane ve en düşük Ladinde bulunmuştur.

Tablo 7

Emprenye uygulamasına göre eğilme direnci

Emprenye	X _{ort}	HG	%95 Güven sınırı	
			Alt	Alt
h-BN	67,4	C	64,9	70
Kontrol	81,6	A	79,1	84,1

Std. Error: 1,281, X_{ort}: Ortalama değer, HG: Homojenlik grupları

Emprenye uygulamasına göre eğilme direnci en düşük h-BN uygulamasında (67,4 N/mm²) bulunmuştur.

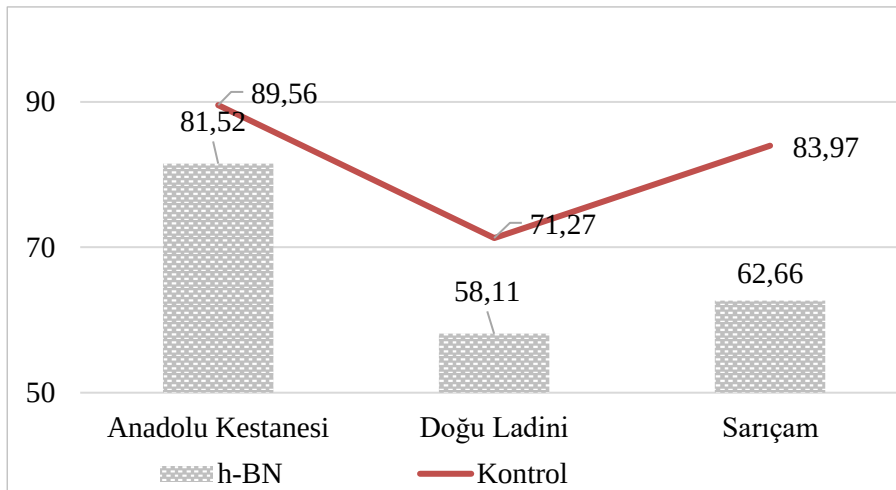
Tablo 8

Ağaç Türü- Emprenye Uygulaması etkileşimi eğilme direnci

Faktör	Eğilme Direnci (N/mm ²)				
	Emprenye Uygulaması	X _{ort}	HG	Sd	N
Kestane	h-BN	81,5	A	7,2	15
	Kontrol	89,6	A	15,08	15
Ladin	h-BN	58,1	C	5,02	15
	Kontrol	71,3	B	5,46	15
Sarıçam	h-BN	62,6	C	9,45	15
	Kontrol	84	A	4,43	15

Std. Error: 2,219, Sd: Stand. D., HG: Homojenlik grup N: Ölçüm sayısı

Ağaç türü- Emprenye uygulaması etkileşiminde en düşük eğilme direnci Ladin +h-BN'de (58,1 N/mm²), en yüksek Kestane kontrol örneklerde (89,6 N/mm²) bulunmuştur. Benzer çalışmalar da nano partiküller ve h-BN emdirme ile eğilme direnci değerlerinde azalmalar görülmüştür (Simsek vd., 2013; Ayrılmis vd., 2014; Aydemir vd., 2016). Nano partiküllerin belirli bir homojenlikte dağılamaması mekanik özelliklerde düşüşe sebep olabilir (Ashori, 2012; Askerden vd., 2023).



Şekil 6. Ağaç türü - Emprenye Uygulaması etkileşimi eğilme direnci (N/mm²)

3.3. Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülüne faktörlerin etkisi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

Elastikiyet modülü varyans analizi

Faktör	Karelerin Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Ağaç (A)	21455175,556	2	10727587,778	5,922	,004*
Emprenye (B)	6405334,444	1	6405334,444	3,536	,064
A + B	22168708,889	2	11084354,444	6,119	,003*
Hata	152165013,333	84	1811488,254		
Toplam	202194232,222	89			

df: Serbestlik derecesi, *: P değeri $\leq 0,05$ de anlamlı

Ağaç türünün tekli ve ikili etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Ağaç türü ve emprenye türüne göre ortalama değerler Tablo 10 ve 11’de yer almaktadır.

Tablo 10

Ağaç türüne göre elastikiyet modülü (MPa)

Ağaç	X_{ort}	HG	%95 Güven sınırı	
			Alt	Alt
Kestane	9735,3	A	9246,7	10224
Ladin	8598	B	8109,3	9086,7
Sarıçam	9487	AB	8998,3	9975,7

Std. Error: 245,729, X_{ort} : Ortalama değer, HG: Homojenlik grupları

Elastikiyet modülü değeri ağaç türlerine göre en düşük Ladinde ve en yüksek Kestanede bulunmuştur. Basınç odunu (yumuşak ağaçlar) içeriğinin yüksek olması Sarıçam ve Ladin’in MOE değerlerini de düşürmektedir (Thelandersson ve Larsen 2003).

Tablo 11

Emprenye uygulamasına göre eğilmede elastikiyet modülü (MPa)

Emprenye	X_{ort}	HG	%95 Güven sınırı	
			Alt	Alt
h-BN	9006,7	AB	8607,7	9405,7
Kontrol	9540,2	A	9141,2	9939,2

Std. Error: 200,637, X_{ort} : Ortalama değer, HG: Homojenlik grupları

Elastikiyet modülü değeri emprenye türüne göre en yüksek kontrol değerlerinde elde edilmiştir. Emprenye + ağaç ikili etkileşimine göre elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklar Tablo 12’de buna ait grafikte Şekil 7’de verilmektedir.

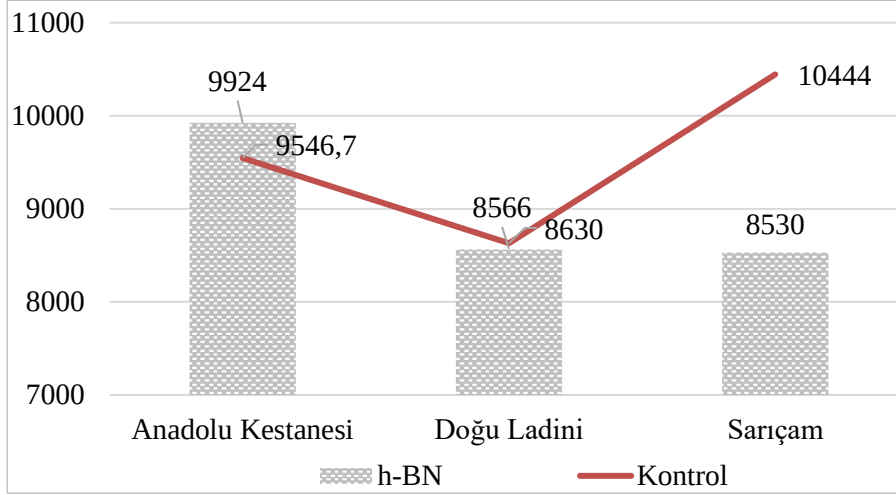
Tablo 12

Ağaç Türü - Emprenye Uygulaması etkileşimi elastikiyet modülü değerleri (MPa)

Faktör	Elastikiyet Modülü (MPa)				
Ağaç	İşlem	X_{ort}	HG	Sd	N
Kestane	h-BN	9924	A	1214,26	15
	Kontrol	9546,7	AB	1397,83	15
Ladin	h-BN	8566	B	746,12	15
	Kontrol	8630	B	1313,94	15
Sarıçam	h-BN	8530	B	1814,38	15
	Kontrol	10444	A	1365,82	15

Std. Error: 347,514, Sd: Stand. D., HG: Homojenlik grup N: Ölçüm sayısı

Ağaç türü - Emprenye Uygulaması etkileşiminde en düşük elastikiyet modülü değeri Sarıçam +h-BN’de (8530 MPa), en yüksek Sarıçam kontrol örneklerinde (10444 MPa) bulunmuştur. Nano boyuttaki Bor Nitrür benzer çalışmalara paralel şekilde elastikiyet modülü değerlerini kestane odunu haricinde düşürmüştür (Karaman vd., 2019).



Şekil 7. Ağaç Türü- Emprenye Uygulaması etkileşimine göre elastikiyet modülü

Elastikiyet modülü en düşük Sarıçam + h-BN’de, en yüksek Sarıçam+kontrol örneklerinde bulunmuştur. Aydemir vd., (2016) çalışmasında hegzagonal bor nitrür’ün üç ağaç türünün elastikiyet değerlerine etkisini incelemiştir. Sadece sarıçam+kontrol ve iroko+ısıt işlem’de değerlerini yükseltirken diğerlerinde tam tersi sonuçlar elde edilmiştir. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri elastikiyet ve eğilme direnci üzerinde etkilidir. Düşük yoğunluktaki ağaçlarda (özellikle iğne yapraklı-yumuşak ağaç türleri) elastikiyet değerleri de düşüktür (Kretschmann 2010). Kullanılan h-BN’de elastikiyet değerlerini etkilemiştir. Kestane odununa h-BN nüfus oranının düşük olması ve bu ağaç türünün yüksek miktarda tanen ihtiva etmesi farklılaşmanın sebebi olarak düşünülebilir (Kollmann ve Cote, 1968; Malkoçoğlu, 1994; Bozkurt ve Erdin, 1995; Bektaş vd., 2002; Pizzi, 2008; Gündüz vd., 2011; Bal ve Bektaş, 2018).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada nano boyutlu Hegzagonal Bor Nitrür’ün ahşabın, yapısal bileşenler, yük taşıyıcı elemanlar veya inşaatta özel döşemeler gibi gelişmiş sertlik ve boyutsal stabilitenin gerekli olduğu uygulamalarda nasıl etkileyeceği araştırılmıştır. Sarıçam, Doğu ladini ve Anadolu kestanesi odunları uygun standartlara göre boyutlandırılmış ve ardından %1,5 konsantrasyonda nano h-BN ile emprenye edilmiştir. Daha sonra retensiyon değerleri, yoğunluk, elastikiyet modülü ve eğilme direnci incelenmiştir. Ahşap malzemelerin nano h-BN ile emprenye edilmesi, yoğunluğun artmasına ve eğilme mukavemeti ve elastikiyet modülü gibi mekanik özelliklerde değişikliklere neden olmuştur. Eğilme mukavemetinde gözlenen azalma nedeniyle, h-BN ile işlenmiş ahşap, mobilya yapımı veya dış mekan zemin kaplaması gibi yüksek esneklik veya darbe direnci gerektiren uygulamalar için uygun olmayabilir.

Diğer ağaç türlerinin aksine Anadolu kestanesinin h-BN emdirildikten sonra daha yüksek bir elastikiyet modülüne sahip olması mekanik performans açısından araştırılması gereken bir potansiyel sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, yoğunluk, eğilme mukavemeti ve elastikiyet arasındaki dengeyi optimize etmek için farklı h-BN emprenye konsantrasyonlarını araştırmalıdır. Bu malzemelerin değişen çevresel koşullara uzun süre maruz kaldıklarında nasıl davrandıklarını anlamak, dış mekan uygulamalarında yaşayabilirliklerini değerlendirmek için çok önemli olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Mehmet İRKİLATA tarafından 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Dr. Öğr. Üyesi Şekip Şadiye YAŞAR'ın danışmanlığında hazırlanan yüksek lisans tezinin bir kısmından oluşturulmuştur.

Yazar Katkıları

Şekip Şadiye Yaşar: Analizi planlamış ve tasarlamıştır.

Mehmet İrkılata: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Mehmet Yaşar: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Selim Şen: Çalışmanın deney örneklerinin emprenye işleminde katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Adanur, H., Fidan, M.S. and Yasar, S.S. (2017). The technological properties of oriental beech (*Fagus orientalis* L.) impregnated with boron compounds and natural materials, *BioResources*, 12(1), 1647–1661.
- Akhtari, M. and Arefkhani, M. (2013). Study of Microscopy Properties of Wood Impregnated with Nanoparticles during Exposed to White-Rot Fungus, *Agriculture Science Developments*, 2(11), 116-119,
- Archer, K. and Lebow, S. (2006). *Wood preservation*, Wood Process. Princ. Pract., pp: 297-338.
- Ashori, A. (2013). Effects of nanoparticles on the mechanical properties of rice straw/polypropylene composites. *Journal of Composite Materials*, 47(2), 149-154. <https://doi.org/10.1177/0021998312437234>
- Askerden, M. K., Akdemir, A., Karabörk, F. and Yazman, Ş. (2023). Nano Çinko Oksit Partikül Katılan Epoksi Kaplamaların Mekanik ve Antikorozyon Özelliklerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 28(1), 11-24. <https://doi.org/10.17482/uumfd.1204841>
- ASTM-D 1413-07. (2007). Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, *ASTM*, USA, 1-9.
- Aydemir, D., Civi, B., Alsan M., Can., A., Sivrikaya, H., Gunduz, G. and Wang., A. (2016). Mechanical, Morphological and Thermal Properties of Nano-Boron Nitride Treated Wood Materials, *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 18(1), 19-32. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000003>
- Ayrılmis, N., Dundar, T., Kaymakci, A., Ozdemir, F., and Kwon, J. H. (2014). Mechanical and Thermal Properties of Wood-Plastic Composites Reinforced With Hexagonal Boron Nitride. *Polymer composites*, 35(1), 194-200. <https://doi.org/10.1002/pc.22650>
- Bal, B.C. ve Bektaş, İ. (2018). Kayın ve kavak odunlarında fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 1-10.
- Bektaş, İ., Güler, C. and Baştürk, M.A. (2002). Principal mechanical properties of eastern beech wood (*Fagus orientalis* L.) naturally grown in Andırın northeastern mediterranean region of Turkey, *Turk J Agric For*, 26, 147–154.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1990). Ticarete kullanılan ağaçlarda fiziksel ve mekanik özellikler, *İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 40, 1. s. 6-24.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1995). Yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(2), 11-34.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (2000). *Odun anatomisi*, İ.Ü. Orman Fak., Dilek Matbaası, İstanbul, 466:360.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., (1993). *Emprenye tekniği*, İ.Ü.Orman Fak. Yayınları, İstanbul, 3779 (425) :125, 135.
- Evans, P.D., Michell, A.J. and Schmalzl, K. (1992). Studies of the degradation and protection of wood surfaces, *Wood Sci. Technol.*, 26: 151-163.

- Gan, W., Chen, C., Wang, Z., Pei, Y., Ping, W., Xiao, S., Dai, J., Yao, Y., He, S., Zhao, B., Das, S., Yang, B., Sunderland, P. B. and Hu, L. (2020). Fire-Resistant Structural Material Enabled by an Anisotropic Thermally Conductive Hexagonal Boron Nitride Coating. *Adv. Funct. Mater.* 30, 1909196, 1–9. <https://doi.org/10.1002/adfm.201909196>
- Gümüş H., Aydemir D., Altuntas E., Kurt R. ve Imren E. (2020). Selüloz nanofibriller ve nano ölçekli titanyum dioksit takviyeli biyopolimer nanokompozitler: Çok kriterli karar verme yöntemleri ile en iyi nanokompozitlerin seçilmesi. *Kompozit Malzemeler Dergisi* 54(7): 923-935. <https://doi.org/10.1177/0021998319870842>
- Gündüz, G., Aydemir, D. and Akgün, K. (2011). The effects of tannin and thermal treatment on physical and mechanical properties of laminated chestnut wood composites. *BioResources*, 6(2), 1543-1555. <http://doi.org/10.15376/biores.6.2.1543-1555>
- Hon, D.N.S. and Shiraishi, N. (2001). Weathering and photochemistry of wood, *In: wood and cellulosic chemistry*, ISBN-8247-0024-4, 514-914.
- ISO 13061–1. (2021). Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 13061–3. (2021). Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 3: Determination of ultimate strength in static bending, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 13061–4. (2021). Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karaman, A., Yıldırım, M.N. and Yaşar ř.ř. (2019). Determination of Modulus of Elasticity and Bending Strength of Wood Material Impregnated with Nanoparticle Silicon Dioxide (SiO₂), *Turkish Journal of Forestry*, 20(1), 50–56. <https://doi.org/10.18182/tjf.462611>.
- Kartal, S.N., Green, F. and Clausen, C.A. (2009). Do the unique properties of nanometals affect leachability or efficacy against fungi and termites?, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(4), 490–495. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2009.01.007>
- Kollmann, F. and Cote, W.A. (1968). Principles of wood science and technology, *Springer Verlag*.
- Kretschmann, D.E. (2010). *Mechanical properties of wood: Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Chapter 5, Forest Products Laboratory - General Technical Report: Erişim adresi: [https://doi.org/General Technical Report FPL-GTR-190](https://doi.org/General%20Technical%20Report%20FPL-GTR-190)
- Kurtoğlu, A. (1984). Ağaç malzemenin kimyasal olmayan yolla korunması olanakları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul, Seri B, 4(34): 27-29.
- Kurtoğlu, A. (2000). Ağaç malzeme yüzey işlemleri, Genel Bilgiler, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., *Çantay Matbaacılık*, 1:1.
- Malkoçoğlu, A. (1994). *Doğu kayını (Fagus orientalis L.) odununun teknolojik özellikleri* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Moon, R.J., Schueneman, G. T. and Simonsen, J. (2016). Overview of Cellulose Nanomaterials, Their Capabilities and Applications. *Jom*, 68(9), 2383–2394. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1007/s11837-016-2018-7>
- Örs, Y. ve Keskin, H. (2001). Ağaç Malzeme Bilgisi, *Atlas Yayın Dağıtım*, Baskı. ISBN:975-6574-01-1, İstanbul, 33-34.
- Örs, Y., Atar, M. ve Peker H. (1999). Çeşitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin sarıçam ve kestane odununun yanma özelliklerine etkileri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 2, 541-549.
- Perçin, O. and Atar, M. (2018). Combustion properties of impregnated and heat-treated wood material, *Journal of Polytechnic*, 0900(4), 839–845. Erişim adresi: <https://doi.org/10.2339/politeknik.453808>
- Pizzi, A. (2008). *Tannins: major sources, properties and applications*. in Monomers, polymers and composites from renewable resources (pp. 179-199). *Elsevier*.
- Sandberg, D., Kutnar, A. and Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies – A review, *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6): 895-908.
- Simsek, H., Baysal, E., Yilmaz, M. and Culha, F. (2013). Some Mechanical Properties of Wood Impregnated with Environmentally-Friendly Boron and Copper Based Chemicals. *Wood Research* 58(3), 495–504.
- SPSS 22.0 (2013). İstatistik Programı, Sun Microsystems, Inc., Network Circle, Santa Clara, CA, USA.
- şen, S. (2001). *Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkinliklerinin Belirlenmesi* (Doktora tezi). Zonguldak Bülent

- Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, s300.
- Taghiyari, H.R., Rassam, G., Sani, Y.L. and Karimi, A. (2012). Effects of nano-silver impregnation on some mechanical properties of ice-blasted wood specimens, *Journal of Tropical Forest Science*, 24(1), 83–88.
- Thelandersson, S. and Larsen, H.J. (2003). *Timber Engineering*; Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA, 496p, ISBN 978-0-470-84469-4
- URL-1 (2017). US EPA, Overview of Wood Preservative Chemicals. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/overviewwoodpreservative-chemicals>.
- Usta, İ. (1993). *Türkiye ağaç malzeme empenye endüstrisinin bugünkü durumu ve geliştirilmesine ilişkin öneriler* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Ankara, 139 s.
- Yaşar, M. (2014). *Doğal ve yapay koruyucu maddeler ile muamele edilmiş ahşap malzemenin bazı özelliklerine açık hava şartlarının etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, M. and Altunok, M. (2019). Some physical and mechanical properties of impregnated chestnut wood with natural and chemical agent exposed to outdoor conditions. *Journal of Polytechnic*, 22(2), 399-406. doi:10.2339/politeknik.404006.
- Yaşar, M., Yaşar, Ş.Ş., Fidan, M.S., Ertaş, M. ve Altunok, M. (2017). Doğal ve kimyasal empenye maddeleri ile empenye edilen sedir (*Cedrus Libani* A.Rich.) odununun direnç özelliklerinin tespiti. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 463–470. Erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/duzceitbd/issue/33124/363871>

Mutfaklarda Kullanılan Mobilyaların Kullanıcı Memnuniyeti Üzerine Bir Araştırma

Muhammet Çil¹*, Tarık Gedik²

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 15.10.2024

Kabul: 25.11.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Yapay çevrenin bir parçası olan konut, insanoğlunun temel ihtiyaçlarını karşılaması amacıyla birçok çalışmaya konu olmuştur. Konut içerisinde yer alan mutfak da bu çalışmalar içerisinde en çok araştırılan ve değişiklik yapılan bir mekândır. Yapılan bu çalışmayla, ev hanımlarının mutfaklarının ergonomik açıdan değerlendirilmesi ve mutfaklarıyla ilgili memnuniyet düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, İstanbul ili Beşiktaş ilçesi Dikilitaş semtinde ikamet eden ve Halk Eğitim Merkezinde çeşitli kurslara katılan 60 kadın katılımcıya ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, katılımcılarca kullanılan mutfakların %62'sinin 10 m² ve daha büyük alana sahip olduğu ve katılımcılar mutfaklarının alansal yeterliliğinden %54,5 oranında memnun olduklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların en fazla I (düz) tipi mutfaka sahip oldukları ve bu mutfaklarda da %60 oranında modern mutfak tarzını benimsedikleri belirlenmiştir. Katılımcıların %61,4'ü günde ortalama olarak üç saatten fazla mutfakta zaman geçirdiklerini belirtmişlerdir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda iyi bir mutfak tasarımı için gerekli olan faktörler beş ana başlıkta ortaya çıkarılmıştır. Bunlar; mutfak tezgâhının kullanışlılığı, antropometrik uyum, estetiklik, mutfak dolabının kullanışlılığı ve ekonomiktir. Katılımcılar mutfak dolaplarını yüksek düzeyde kullanışlı bulsalar da estetik açıdan mutfak dolaplarını beğenmemektedirler. Katılımcıların mutfak tezgâhının yüksekliğinden yüksek oranda memnun oldukları tespit edilmiştir. Mutfak tasarımının kullanıcılara ergonomik açıdan uygun olmasının önemi göz ardı edilemeyecek bir konudur. Bu yüzden bu konu ile ilgili yapılan tüm araştırmalar doğrultusunda ortaya konulan öneriler göz önünde tutularak mutfak tasarımları geliştirilmeli ve değişimlerin takip edilmesini sağlayacak güncel çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler – Antropometrik uyum, kullanıcı memnuniyeti, Mutfak ergonomisi, mutfak tasarımı, mutfak mobilyası

A Research on User Satisfaction of Furniture Used in Kitchens

¹ Duzce University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Duzce, Türkiye

Article History

Received: 15.10.2024

Accepted: 25.11.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – Housing, which is a part of an artificial environment, has been the subject of many studies to meet the basic needs of human beings. The kitchen, which is located in a dwelling, is the most researched and modified place among these studies. This study aimed to ergonomically evaluate housewives' kitchens and determine their satisfaction levels with their kitchens. For this purpose, 60 female participants residing in the Dikilitaş district of Beşiktaş district of Istanbul province and attending various courses at the Public Education Centre were reached. According to the results obtained, 62% of the kitchens used by the participants had an area of 10 m² or more, and 54,5% of the participants stated that they were satisfied with the spatial adequacy of their kitchens. It was determined that the participants mostly had I (flat) kitchens, and in these kitchens, 60% of the participants adopted the modern kitchen style. On average, 61,4% of the participants stated that they spent more than three hours a day in the kitchen. As a result of the statistical evaluations, the factors necessary for a good kitchen design were revealed under five main headings. These include the usefulness of the kitchen countertop, anthropometric harmony, aesthetics, kitchen cabinet, and economy. Although the participants found the kitchen cabinets highly useful, they did not like kitchen cabinets in terms of aesthetics. The participants were highly satisfied with the height of the kitchen counter. The importance of kitchen design that is ergonomically suitable for users is an issue that cannot be ignored. For this reason, kitchen designs should be developed by considering the suggestions put forward in line with all the research on this subject, and current studies should be carried out to ensure that changes are followed.

Keywords – Anthropometric harmony, user satisfaction, Kitchen ergonomics, kitchen design, kitchen furniture

¹  muhammetcil@duzce.edu.tr

²  tarikgedik@duzce.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

İnsanoğlunun yaşamını idame ettirebilmesi için barınma ve beslenme gibi zaruri ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu ihtiyaçların giderilmesine yönelik ortaya çıkan mekânlarda işlevlerine göre bölümlere ayrılmıştır. İşlevlerine göre bölümlere ayrılmış mekânlardan birisi de mutfaktır (Ateş, 2018).

Mutfak; kendi içinde farklı disiplinleri barındıran, konutta en önemli yaşam alanlarından biri olan ve özellikle ev hanımlarının yoğun olarak zaman harcadığı mekânların başında gelmektedir. Aynı zamanda mutfak, yemek hazırlamak ve hazırlanan yemeği yemenin dışında çocukların ders çalışması ve oyun oynaması, oturma-dinlenme, radyo dinleme ve televizyon seyretme gibi farklı kullanım amaçlarına sahip olan bir iç mekândır (Ateş, 2018; Baytin, 1980).

Mutfak diğer mekânlara kıyasla daha fazla eylem içerdiğinden ötürü daha çok vakit geçirilen mekân olma özelliğine sahiptir. Bu yüzden mutfağın konumu ve mutfak tasarımı önemlidir. Konut içerisinde bir mutfak tasarlarlarken sağlıklı sonuçlar elde etmek için tasarım aşamasında çok yönlü düşünülmesi önemlidir. Birçok eylemin yapıldığı mutfaklarda doğru yapılmayan tasarımların iş kazasına, zaman kaybına ve performans düşüklüğü gibi sorunların oluşmasına neden olabilmektedir. Bu tür sorunların ortadan kaldırılması için, mutfak tasarımında kullanıcı ihtiyaçlarının tam olarak belirlenmesi gerekmektedir. Mutfağın fiziksel ölçülerinin yanlış uygulanması, kullanıcıda fiziksel sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Aynı zamanda ortamdaki ışığın, rengin ve malzemenin yanlış kullanımı ise fizyolojik ve psikolojik nedenlerle performans düşüklüğüne sebep olmaktadır (Aykul, 2015).

Mutfak mekânında birçok faaliyet birden yürütüldüğünden çok fazla ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ekipmanların belli bir merkeze konumlandırılması ile ekipmanlara daha rahat erişim sağlanarak verim artırılabilir. Mutfakta yer alan temel ekipmanlar; depolama yapmak için dolaplar, çalışma yüzeyi için tezgâhlar ve araç-gereçlerdir. Gerekli fonksiyonel ortamı oluşturmak için bu temel ekipmanların bir arada toplanması gerekmektedir (Bulut, 2021).

Mutfak mekânının boyutu kullanıcının çalıştığı alanda bulunan donatıların yer seçiminde sınırlamalara neden olmaktadır. Bunun en büyük nedenlerinden birisi de kullanıcının kullanım ve alan gereksiniminden kaynaklanmaktadır. Kullanıcıların farklı alan gereksinimlerine bağlı olarak farklı mutfak tipleri mevcuttur (Gelegen, 2009). Bu mutfak tipleri, konut içerisindeki yerleşimine ve biçimine göre iki grupta sınıflandırılmaktadır. Konut içindeki yerleşimlerine göre; açık mutfak, yemek yeme mutfağı ve kapalı mutfak, konum içindeki biçimlerine göre ise; U, G, L, I, ada tipi ve koridor tipi mutfak olarak sınıflandırılmaktadır (Sak, 2014).

Mutfak mekânı içindeki kullanıcı hareketlerinde, tezgâh ve dolapların yüksekliği/derinliği, uzanma mesafesi ve çalışma üçgeni göz önünde bulundurularak eylemlerin en kısa sürede yapılması sağlanmaktadır. Mutfakta verimliliği etkileyen önemli unsurlardan birisi de antropometridir. Mutfağı kullanacak kişinin ölçülerine göre tasarlanan mutfakta konfor ve verimlilik sağlanacaktır. Uygun çalışma ortamı ve doğru ölçüler sağlandığı vakit kullanıcı daha rahat çalışma imkânı bulacaktır (Bulut, 2021; Oğuzoğlu, 2019). Aslında uygun çalışma ortamı için işin gerektirdiği koşulları ve işi yapacak kişinin ihtiyaçlarını karşılayan ortam tanımı yapılabilmektedir. Uygun çalışma ortamlarının düzenlenmesinde ve tasarlanmasında işi yapan kişinin ihtiyaçlarının dikkate alınması kavramı, işi yapan kişi üzerinde minimum zorlanmaya neden olacak ve faaliyeti yapmak için minimum güç gerektirecek koşulları belirtmektedir (Ankrum, 2001; Corlett ve Clark, 2017).

Ergonomi kavramı, mekân içinde eylemlerin daha kolay gerçekleşmesi için büyük öneme sahiptir. Ergonomik çalışma yerlerinin tasarımı için tasarımı yapılan nesnenin özelliğine bağlı olarak birden fazla antropometrik özellik dikkate alınmalıdır. Özellikle ergonomik tasarımlarda fiziksel boyutların tasarımında her çalışanın ilgili nesneyi kullanacağı göz önüne alınarak tasarım yapılması gerekmektedir. Örneğin bir mutfak tezgâhının yüksekliği normal insanlara (%95-99 arasında kalacak oranda) göre tasarlanmalıdır. Ancak bu tezgâh

tasarımında kulpların yerleri tasarlanırken kısa boylu kullanıcıların da ulaşabileceği şekilde tasarımın yapılması da gerekmektedir.

Literatürde konutların ergonomik anlamda bir çalışma ortamı olmadığı belirtilen çalışmalar yer alsa da bu çalışmalarda konutlar için yaşamla ilgili birçok faaliyetin yürütüldüğü alan tanımlaması yapılmaktadır. Konut içerisinde yer alan mutfak ise, konuttaki başlıca çalışma alanlarından biri olarak ele alınan ve yoğun olarak kullanılan bir mekân olarak tanımlanmaktadır (Kirvesoja vd. 2000; Parcells vd. 1999; Pinto vd. 2000).

Yapılan bu çalışmada ev hanımları tarafından yoğun bir şekilde kullanılan mutfakları, hem tasarımları hem de mutfakta kullanılan mobilyaların ergonomiklik ve memnuniyet açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu temel amaca bağlı olarak; katılımcıların mutfak mobilyalarından beklentileri beş ana başlıkta ele alınmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan bu temel başlıklarda mutfak tezgâhının ve mutfak dolaplarının kullanışlılık, dayanıklılık ve kalite gibi özellikleri araştırılmıştır. Mutfaklarda kullanılan mutfak mobilyalarının antropometrik uyumu irdelenmiştir. Mutfak tezgâhlarının ve mobilyalarının estetikliği ile ekonomiklik durumu ortaya çıkarılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Yapılan bu çalışmada ulaşılması gereken minimum örneklem büyüklüğü aşağıdaki formül (Kılbaş ve Cevahir, 2023) yardımıyla hesaplanmış ve 56 olarak bulunmuştur (Uluskan ve Çendik, 2020; Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2014). Çalışma kapsamında araştırma örneklemini İstanbul ili Beşiktaş ilçesi Dikilitaş semtinde ikamet eden ve anket çalışmasına katılmayı kabul eden 60 kadın katılımcı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında İstanbul ilinin özellikle seçilmesinde temel amaç çok fazla nüfusa sahip olmasıdır. İstanbul'da Beşiktaş-Dikilitaş'ın seçilmesinde etkili olan faktör ise, hem kentleşme kültürünün yoğun bir şekilde yaşanıyor olması hem de sosyo-ekonomik açıdan çok farklılık gösterebilecek nüfusun burada yaşıyor olmasıdır.

Çalışma kapsamında örneklem hesaplamasında %90 güven düzeyi ve %10 hata payı dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır (Eşitlik 2.1). Çalışmada p değeri %70, q değeri %30 (%70 kadın kullanıcı, %30 erkek kullanıcı) olarak dikkate alınmıştır. Yapılan hesaplamada p değeri için %70 alınmasında literatürde yer alan ve genel kanı olarak da bilinen “Mutfaktaki faaliyetlerin genelde kadınlar tarafından yapıldığı gerçeği” etkili olmuştur (De Certeau vd. 2009; Geçgin, 2021). Bunun yanında Bulut (2021) tarafından, ilk zamanlardan beri aile içerisinde görev dağılımlarında yemekle ilgili işlerin, faaliyetlerin yönetiminde kadınlara daha fazla yer verildiği belirtilmektedir. Bulut (2021) evlerdeki mutfakların sosyolojik açıdan aile fertlerinin bir araya gelmesini sağlayan ve bu aşamada da kadının ön planda-aktif-toparlayıcı rol üstlendiği yaşam alanları olarak karşımıza çıktığını belirtmektedir. Ayrıca kadının mutfaktaki konforu ve ergonomisi için çalışmalar yapılması gerektiği de Bulut (2021) tarafından dile getirilmiştir.

$$n = \frac{\frac{Za^2}{2} * p * (1-p)}{e^2} \quad (2.1)$$

e: Maksimum hata yüzdesi (Çalışmada %10 olarak kullanılmıştır)

n: Örneklem hacmi

p: Bir durum veya koşulun meydana gelme yüzdesi (Çalışmada %70 olarak kullanılmıştır)

z: Güven seviyesi (%90 güven düzeyi için 1,64 alınmıştır)

2.2. Yöntem

Çalışmada çıkarımsal istatistiksel analiz yapılabilmesi için anket formundan yararlanılmıştır. Değerlendirme aşamasında kullanılacak anket formu hazırlanırken konu ile ilgili daha önce yapılmış benzer çalışmalardan yararlanılmıştır (Yıldırım, 1999; Yeşilkavak, 2007; Gelegen, 2009; Küçük, 2009; Pınarcı, 2009; Yıldırım, 2010). Çalışma kapsamında kullanılan anket formu 4 bölümden, 43 farklı soru ve toplam 71 yargıdan oluşturulmuştur. Çalışma esnasında kullanılan anket formunun birinci bölümünde katılımcıların bazı demografik özellikleri sorgulanmıştır. Anket formunun ikinci bölümünde katılımcıların kullandıkları mutfaklarının bazı temel özellikleri ele alınmıştır. Anketin üçüncü bölümünde ise katılımcı bireylerin kullandıkları mutfakları ile ilgili bazı görüşleri (Mutfakta kullanılan mobilya elemanlarından memnuniyet, mutfakta kullanılan araç gereçler gibi) incelenmiştir. Anketin dördüncü ve son aşamasında da katılımcılar tarafından kullanılan mutfaklarda; tezgâh-mutfak dolaplarının kullanışlılığı, mutfakta yer alan materyallerin antropometrik uyumu, estetiklik, ekonomiklik gibi bazı temel ölçülerden ne derece memnun oldukları analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan anket formunda hem açık uçlu hem de likert tarzı sorulardan yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılmak amacıyla geliştirilen anket formu, günlerinin büyük bir kısmını mutfakta geçiren ev hanımlarına uygulanmıştır. Çalışma kapsamında katılımcılar tarafından kullanılan mutfaklarda kullanıcı memnuniyeti ölçülmeye çalışılmış ve buna bağlı olarak kullanıcıların mutfak hakkında düşüncelerini belirlemek amacıyla deneysel bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada anket uygulaması sonrasında elde edilen veriler SPSS sürüm 22.0 paket programında değerlendirilmek üzere kodlanarak, bir veri seti oluşturulmuştur (SPSS, 2003). Oluşturulan bu veri seti yardımıyla istatistiksel değerlendirmeler yapıp elde edilen bulgular üzerinden sonuç ve önerilerde bulunulmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan veri setine öncelikle tanımlayıcı istatistikler uygulanarak demografik özellikler ve diğer ölçütler değerlendirilmiştir.

Tüketicilerin mutfaklarına ilişkin memnuniyet durumlarının değerlendirilmesinde ise açıklayıcı faktör analizden (AFA) yararlanılmıştır. Verilerin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri de çalışma kapsamında analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan ölçeğin güvenilirlik düzeyi Cronbach's α katsayısına bakılarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ölçeğin tüm veriler için genel güvenilirlik değeri (Cronbach's α katsayısı) 0,939 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan alt ölçeklerin güvenilirlik sonuçlarının ise 0,684 ile 0,934 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1

Kullanılan anketin güvenilirlik ve geçerlilik analizi sonuçları

Çalışma Türü	Güvenilirlik Sonucu	Geçerlilik Sonucu	
	Cronbach's α	KMO Değeri	Barlett Değeri
Estetik (6 yargı)	0,757		
Kullanışlılık (11 yargı)	0,934		
Ekonomi (5 yargı)	0,684	0,621	1166,649
Antropometrik uyum (9 yargı)	0,906		
Tüm anket (31 yargı)	0,939		

KMO= Kaiser-Mayer-Olkin

Kullanılan ölçeklerin geçerliliği için yapılan analizler sonucunda KMO değerinin 0,621 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, kullanılan ölçeğin yüksek derecede güvenilirliğe sahip olduğu ve geçerlilik açısından herhangi bir sorun oluşturmadığı tespit edilmiştir (Kalaycı, 2010; Özdamar, 2010).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Demografik Değerlendirmeler

Çalışma kapsamında ulaşılan verilere ait katılımcıların bazı demografik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Katılımcılara ait demografik bilgiler

Demografik Değişkenler	Frekans	Yüzde (%)
Katılımcının yaşı (yıl)		
<30	6	10,0
30 - 40	10	16,7
41 - 50	17	28,3
51 - 60	22	36,7
>60	5	8,3
Toplam	60	100
Katılımcının mesleği		
Ev hanımı	41	69,5
Memur	8	13,6
Diğer	10	16,9
Toplam	59	100
Katılımcının eğitim durumu		
İlkokul	18	30,0
Ortaokul	9	15,0
Lise	19	31,7
Üniversite	14	23,3
Toplam	60	100
Aile birey sayısı		
1	2	3,3
2	10	16,7
3	14	23,3
4	27	45,0
5	7	11,7
Toplam	60	100

Katılımcıların ağırlıklı olarak 51-60 (%36,7) yaş aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca katılımcıların yaş ortalaması 46,7 olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların meslekleri incelendiğinde %69,5'inin ev hanımı, %13,6'sının memur ve %16,9'unun da diğer seçeneğini işaretlediği belirlenmiştir. Diğer seçeneğini işaretleyen katılımcıların özel sektörde ve evde el işi yaptıklarını belirttikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların eğitim durumlarının ilköğretim düzeyinden (%30), üniversite (%23,3) düzeyine kadar değiştiği tespit edilmiştir. Katılımcıların aile birey sayılarına bakıldığında, ağırlıklı olarak (%45) dört kişilik çekirdek aileden oluştukları tespit edilmiştir.

3.2. Konut-Mutfak İle İlgili Değerlendirmeler

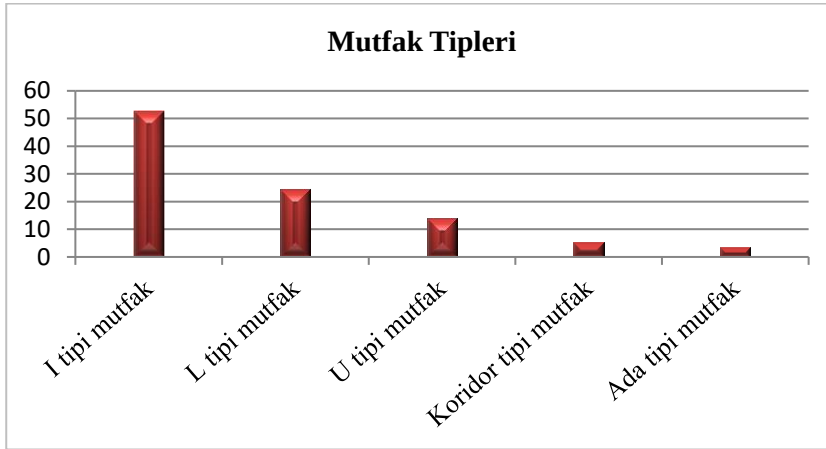
Katılımcıların, geneli (%78,3) konutlarının kendilerine ait olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %67,8'i 10 yıldan fazla süredir aynı konutta ikamet ettiklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların %56,7'si evlerinin 3+1 formatında, %40'ı 2+1 formatında ve %3,3'ü ise evlerinin 4+1 formatında olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma kapsamında katılımcıların mutfaklarının büyüklüğü sorgulandığında; %38,3'ü 10 m²'den küçük, %48,3'ü 10-20 m² arası, %13,3'ü ise 20 m²'den büyük mutfak alanına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların %54,5'i mutfak büyüklüğünün alansal anlamda yeterli olduğunu belirtirken, %45,5'i ise mutfak büyüklüğünün alansal olarak yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bulut (2021) tarafından yapılan çalışmada mutfak kullanan kadınların mutfakların fiziksel yeterliliğine "iyi" derecede katıldıkları belirlense de mutfakların tasarlanırken daha büyük alanlarda tasarlanması gerektiği ileri sürülmüştür.

Katılımcıların evlerinde mutfak ile bağlantılı olarak %43,3 oranında balkon bulunmaktadır. Bu balkonların %38,3 oranında kullanılma amacı ise; oturma, dinlenme ve depolama yapmak için olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların mutfak tasarımlarının, mobilya ustaları (%43,3), kendileri (%27,3) ve tasarımcılar (%12,7) tarafından yapıldığı belirlenmiştir. Yıldırım ve Hacıbaloğlu (2000) tarafından yapılan konut mutfakları ile ilgili ergonomik bir çalışmada, katılımcıların çoğu balkona bağlı mutfaklarını oturmak ve dinlenmek için kullandıklarını belirtmişlerdir. Sak (2014) tarafından ergonomi ve modüler mutfak tasarımı üzerine yapılan bir çalışmada toplu konut şeklinde yapılan binaların mutfaklarının kullanıcıların isteklerini dikkate almadan tasarlayıp

yaptığı ve bunun sonucunda da ortaya çıkarılan mutfak kullanımının ihtiyaçlarını tam olarak karşılamadığı sonucuna varılmıştır.

Katılımcıların evlerinde mutfak tiplerinin analizi sonucunda elde edilen bulgular Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Katılımcıların evlerinin mutfak tipleri

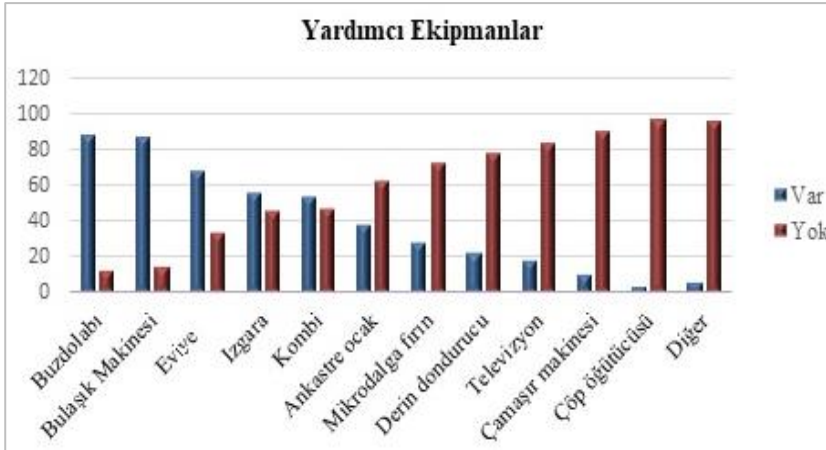
Katılımcıların evlerinde beş farklı tipte mutfak tasarımına rastlanmıştır. Bu mutfak tipleri içinde I tipi mutfak (%52,6), L tipi mutfak (%24,6), U tipi mutfak (%14), koridor tipi mutfak (%5,3) ve ada tipi mutfak (%3,5) yer almaktadır (Şekil 1). Yıldırım (1999) tarafından yapılan çalışmada ulaşılan katılımcıların kullandıkları mutfak tiplerinin %80 oranında I tipine, %18 oranında L tipine ve %2 oranında da koridor tipi mutfakla sahip oldukları belirlenmiştir.

3.3. Mutfak-Kullanıcı İlişkileri ile İlgili Değerlendirmeler

Çalışmanın bu bölümü katılımcı bayanların mutfaklarının ne kadar donanımlı olduğu ve mutfaklarının esas kullanım amaçlarının neler olduğunun saptanması için tasarlanmıştır. Katılımcıların ne tarz mutfak kullandıkları sorgulandığında, %59,3 oranında modern mutfak tarzını benimsedikleri, %32,2 oranında ise geleneksel mutfak tarzını benimsedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcıların %61,4’ünün mutfakta günde 3 saatten fazla vakit geçirdikleri tespit edilmiştir. Bulut (2021) tarafından İstanbul ilinde mutfak kullanımında kullanıcı memnuniyeti konusunda yapılan bir çalışmada katılımcı kadınların yarıdan fazlasının günlerinin en az 1 saatini mutfakta geçirdiği belirlenmiştir. Gelegen (2009) tarafından Ankara’da yapılan çalışma sonucunda bireylerin mutfaklarda hareket kabiliyetlerini arttıracak fonksiyonel donanımlarla mutfakların tasarlanması gerektiği ileri sürülmüştür. Işık ve Çelebi (2023) tarafından yapılan çalışmada, gerek ekonomik koşulların gerekse de mutfak tasarımında kullanılan araç gereçlerin mutfak fiziksel anlamda tasarlanmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada kadınların vazgeçilmez yardımcıları olarak belirtilen ve hayatı kolaylaştırmak için üretilmiş olan elektronik eşyaların tasarımda önemli etki yaptığı ileri sürülmüştür. Görücü (2018) ise, konut büyüklüğü arttıkça konuttaki mutfak alanının da arttığını belirtmiştir.

Katılımcılara göre mutfaklarında yemek pişirmek dışında, yemek yeme işlemi (%60,5), oturma ve dinlenme işlemi (%25,6) ve televizyon seyretme işlemi (%11,7) gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar tarafından mutfaklarında, televizyon seyretme (%48), yemek yeme (%30) ve oturma (%18) gibi faaliyetlerin olmasını istedikleri tespit edilmiştir. Gelegen (2009) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, tüketicilerin mutfaklarıyla ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında 128 katılımcı üzerinde yapılan araştırma sonucuna göre, günümüzde kullanılan mutfakların yemek pişirme işlemi ve mutfak araç gereçlerinin depolandığı bir mekân olmasının yanı sıra, diğer faaliyetlerin de gerçekleştirildiği mekân olduğu belirtilmiştir.

Katılımcıların mutfaklarında yer alan ve kullandıkları yardımcı ekipmanlarla ilgili analiz sonucunda elde edilen bulgular Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Katılımcıların mutfaklarında bulunan yardımcı ekipmanlar

Katılımcıların mutfaklarında, buzdolabı (%87,9), bulaşık makinesi (%86,2), eviye (%67,2), ızgara (%55,2), kombi (%53,4) ankastre ocak (%37,9), mikrodalga fırın (%27,6), derin dondurucu (%22,4) ve televizyon (%17,2) vb. yardımcı ekipmanların bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Ustalar uyan (2018) tarafından yapılan çalışmada, günümüz konut tasarımında mutfak mekânının değişim ve dönüşümü incelenmiş ve benzer bulgular tespit edilmiştir. Katılımcılara göre mutfaklarında donatı elemanlarından dolayı yaşadıkları eksiklikler analiz edildiğinde; tezgâh altı dolabı (%41,4), kiler dolabı (%39,7), tezgâh (%39,7), asma dolabı (%24,1) ve masa-sandalye (%20,7) gibi temel mutfak donanımlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir.

3.4. Kullanıcıların Mutfak Mobilyası ile İlgili Görüşlerinin Değerlendirilmesi

Katılımcılara göre nasıl bir mutfak mobilyasının arzu edildiğinin analizinin yapıldığı bu bölümde 10 farklı soru/yargıdan yararlanılmıştır.

Tablo 3

Katılımcıların kullandığı mutfak mobilyasına ait değişkenler

Değişkenler	Evet (%)	Hayır (%)
Mutfak dolabında kullanılan malzeme ile ilgili düşünceler		
Kullanışlı	63,8	36,2
Dayanıklı	48,3	51,7
Kaliteli	37,9	62,1
Estetik	31,0	69,0
Değişiklik yapılmayan mutfak dolaplarının sıkıntıları	Evet (%)	Hayır (%)
Yetersiz	28,1	71,9
Rengini beğenmiyorum	24,6	75,4
Malzemesini beğenmiyorum	15,8	84,2
Derinliği az	8,8	91,2
Çok yüksek	7,0	93,0
Derinliği fazla	1,8	98,2

Tablo 3 irdelendiğinde, katılımcılar tarafından kullanılan mutfak dolabı mobilyalarının %63,8'inin kullanışlı, %48,3'ünün dayanıklı, %37,9'unun kaliteli ve %31'inin ise estetik açıdan tatmin edici olduğu sonucuna varılmıştır. Çınar ve Çınar (2023) tarafından stüdyo daire tiplerinde yapılan bir çalışmada mutfak dolaplarının %44 oranında kullanışlı bulunduğu, %15 oranında estetik bulunduğu, %14 oranında sağlam bulunduğu ve %10 oranında da ergonomik olarak tasarlanmış olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında katılımcılar tarafından orijinali değiştirilmeyen mutfak dolaplarının birtakım problemleri olduğu belirtilmiştir. Bu problemlerin yüzdesel oranlarına bakıldığında, katılımcıların %28,1'i mutfak dolaplarının yetersiz olduğunu, %24,6'sı mutfak dolaplarının rengini beğenmediklerini, %15,8'i mutfak dolabının malzemesini beğenmediklerini vb. belirtmişlerdir. Yıldırım vd. (2007) tarafından Toplu Konut İdaresi tarafından yapılan konutlardaki mutfak kullanıcıları

üzerinde yaptıkları bir çalışmada mutfakların kullanım açısından genel olarak yeterli olduğu ancak depolama kapasiteleri bakımından ise yetersiz oldukları belirtilmiştir. Katılımcıların %44,4'ünün kullandıkları mutfak dolaplarını değiştirmede, %40,8'inin mutfak dolaplarını değiştirdiği ve %14,8'inin ise mutfak dolaplarını değiştirmek istediği tespit edilmiştir.

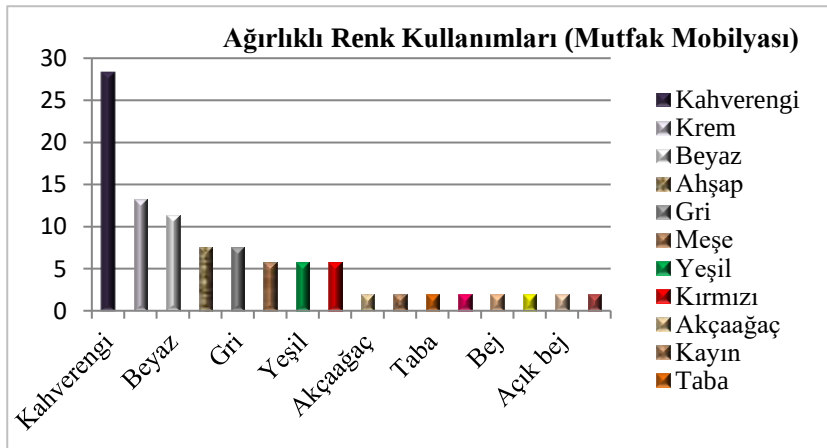
Tablo 4

Katılımcıların mutfağında bulunan malzemelere ait değişkenler

Değişkenler	Frekans	Yüzde (%)
Mutfaktaki tezgâh kaplamasının türü		
Mermer	18	31,0
Laminant	12	20,7
Granit	12	20,7
Mermerit	8	13,8
Seramik	7	12,1
Mozaik	1	1,7
Mutfaktaki yer döşemesinin türü	Frekans	Yüzde (%)
Mermer	17	29,3
Fayans	17	29,3
Seramik	11	19,0
Karo kaplama	8	13,8
Laminant parke	3	5,2
Ahşap parke	1	1,7
Şap	1	1,7

Katılımcı ev hanımlarına göre mutfakta kullandıkları tezgâhların yüzey kaplamalarının türünün en çok mermer (%31) olduğu ve bunu sırasıyla laminant (%20,7) ve granitin (%20,7) takip ettiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra mutfakta kullanılan yer döşemesinin türü irdelendiğinde, katılımcıların çoğunluğu (%58,6) mermer ve fayans yer döşemesini kullandıklarını belirtmişlerdir (Tablo 4). Bulut (2021) tarafından yapılan çalışmada katılımcılar tarafından kullanılan mutfakların zeminlerinin çoğunlukla seramik olduğu belirtilmiştir. Katılımcıların bu zeminlerden memnuniyet düzeyleri de “memnun” şeklinde tanımlanmıştır.

Katılımcılara göre mutfak mobilyalarının ne tür malzemeden olmasının istendiği sorgulandığında; katılımcıların %40,4'ünün mutfak mobilyalarının lake boyalı, %32,7'sinin ahşap vernikli, %17,3'ünün laminant kaplı ve %9,6'sının ise sunta-pano-mdflam olmasını istedikleri tespit edilmiştir. Oğuzoğlu (2019) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, Türk mutfak kültürü yönünden günümüz toplu konut mutfakları irdelenmiştir. Elde edilen çalışma sonuçlarında kullanıcıların %52'si, mutfak mobilyalarının lake boyalı olmasını istedikleri belirtilmiştir.



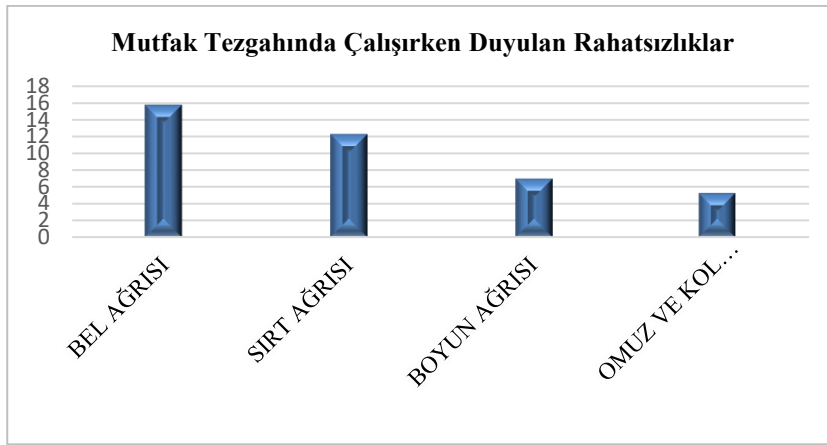
Şekil 3. Katılımcıların mutfak mobilyasında kullandıkları renkler

Katılımcılar tarafından mutfak mobilyasında çok çeşitli renk kullanımlarının olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak katılımcıların, çoğunlukla kahverengi (%28,3), krem (%13,2), beyaz (%11,3), ahşap (%7,5) ve gri

(%7,5) renk tonlarını kullandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3). Ayrıca katılımcıların %72,4'ü mutfak mobilyası renginden memnun olduklarını belirtirken, %27,6'sı ise mutfak mobilyası renginden memnun olmadıklarını ifade etmişlerdir.

3.5. Tüketicilerin Mutfaklarına İlişkin Memnuniyet Durumlarının Değerlendirilmesi

Çalışmada tüketicilerin mutfaklarına ilişkin görüşlerini belirlemek için 37 soru hazırlanmış 31 tanesi likert tarzda oluşturulmuştur. Katılımcıların %84,5'i çalışma tezgâh yüksekliklerinin antropometrik açıdan kendilerine uygun olduğunu, %10,3'ü gereğinden alçak olduğunu ve %5,2'si ise gereğinden yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların %24,1'i mutfak tezgâhında çalışırken rahatsızlık duyduklarını ifade etmişlerdir. Katılımcılar tarafından rahatsızlık duyulan faktörlerin %15,8'inin bel ağrısı, %12,3'ünün sırt ağrısı, %7'sinin boyun ağrısı ve %5,3'ünün ise omuz ve kol ağrısı olduğu belirtilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Katılımcıların mutfak tezgâhından kaynaklı rahatsızlık yaşadığı faktörler

Son bir yıl içerisinde katılımcının veya aile bireylerinden birinin mutfak kazası geçirip geçirmediği sorgulandığında, 60 katılımcıdan 7 kişinin mutfak kazası yaşadığı belirlenmiştir. Yaşanan kazaların dikkatsizlikten ve mobilyaların dayanıksız olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Çalışmada ölçek yapısını oluşturan yargıların hangi alt boyutlarda yer alacağı literatüre göre başlangıç aşamasında tespit edilmiştir. Ancak bu yargıların katılımcılar tarafından hangi alt boyutta algılandığının belirlenmesi için AFA uygulanmıştır.

AFA sonucunda 31 yargıdan oluşan likert ölçekten 8 yargı çıkarılarak analiz tamamlanmıştır (Tablo 5). Analizden çıkarılan bu yargılar herhangi bir sanal faktör altında anlamlı sonuç vermeme, faktör güvenilirliğini düşürme ve birden çok sanal faktör altında aynı anda anlamlı sonuç verme sebepleriyle analiz dışı bırakılmışlardır.

Tablo 5

Faktör analizinden çıkarılan yargılar

Yargılar	Ortalama*
Kullanışlılık (Mutfak Tezgâhı)	
Tezgâh yüzeyinin temizliği kolaydır	1,88
Tezgâh yüzeyinin birleşim yerleri kirlenmeye karşı dayanıklıdır	2,06
Antropometrik Uyum	
Asma dolaplarınızın yüksekliği	1,90
Kulpların işlevi	1,98
Tezgâhınızın yüksekliği	2,04
Estetik	
Dolap kapaklarınızın üzerinde süsleme olması önemlidir	3,10
Ekonomi	
Mutfak mobilyası satın alırken sağlam ve uzun ömürlü olması önemlidir	1,43
Mutfak mobilyası satın alırken başkalarının fikir ve önerileri önemlidir	2,19

*Likert ölçek: 1 Çok memnunuz, 2 Memnunuz, 3 Kararsızım, 4 Memnun değilim, 5 Hiç memnun değilim

Analizden çıkarılan bu yargılardan sonra geriye kalan 23 yargı ile beş sanal faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Elde edilen bu yapıya ilişkin AFA sonuçları Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6

Kullanılan ölçeğin AFA sonuçları

Yargılar	Faktör Yüğü	Açıklanan Varyans (%)	Cronbach’s α Katsayısı
Kullanışlılık (Mutfak Tezgâhı)			
Tezgâhımın yüzeyi çizilmelere karşı dayanıklıdır	0,887		
Tezgâhımın yüzeyi ısıya karşı dayanıklıdır	0,857		
Tezgâhımın yüzeyi kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır	0,781	18,445	0,935
Tezgâhımın birleşim noktaları su birikintisine karşı kabarmıyor	0,764		
Tezgâhımın yüzeyi sert ve sivri cisimlere karşı dayanıklıdır	0,764		
Antropometrik Uyum			
Mutfak dolaplarınızın yükseklik ölçüsü	0,817		
Asma dolaplarınızın derinliği	0,746		
Mutfak dolaplarınızın derinlik ölçüsü	0,741	16,261	0,872
Tezgâhınızın uzunluğu	0,735		
Tezgâhınızın derinliği	0,669		
Kulpların yüksekliği	0,552		
Estetik			
Tezgâh rengi psikolojimi rahatlatır	0,887		
Dolap kapaklarının rengi psikolojimi rahatlatır	0,804		
Mutfağın belirli bir stilde ve tarzda olması önemlidir	0,686	16,089	0,853
Mutfağında zaman geçirmeyi seviyorum	0,623		
Mutfağımı çok güzel buluyorum	0,601		
Kullanışlılık (Mutfak Dolabı)			
Dolaplar neme karşı dayanıklıdır	0,829		
Dolap kapaklarımın yüzeyi neme karşı dayanıklıdır	0,829		
Dolap kapaklarımın yüzeyi lekelenmelere karşı dayanıklıdır	0,719	14,308	0,871
Dolap kapaklarımın yüzeyleri kolay temizleniyor	0,686		
Ekonomi			
Markalı mutfak mobilyası uzun ömürlüdür	0,915		
Mutfak mobilyası alırken ilk tercihim tanımlanmış markalardan yaparım	0,899	11,157	0,859
Mutfak mobilyasında yüksek fiyat kaliteyi temsil ediyor	0,757		
Açıklanan toplam varyans			76,260
Genel Cronbach’s α katsayısı			0,934
KMO değeri			0,716
Barlett’s değeri			885,786
df			253
p			0,000

AFA sonucunda ölçeğin genel Cronbach’s α katsayısı 0,934 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen genel Cronbach’s α değeri oldukça yüksek bir güvenilirlik seviyesini işaret etmektedir. Analiz sonucunda ortaya çıkan alt ölçeklerin Cronbach’s α sonuçlarının ise 0,853 ile 0,935 arasında değiştiği belirlenmiştir. Genellikle 0,700 ve üzeri değerler, iyi güvenilirlik anlamına gelmektedir. Ayrıca ölçeğin yapısal geçerliliğini test etmek için kullanılan Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliliği ölçüsü 0,716 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer örneklem yeterliliği için kabul edilebilir bir sonuçtur. 0,700 ve üzeri değerler, faktör analizine uygunluk açısından yeterli kabul edilir. Barlett’s testi istatistiği (885,786) p değeri (0,000) ile birlikte verilmiş. P değerinin 0,05’in altında olması, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ve faktör analizinin uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Analiz sonucunda ölçek beş sanal faktörlü bir yapıda açıklanabilmiştir. Beş sanal faktörlü yapı içerisinde birinci sanal faktör toplam açıklayıcılığın %18,445’ini tek başına açıklayabilirken,

toplam açıklayıcılık %76,260 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu oran (%76,260) tüm faktörlerin varyansın %76'sını açıkladığını göstermektedir. Genellikle %60 ve üzeri açıklanan varyans oranı yeterli olarak kabul edilmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Tüm araştırma sonuçlarının güvenilirlik katsayısı 0,934 olarak hesaplanmıştır. Bu değer sayesinde katılımcıların sorulara doğru ve makul cevaplar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcı ev hanımlarının hepsi bayan olmakla birlikte çoğunluğu lise ve üniversite mezunudur.

Kadın kullanıcıların yarısından fazlasında mutfaklarında düz (I) mutfak tipi olduğu belirlenmiştir. (I) mutfak tipinin tercih edilme sebeplerinden birisi, mutfakta gerekli alanın olmaması olarak söylenebilir. Ayrıca kullanıcılar, mutfaklarının alansal büyüklüğünün yüksek oranda yeterli olduğunu ve mutfaklarının evin en önemli bölümünü oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda mutfak alanı ile kullanışlılık arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır. Büyük alana sahip mutfakların kullanışlılık açısından önem teşkil ettiği belirtilmiştir. Mutfak tasarımı yapılırken kullanışlılık açısından, mutfağın büyüklüğüne ve konumuna uygun tercihler yapmak kritik öneme sahiptir.

Katılımcıların yarısından fazlasında evlerinde mutfak ile bağlantılı olarak balkon bulunmamaktadır. Balkona sahip mutfakların kullanım amacının ise; oturmak, dinlenmek ve depolama yapmak için olduğu belirlenmiştir. Balkonlu mutfağa sahip olunması, doğal aydınlatma ve havalandırma açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Balkonun oturma, dinlenme ya da depolama olarak kullanılacağı göz önünde tutularak, konut planlaması yapılırken balkona sahip mutfakların oluşturulmasında fayda vardır. Zira Gönen vd. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada mutfak kullanıcılarının yaklaşık %92'sinin mutfak aydınlatmalarından memnun olmadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanında çalışmada pencere alanından (yaklaşık %89'u), havalandırmadan (yaklaşık %70'i) ve mutfak alanından (yaklaşık %68'i) da katılımcıların memnun olmadıkları tespit edilmiştir.

Kadın kullanıcıların yarısından fazlasının mutfakta günde 3 saatten fazla vakit geçirdiği görülmektedir. Ayrıca kadın kullanıcıların estetik açıdan mutfaklarında zaman geçirmeyi sevdikleri, mutfaklarını güzel buldukları ve mutfaklarının belli bir stile/tarza sahip olması gerektiği belirlenmiştir. Türkiye'de ev hanımları da çalışan bayanlarda mutfakta fazla vakit geçirmektedirler, bu nedenle mutfaklarında yemek pişirme eylemi dışında oturma-dinlenme ve televizyon seyretme eylemlerini de geçirmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebeple özellikle konut tasarımı yapan tasarımcıların ya da inşaatçıların bu konutları kullanacak olan kişilerin temel ihtiyaçlarını daha iyi belirlemesi ve sadece fiziksel ölçülere bağlı kalmaksızın iç mekân mobilya elemanlarının da kullanıcı isteklerine cevap verecek şekilde tasarlanmasına önem vermesi önerilmektedir.

Katılımcı ev hanımlarının yarısından fazlasının mutfaklarında yemek pişirmek dışında, yemek yeme işlemi gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar mutfaklarında televizyon seyretme, yemek yeme ve oturma gibi faaliyetlerin olmasını istemektedirler. Günümüzde kullanılan mutfakların sadece yemek pişirilen bir mekân olmaktan çıkıp, diğer faaliyetlerin de gerçekleştirildiği mekânlara dönüştüğü görülmektedir.

Kadın kullanıcılarının mutfaklarında; tezgâh altı dolabının, kiler dolabının, tezgâhın, asma dolabının ve masasandalye gibi temel mutfak donanımlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Mutfak mobilyalarının tasarım ve planlaması yapılırken, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde yeterli depolama alanlarının oluşturulması önem taşımaktadır. Çınar ve Çınar (2023) tarafından yapılan çalışmada da tüm konut tipleri için iç mekânlarda kullanılan sabit mobilyaların sadece depolama amaçlı olarak değil gelişen ve değişen ihtiyaçlar içinde daha işlevsel olarak tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.

Katılımcılar tarafından kullanılan mutfak mobilyalarının yüzdesel olarak önem sırasına göre; kullanışlı, dayanıklı, kaliteli ve estetik açıdan tatmin edici olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların %44,4'ünün kullandıkları mutfak dolaplarını değiştirmedikleri ve orijinali değiştirilmeyen mutfak mobilyalarının birtakım problemleri

olduğu belirlenmiştir. Bu problemlerden bazıları; mutfak dolaplarının yetersiz olması, mutfak dolaplarının renginin ve malzemesinin beğenilmemesi olarak söylenebilir.

Katılımcıların mutfak dolaplarının kapak malzemesinin çoğunun lake boyalı olduğu ve ağırlıklı olarak kahverengi-krem renk tonlarını tercih ettikleri belirlenmiştir. Lake boyalı kapaklar, üretimi aşamasında her rengin kolay bir şekilde uygulanabilmesi ve dayanıklı olması açısından mutfak mobilyalarında yaygın olarak tercih edilebilir. Fakat açık tonlu lake boyalı kapaklarda güneş gören kısımlarında sararma yapması olasıdır. Bu yüzden güneş alan mutfaklarda mutfak planlaması yapılırken renk seçimi göz önünde bulundurulmalıdır.

Kadın kullanıcılar, mutfak dolaplarında kullanışlılık açısından memnuniyet duydukları özelliklerin; mutfak dolap ve kapaklarının neme karşı dayanıklı olduğunu ve dolap yüzeylerinin kolay temizlenmesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Kadın kullanıcıların mutfaklarında kullandıkları zemin döşemesinin türü çoğunlukla mermer ve fayans olduğu belirlenmiştir. Mutfak zemini planlaması yapılırken, mutfağın bütününe uyan modelin seçilerek mutfak planlanması yapılmalıdır. Ayrıca seçim yapılırken döşeme malzemesinin kabarma yapmayan, çizilmelere dayanıklı, kolay temizlenen, kayma yapmayan ve ısıya dayanıklı malzeme olması göz önünde bulundurulmalıdır.

Katılımcıların büyük çoğunluğu çalışma tezgâh yüksekliklerinin antropometrik açıdan kendilerine uygun olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların %24,1'i mutfak tezgâhında çalışırken rahatsızlık duyduklarını ifade etmişlerdir. Katılımcılar tarafından rahatsızlık duyulan faktörlerin başında önem sırasına göre bel ağrısı, sırt ağrısı, boyun ağrısı ve omuz ve kol ağrısı geldiği belirlenmiştir.

Kadın kullanıcılar, mutfak tezgâhlarında kullanışlılık açısından memnuniyet duydukları özelliklerin; mutfak tezgâhının birleşim noktalarının uzun süreli su birikintisine karşı kabarmadığını ve mutfak tezgâhlarının çizilmelere karşı dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Kadın kullanıcılar ekonomik açıdan; mutfak mobilyası alırken tanınmış markaları tercih ettiğini ve markalı mutfak mobilyalarının ise uzun süreli kullanım imkânı sağladığını belirtmişlerdir.

Kadın kullanıcılar antropometrik uyum açısından; mutfak dolap ve tezgâhlarının derinlik mesafesinden memnun olduklarını ifade etmişlerdir.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber mutfak sektöründe de hızlı değişimler ve gelişmeler yaşanmaktadır. Kullanıcının talep ve isteklerine göre dayanıklı, kaliteli, konforlu, kullanışlı ve ergonomik mutfaklar sunabilmek önemlidir. Kullanıcıların talep, şikâyet ve önerilerini bilerek yeni bir mutfak tasarımı ve planlaması yapmak başarılı sonuçlar alınması açısından çok önemlidir.

Kadınlar mutfakta uzun süre vakit geçirdiklerinden, zaman açısından en az zaman harcanacak şekilde mutfaklar oluşturabilmek önem taşımaktadır. Mutfak tasarımı yapılırken kullanıcıların memnuniyeti ya da memnuniyetsizliği doğrultusunda planlama yapılmalıdır.

Çalışma sonuçları irdelendiğinde konutların en önemli ve en çok kullanılan alanlarının başında gelen mutfakların tasarımında hem değişen teknolojiye hem de kullanıcı talep ve isteklerine göre tasarlanmasına dikkat edilmesi ve artık mutfağın sadece yemek pişirilen yer olmadığı gerçeğinin tasarımcılarca kabul edilmesi önerilmektedir.

Yazar Katkıları

Muhammet Çil: Literatür araştırmasının yapılması, istatistiksel analizlerin yapılması, makale yazımı ve değerlendirme süreçlerinde yer almıştır.

Tarık Gedik: Çalışmanın planlanması, veri toplama, sonuçların değerlendirilmesi ve makale yazım süreçlerinde yer almıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Ankrum, D.R. (2001). Questioning office ergonomic guidelines. in applied ergonomics (pp. 239-243). CRC Press.
- Ateş, O. (2018). *Bireylerin demografik özelliklerine göre mutfak tasarım tercihlerine yönelik bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). T.C. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Aycul, E. (2015). *Mutfak tasarımında renk kullanımı ve rengin belirlenmesine etki eden öğelerin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.
- Baytin, N. (1980). *Konut ıslak mekanları*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları. No:945.
- Bulut, G. (2021). *Konut mutfaklarının kadın kullanıcıların memnuniyeti açısından incelenmesi: İstanbul örneği* (Yüksek lisans tezi). T.C. Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Corlett, E.N. and Clark, T.S. (2017). *The ergonomics of workspaces and machines: a design manual*. CRC Press.
- Çınar, H. ve Çınar, K. (2023). Küçük konutlarda iç mekân sabit donatıların depolama kapasitelerindeki memnuniyetinin araştırılması. *Ergonomi*, 6(1), 44-53.
- De Certeau, M., Giard, L. ve Mayol, P. (2009). *Gündelik hayatın keşfi II: Konut, mutfak işleri*. (Ç. Eroğlu, E. Ataçay, Çev.) Ankara: Dost Kitabevi.
- Geçgin, E. (2021). Mekân olarak mutfakın sosyal kullanımı ve mutfak pratikleri: Ankara örneği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 61(2), 1162-1198.
- Gelegen, G. (2009). *Yeni konutlardaki mutfak tasarımının tüketicilere ergonomik açıdan uygunluğu ve tüketicilerin mutfaklara ilişkin görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Aile Ekonomisi ve Beslenme Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Gönen, E., Kalıncara, V. ve Özgen, Ö. (1990). Mutfak çalışma merkezlerinde optimum iş yüksekliği ve antropometrik ölçüm ilişkisi üzerinde ergonomik bir araştırma. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 408.
- Görücü, Y. (2018). 1960'dan günümüze kadarki apartman tipi konutlarda mekânsal dönüşümün incelenmesi: Gaziantep örneği. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 3(2), 21-51.
- Işık, R.A. ve Çelebi, E.İ. (2023). Mutfaktaki mekânsal değişimin kullanıcılar üzerinden değerlendirilmesi: midyat örneği. *International Journal of Mardin Studies*, 4(2), 101-114.
- Kalaycı, Ş. (2010). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kılbaş, E.P.K. ve Cevahir, F. (2023). Bilimsel araştırmalarda örneklem seçimi ve güç analizi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 7(1), 1-8.
- Kirvesoja, H., Väyrynen, S. and Häikiö, A. (2000). Three evaluations of task-surface heights in elderly people's homes. *Applied Ergonomics*, 31(2), 109-119.
- Küçük, P. (2009). *Mutfak mekânlarına ait sabit donatı yüzeylerinde kullanıcı tercihleri: Trabzon örneği* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon.
- Oğuzoğlu, Y. (2019). *Türk mutfak kültürü yönünden günümüz toplu konut mutfaklarının irdelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özdamar, K. (2010). Paket programlarla istatistiksel veri analizi-çok değişkenli analiz (7. baskı). Kaan Yayınevi, Eskişehir.
- Parcells, C., Stommel, M. and Hubbard, R.P. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), 265-273.
- Pınarcı, İ. (2009). Isparta ilindeki farklı sosyo-ekonomik düzeydeki ailelerin konutlarındaki mutfakların tasarımı ve fonksiyonel kullanım ilişkileri (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Pinto, M. R., De Medici, S., Van Sant, C., Bianchi, A., Zlotnicki, A. ve Napoli, C. (2000). Ergonomics, gerontechnology, and design for the home-environment. *Applied Ergonomics*, 31(3), 317-322.
- Sak, G. (2014). *Mutfak tasarımında modüler sistemlerin kullanıcı ergonomisi açısından değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- SPSS Institute Inc. (2003). SPSS Base, 12.0 User's Guide, 703.
- Uluskan, M. ve Çendik, İ. (2020). Eğitim sektöründe faktör analizi tabanlı hizmet kalitesi ölçümü ve kalite fonksiyon yayılımı uygulaması. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 122-147.
- Ustalar Uyan, Ö. (2018). *Günümüz konut tasarımında mutfak mekânının değişim ve dönüşümünün incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan, S. (2014). *SPSS uygulamalı bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yeşilkavak, F. (2007). *Apartman konut mutfaklarının iç mekân tasarımının kullanıcı memnuniyetine etkileri* (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, K. (1999). Günümüz konut mutfağında donatı elemanları üzerine bir araştırma. *Politeknik Dergisi* 2(4), 7-14.
- Yıldırım, K. ve Hacıbaloğlu, M. (2000). Konut mutfakları ile ilgili ergonomik bir araştırma. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1-19.
- Yıldırım, K., Akalın, A., Yeşilkavak, F. ve Hidayetoğlu, M. L. (2007). Konut mutfaklarının mekân kalitesinin kullanıcıların fonksiyonel ve algısal performansına etkisi: Toki eryaman 7. etap konutları. *Politeknik Dergisi*, 10(4), 423-431.
- Yıldırım, N. (2010). 1-4 Yaş dönemi çocuklar için ev kazası risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin azaltılmasında sosyal öğrenme teorisine dayalı hemşirelik girişimlerinin etkileri (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Hemşireliği Programı, Ankara.

Mobilya Sektörü Çalışanlarında Güvenlik İkliminin Belirlenmesi

Yıldız Çabuk^{1*}, Murat Kahveci², Ayşin Aşkın³

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, Türkiye

Makale Tarihçesi

Gönderim: 05.11.2024

Kabul: 09.12.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Etkili bir güvenlik yönetimi kazalar ve hastalıklar ortaya çıkmadan tehlikelerin belirlenmesini, gerekli önlemlerin alınmasını ve insan faktörüne dikkat edilmesini kapsar. Bunun tespit edilmesinin bir yöntemi de güvenlik iklimi ya da güvenlik kültürü gibi göstergeler aracılığı ile güvenliğin ölçülmesidir. Çalışma ortamlarında güvenlik bilincinin eksik olması doğrudan ve dolaylı maliyetler olarak birçok kayba neden olmaktadır. İş kazalarının çoğunluğunun çalışandan kaynaklı olarak gerçekleştiği bilinmektedir. Bu çalışma mobilya sektörü çalışanlarında güvenlik ikliminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın evrenini Bursa ili İnegöl ilçesinde yer alan mobilya işletmeleri oluşturmaktadır. Çalışma verilerinin elde edilmesinde, çalışanların güvenlik ikliminin belirlenmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan Nordic Güvenlik İklimi Anketi (NOSACQ-50) kullanılmıştır. Anket çalışmayı kabul eden 6 adet mobilya fabrikası çalışanlarına uygulanmış (105 anket) ve SPSS istatistiksel 20,0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kadın çalışanlarda güvenlik hassasiyetinin yüksek olduğu, orta yaş grubu çalışanlarda güvenlik önceliği konusunun ve riski kabul etmeme durumunun önemli olduğu, eğitim durumuna göre ilköğretim mezunlarının gelişmelere açık olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Güvenlik iklimi, iş kazası, iş sağlığı ve güvenliği, Mobilya sektörü, nordic güvenlik iklimi anketi

Determination of Safety Climate in Furniture Sector Employees

¹ Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

² Bartın University, Institute of Natural and Applied Sciences, Bartın, Türkiye

³ Canakkale Onsekiz Mart University, Biga Vocational School, Furniture and Decoration Program, Canakkale, Türkiye

Article History

Received: 05.11.2024

Accepted: 09.12.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – Effective safety management involves identifying hazards before accidents and illnesses occur, taking necessary precautions and paying attention to the human factor. One method of determining this is to measure safety through indicators such as safety climate or safety culture. Lack of safety awareness in working environments causes many losses in terms of direct and indirect costs. It is known that the majority of occupational accidents are caused by the employee. This study was conducted to determine the safety climate in furniture sector employees. The population of the study consists of furniture enterprises located in İnegöl district of Bursa province. The Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50), which is used to determine and evaluate the safety climate of employees, was used to obtain the study data. The questionnaire was applied to 6 furniture factory employees who accepted the study (105 questionnaires) and evaluated using SPSS statistical 20.0 package program. As a result of the study, it was determined that safety sensitivity was high in female employees, the issue of safety priority and not accepting risk was important in middle-aged employees, and primary school graduates were open to developments according to educational status.

Keywords – Safety climate, work accident, occupational health and safety, furniture industry, nordic safety climate questionnaire

¹  ycabuk@bartin.edu.tr

²  kahvecikahveci67@gmail.com

³  aysinaskin@comu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Çalışma ortamlarında güvenlik bilincinin eksikliği kaza maliyeti, sigorta maliyeti vb. gibi doğrudan maliyetler ve dolaylı maliyetlerde dahil olmak üzere birçok kayba neden olmaktadır (Susanto vd., 2019). Bu nedenle çalışma ortamlarında güvenlik iklimi ve güvenlik kültürünün önemi büyüktür. Güvenlik iklimi ve güvenlik kültürü kavramları işletmelerin güvenlikle ilgili konuları nasıl yönettiğini, çalışanların yaklaşımlarını ve bunları nasıl algıladığını ifade etmektedir (Guldenmund, 2000). Güvenlik iklimi ve güvenlik kültürü kavramları çalışanların güvenlik konusundaki tutumları ve bir organizasyonun politikaları için kullanılmaktadır. İki tanım arasındaki temel farklılık güvenlik ikliminin çalışma ortamına, uygulamalarına ve yönetime yönelik algılarına yönelik iken güvenlik kültürünün iş ve organizasyona yönelik inanç, değer ve tutumlarına yönelik olmasıdır (Yule, 2003). Güvenlik kültürü bir organizasyonun değerler kümesiyle ilişkili olmasını belirtir. Güvenlik iklimi çevresel ve organizasyonel faktörlerin bu değerler üzerindeki etkisini ifade etmekte ve kazalar meydana gelmeden önce güvenlik performansı ile ilgili fikir veren bir performans göstergesi olarak açıklanmaktadır (Intan vd., 2022; Noel vd., 2006). Güvenlik iklimi herhangi bir organizasyon içerisinde belirli bir süre içerisinde güvenlik ile algılanan değer olup kişilerin inançları, tutumları, değerleri, görüşlerinden etkilenebilir ve koşullara göre değişebilir. Çalışanların güvenlik bilgisi ve güvenli davranış motivasyonlarını artırması, tehlikeli ortama maruz kalma algısını azaltması, güvenlik politikalarının benimsenmesi, yönetimden daha fazla destek alma algısını artırması gibi önemli faydaları bulunmaktadır (URL-1, 2024). Güvenlik kültürü kavramının birçok tanımı bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan tanımda bir organizasyonda sağlık ve güvenlik yönetimi ile ilgili olan bağlılık ve yönetimin konuya ilişkin yeterliliğinin belirlenmesine yönelik bireysel ve grup algısı, yeterliliği ve davranış kalıplarının ürünü olarak açıklanmaktadır. Olumlu güvenlik kültüründe iletişimde karşılıklı güven duyma, uygulanan önleme çalışmalarının etkinliğine güven duyma vardır (ACSNI, 1993).

Mobilya sektörü çok tehlikeli bir sektördür ve birçok tehlike ve risk bulunmaktadır. Farklı özellikte birçok malzeme kullanılmaktadır. Bunların işlenmesinde kesici delici özellikte birçok makinenin kullanılması, kullanılan boya ve çeşitli kimyasallar, toz ve titreşim, gürültü gibi faktörler ortaya çıkabilecek tehlike ve risklere örnek olarak verilebilir (ÇSGB, 2017). Son yıllarda sektörde yaşanan önemli gelişmeler ile birlikte teknoloji ağırlıklı bir üretim anlayışı kendini göstermiştir. Bu durum işletmelerde verimlilik ve üretim kapasitesini artırmış ancak beraberinde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının da artmasına yol açmıştır. İş kazaları ve meslek hastalıkları birçok sorunu beraberinde getirmektedir (Mobilya Sektör Raporu, 2021). İş kazaları ve meslek hastalıklarının sonucunda hem çalışan hem işveren hem de ekonomi zarar görmekte ve işgünü kayıplarına, iş gücü kayıplarına, maddi kayıplara sebep olmaktadır (Çabuk vd., 2018). Mobilya işletmelerinde güvenlik durumlarının analiz edilmesinde niceliksel ölçümler kullanılabilir ancak ihtiyaç duyulan verilere ulaşamayabilir ya da kaza sayıları eksik olarak bildirilebilmektedir. Bu durumda güvenlik iklimi ölçekleri bir alternatif olabilmektedir (Rodrigues vd., 2015). Bu çalışmada mobilya sektörü çalışanlarında güvenlik ikliminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışanların güvenlik iklimini etkileyen faktörlere yönelik görüşleri tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma evrenini Bursa ili İnegöl ilçesinde faaliyet gösteren mobilya fabrikalarının çalışanları oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamına alınan işletmelerin belirlenmesi için Mobilyacılar-Marangozlar Odası, Esnaf ve Sanatkarlar Odası ve Ticaret ve Sanayi Odası kayıtları incelenmiştir. Toplam 16 fabrikaya başvuru yapılmıştır. 6 fabrika çalışmaya izin vermiş ve çalışmayı kabul eden işletmelerde çalışanların tamamına uygulamak amacıyla 250 adet anket formu dağıtılmıştır. Çalışmayı kabul eden 105 anket çalışmaya dâhil edilmiştir. Anketler çalışanlara yüz yüze görüşme yöntemi uygulanarak elde edilmiştir.

2.2 Yöntem

Bu çalışmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde verilerin toplanması hızlı, kolay ve ekonomiktir (Akgül vd., 2023; Kurtuluş, 2004). Veriler SPSS istatistiksel 20,0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma verilerinin elde edilmesinde Nordic Güvenlik İklimi Anketi (NOSACQ-50) uygulanmıştır. Güvenlik iklimi veya kültürünü ölçmede birçok anket bulunmaktadır. Bu anketlerden çok azı farklı bağlamlarda tutarlı bir faktör yapısı sunmaktadır. Nordic Güvenlik İklimi Anketi (NOSACQ-50) örgütsel ve güvenlik iklimi teorisi, önceki ampirik çalışmalar, psikolojik teori, uluslararası çalışmalar yoluyla elde edilen ampirik sonuçlar ve sürekli bir geliştirme sürecine dayanması açısından önemlidir (Kines vd., 2011). Anket çalışmasının değerlendirilmesinde Nordic occupational safety climate questionnaire (İskandinav İş Güvenliği İklim Anketi) NOSACQ-50 'de belirtilen kurallar doğrultusunda güvenlik iklimi değerlendirmesi yapılmıştır. Ankette üç bölüm bulunmaktadır. Soru sayısı 50 adettir. Sorular katılımcıların demografik özellikleri, çalışanların ve yöneticilerin işyerinde güvenliği sağlama konusunda yaptıkları çalışmaları nasıl algıladıkları ve çalışanların işyerindeki güvenliğin sağlanması konularındaki hissettiklerini belirlemeye yöneliktir. Bu ifadeler 5'li Likert ölçeği nden faydalanılarak ölçülmüştür. Ölçek boyutlarının hesaplanmasında olumlu ifadeler için puanlama 1-5 aralığında; ters maddeler için 5-1 aralığında hesaplanmıştır. Araştırma boyutları NOSACQ 50' ye göre hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

- 3,30> gelişmelerin devam etmesi için iyi seviye,
- 3,00- 3,30 ise az iyileştirme ihtiyacı bulunan oldukça iyi seviye,
- 2,70- 2,99 ise iyileştirme ihtiyacı bulunan oldukça düşük seviye olduğunu göstermektedir.

Anketin boyutlara göre nasıl formüle edildiği tablo 1 de gösterilmiştir:

Tablo 1
Formülasyon tablosu.

Emniyet iklimi boyutları	Pozitif Formüle edilmiş maddeler	Formülasyonu tersine çevrilmiş maddeler
Boyut 1- Yönetimin güvenlik önceliği, bağlılığı ve yetkinliği (9 madde)	A1,A2,A4,A6,A7	A3,A5,A8,A9
Boyut 2- Yönetimin güvenliği güçlendirmesi (7 madde)	A10,A11,A12,A14,A16	A13,A15
Boyut 3- Yönetimin güvenlik adaleti (6 madde)	A17,A19,A20,A22	A18,A21
Boyut 4- İşçilerin güvenlik bağlılığı (6 madde)	A23,A24,A27	A25,A26,A28
Boyut 5- İşçilerin güvenlik önceliği ve risk kanıksamama durumu (7 madde)	A33	A29,A30,A31,A32,A34,A35
Boyut 6- Güvenlik iletişimi, öğrenme ve iş arkadaşlarının güvenlik yeterliliğine duyduğu güven (8 madde)	A36,A37,A38,A39,A40,A42,A43	A41
Boyut 7- Güvenlik sistemlerinin etkinliğine duyulan güven (7 madde)	A44,A46,A48,A50	A45,A47,A49

Tablo 1'deki boyutlar hesaplanan güvenlik iklimi boyutlarını belirtmektedir. A değerleri soru numaralarını belirtmektedir. Boyut hesaplaması için kullanılmış olan formülasyonlar aşağıda belirtildiği gibidir (URL-2, 2019, URL-3, 2019):

B1: Yönetimin güvenlik önceliği, bağlılığı ve yetkinliği: $(A1+A2+(5-A3)+A4+(5-A5)+A6+A7+(5-A8)+(5-A9)) / \text{Yanıtlanan öğelerin sayısı}$.

B2: Yönetimin güvenliği güçlendirilmesi: $(A10+A11+A12+(5-A13)+A14+(5-A15)+A16) / \text{Yanıtlanan öğelerin sayısı}$.

B3: Yönetimin güvenlik adaleti: $(A17+(5-A18)+A19+A20+(5-A21)+A22) / \text{Yanıtlanan öğelerin sayısı}$.

B4: İşçilerin güvenlik bağlılığı: $(A23+A24+(5-A25)+(5-A26)+A27+(5-A28)) / \text{Yanıtlanan öğelerin sayısı}$.

B5: İşçilerin güvenlik önceliği ve riski kabul etmemesi durumu: $(5-A29) + (5-A31) + (5-A31) + (5-A32) + A33 + (5-A34) + (5-A35)$ / Yanıtlanan öğelerin sayısı.

B6: Güvenlik iletişimi, öğrenme ve iş arkadaşlarının güvenlik yeterliliğine duyduğu güven: $(A36 + A37 + A38 + A39 + A40 + (5-A41) + A42 + A43)$ / Yanıtlanan öğelerin sayısı.

B7: Güvenlik sistemlerinin etkinliğine duyulan güven: $(A44 + (5-A45) + A46 + (5-A47) + A48 + (5-A49) + A50)$ / Yanıtlanan öğelerin sayısı.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde çalışanların güvenlik iklimi bulguları açıklanarak tablolar halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Tablo 2

Sosyo – demografik özellikler.

	Cinsiyet	F	%	Geçerli %	Birikimli %
Geçerli	Erkek	76	72.4	73.1	73.1
	Kadın	28	26.7	26.9	100.0
	Toplam	104	99.0	100.0	
Eksik		1	1.0		
Toplam		105	100.0		
	Yaş	F	%	Geçerli %	Birikimli %
Geçerli	25 yaş ve altı	16	15.2	15.5	15.5
	26-35 Yaş	30	28.6	29.1	44.7
	36-45 Yaş	29	27.6	28.2	72.8
	46-55 Yaş	20	19.0	19.4	92.2
	56 Yaş ve Üstü	8	7.6	7.8	100.0
	Toplam	103	98.1	100.0	
Eksik		2	1.9		
Toplam		105	100.0		
	Eğitim Durumu	F	%	Geçerli %	Birikimli %
Geçerli	İlkokul	22	21.0	21.2	21.2
	Ortaokul	26	24.8	25.0	46.2
	Lise	45	42.9	43.3	89.4
	Üniversite	11	10.5	10.6	100.0
	Toplam	104	99.0	100.0	
Eksik		1	1.0		
Toplam		105	100.0		
	Medeni Durum	F	%	Geçerli %	Birikimli %
Geçerli	Evli	76	72.4	73.1	73.1
	Bekar	21	20.0	20.2	93.3
	Boşanmış	7	6.7	6.7	100.0
	Toplam	104	99.0	100.0	
Eksik		1	1.0		
Toplam		105	100.0		
	İdari Görev	F	%	Geçerli %	Birikimli %
Geçerli	Evet	22	21.0	21.2	21.2
	Hayır	82	78.1	78.8	100.0
	Toplam	104	99.0	100.0	
Eksik		1	1.0		
Toplam		105	100.0		

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ait bulgular tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre çalışmaya katılanların % 72,4'ü erkek, % 26,7'si kadındır. Cinsiyet özelliklerine göre sektörde erkek ağırlıklı bir istihdam olduğu görülmektedir. Yaş dağılımlarına göre %15,2' si 25 altı, %28,6'sı 26-35 yaş arası, %27,6' s 36-45 yaş

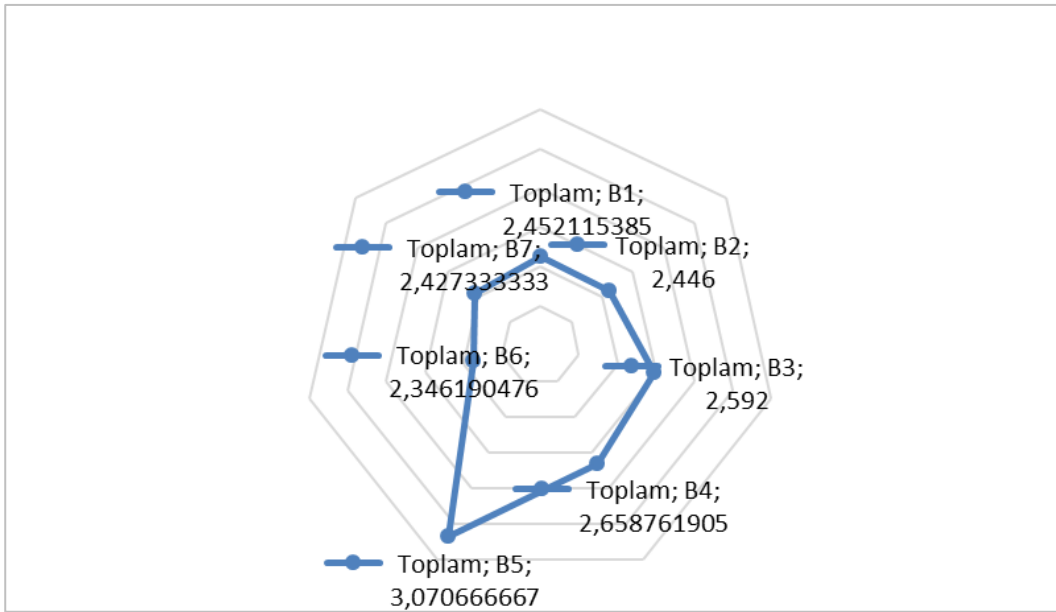
arası, %19'u 46-55 yaş arası, %7,62' sının 56 yaş ve üstündedir. 2 cevaplayıcının bu soruya cevap vermediği tespit edilmiştir. Eğitim durumlarına göre %42,9'unun lise, %24,8'inin ortaokul, %21'inin ilkokul, %10,5'inin üniversite mezunu olduğu anlaşılmıştır. Lise mezunu çalışanlar çoğunluğu oluşturmaktadır. Çalışanların %74,2'si evlidir. Bekâr çalışanlar %20, boşanmış olanlar %6,7'si oranındadır. Bir kişi yanıtlamamıştır. Ankete katılanların %21,2'sinin idari bir görevi bulunmaktadır. %78,1'inin ise görevinin olmadığı anlaşılmıştır (Tablo 2).

Tablo 3
İş kazası geçirme.

İş kazası	n	%
Geçirmedi	48	45.7
Hafif geçirdim	30	28.6
Orta derecede geçirdim.	21	20.0
Ağır derecede geçirdim.	5	4.8
Toplam	104	99.0
Eksik	1	1.0
Toplam	105	100.0

Tablo 3'te çalışmaya katılanların iş kazası geçirme durumları incelenmiştir. Elde edilen verilerde ankete katılanların %45,7'si iş kazası geçirmemiştir. %28,6'sı hafif, %20'si orta derecede, %4,8'i ağır derecede iş kazası geçirmiştir.

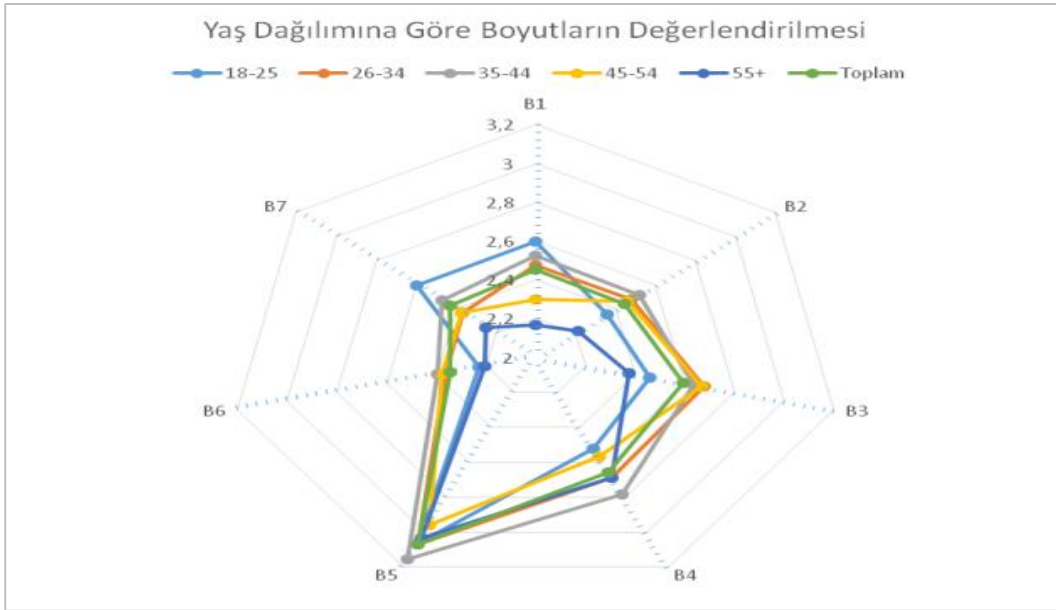
- Sonuçların boyutlara göre genel değerlendirmesi:



Şekil 1. Boyutlara göre genel değerlendirme.

Şekil 1 de boyutlara göre genel değerlendirme sonuçları görülmektedir. B5 boyutu en yüksek ortalama değer ile cevaplanmıştır. Bu boyut riski kabul etmeme ve güvenlik önceliğidir. Elde edilen sonuca göre çalışanların bu boyut çalışanlar tarafından benimsenmiş olarak açıklanabilir. Buna göre çalışanların önceliklerinin güvenlik olduğu, riskleri kabul etmedikleri ve bu şekilde çalışma yapmadıkları anlaşılmaktadır. İş güvenliği açısından değerlendirildiğinde çalışanların çalışma ortamlarında iş güvenliği uygulamalarını kabul ettikleri ve uyguladıkları söylenebilir. İş kazalarının önlenmesinde en temel uygulama risklerin önceden tespit edilmesi ve tedbirlerin alınmasıdır. Bunun yanında çalışanlarda güvenlik kültürü oluşturulması önemlidir.

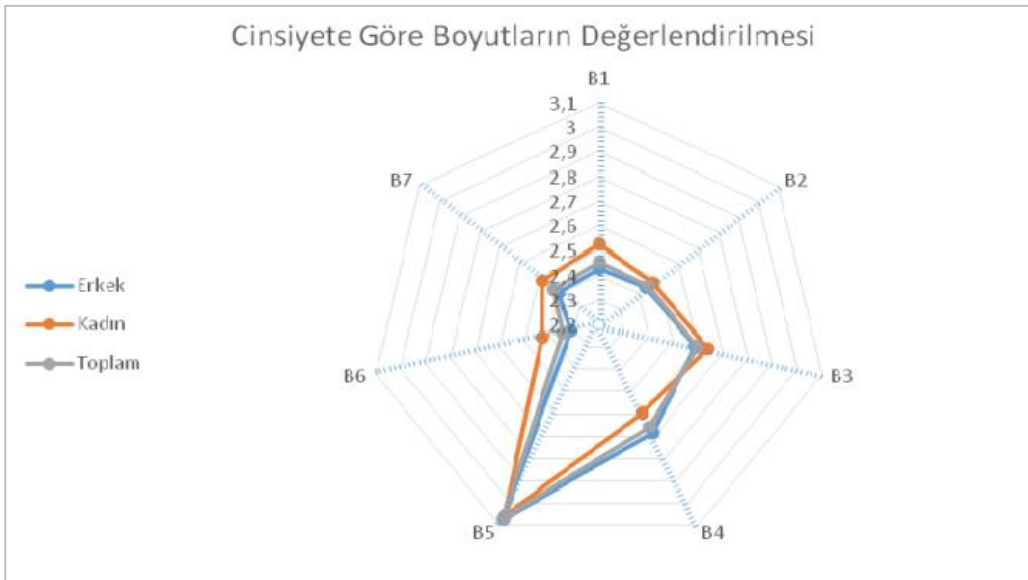
- Yaş dağılımına göre boyutlar:



Şekil 2. Yaş aralığına göre boyutlar

Şekil 2’de yaş aralıklarına göre boyutlar gösterilmektedir. Buna göre yaş gruplarının tamamının genel ortalaması B5 boyutunda (güvenlik önceliği ve riski kabul etmeme) birleşmiştir. Yanı sıra 35-44 arası çalışanların sonuçlarının B5 boyutunda öne çıktığı anlaşılmıştır. Buna göre bu yaş grubun iş tecrübeleri ve iş güvenliği kurallarını benimsedikleri söylenebilir.

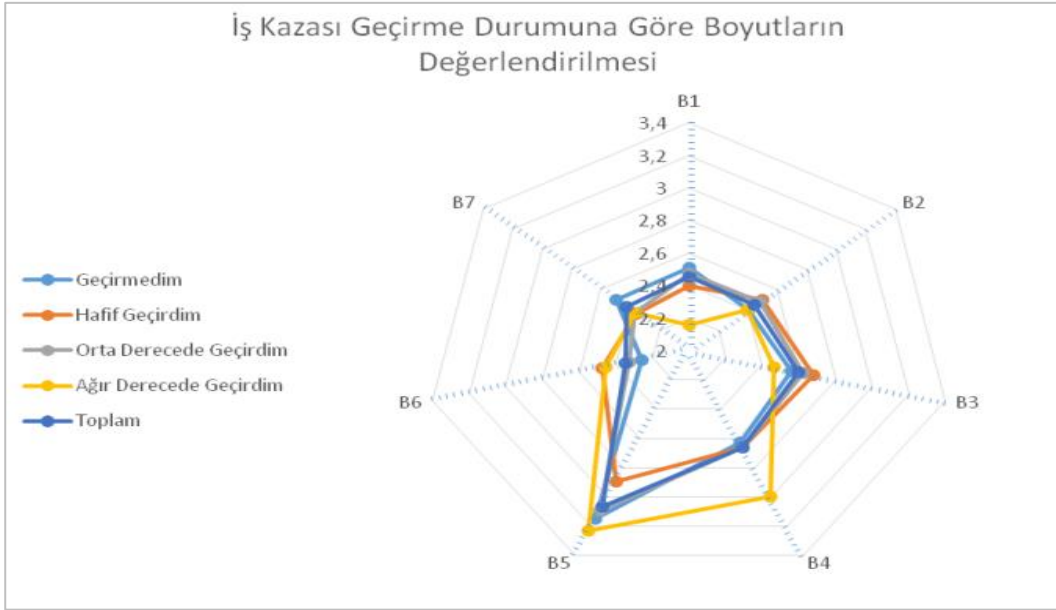
- Cinsiyete göre boyutlar:



Şekil 3. Cinsiyete göre boyutların değerlendirilmesi

Cinsiyete göre boyutların değerlendirilmesi Şekil 3’te gösterilmektedir. Değerlendirmede B5 boyutunun öne çıktığı tespit edilmiştir. Bu boyut güvenlik önceliği ve riski kabul etmemedir. Diğer önemli bulgu ise kadın çalışanların yanıtlarında görülmüştür. Kadın çalışanlar tüm boyutlarda erkek çalışanlara oranla daha yüksek değerlerde ön plana çıkmıştır. Kadın çalışanlarda güvenlik hassasiyetinin yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak güvenlik kültürü oluşumunda cinsiyet açısından kadın çalışanlar daha önemli bir rol üstlenebileceği anlaşılmıştır. Kadın istihdamının güvenlik kültürünün artırılmasına katkı sağlayacağı söylenebilir.

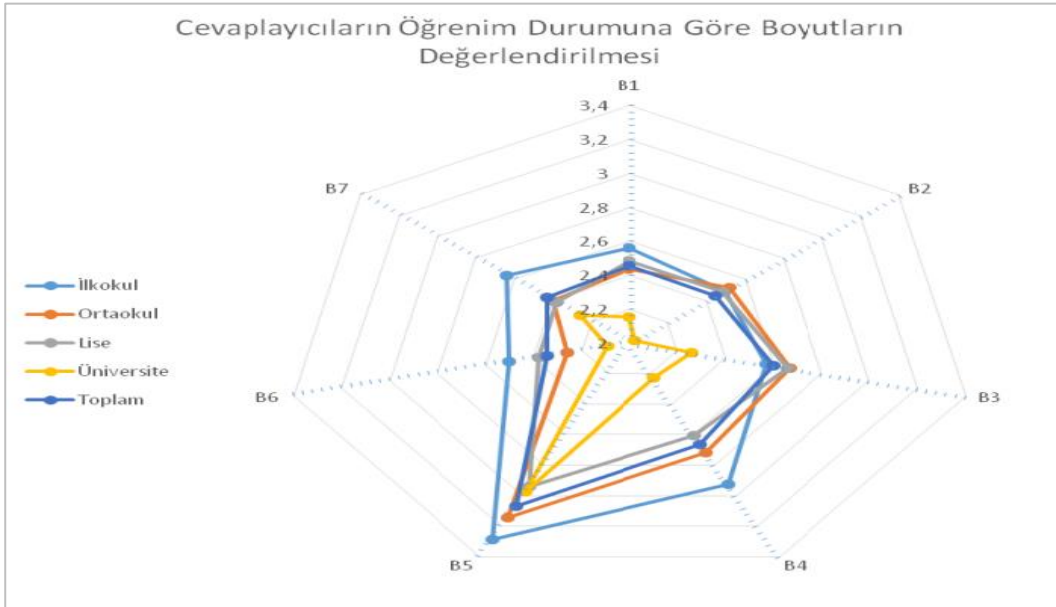
- İş kazası geçirme durumuna göre boyutlar:



Şekil 4. İş kazası geçirme durumuna göre boyutların değerlendirilmesi

Şekil 4’te iş kazası geçirme durumuna güvenlik iklimi boyutları gösterilmektedir. Değerlendirme sonucunda iş kazası geçirenlerin “işçilerin güvenlik bağlılığı” boyutuna (B4) verdikleri yanıtların yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç iş kazasının çalışanlar üzerindeki etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Kaza geçirenler güvenlik kurallarının önemini kavramış olabileceklerini göstermektedir. Bunun yanında B5 boyutu en yüksek ortalama değerde olduğu tespit edilmiştir.

- Öğrenim durumuna göre boyutların değerlendirilmesi:

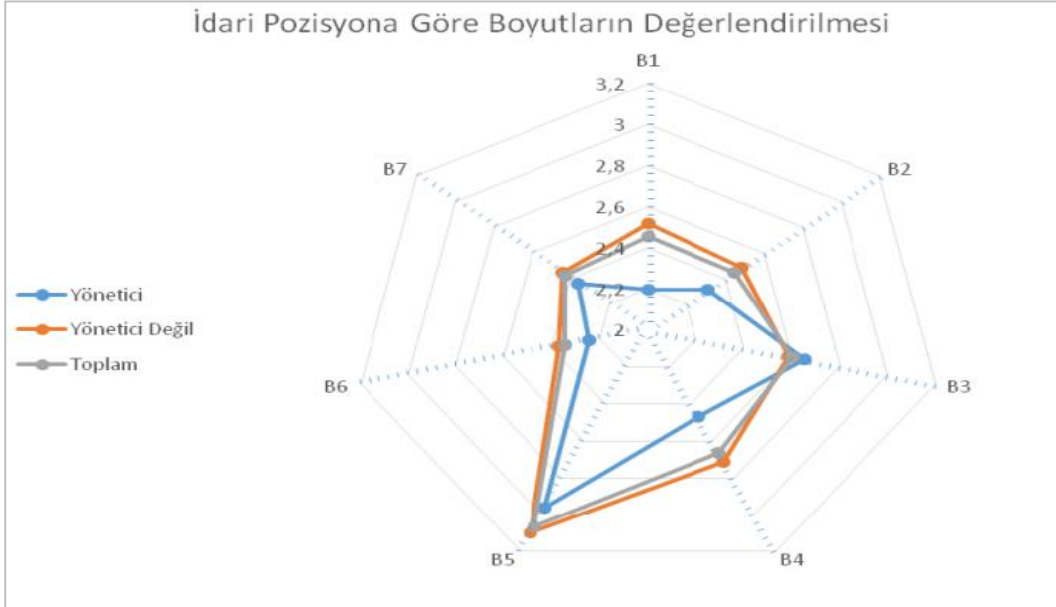


Şekil 5. Öğrenim durumuna göre boyutların değerlendirilmesi

Çalışanların öğrenim durumlarına göre boyutlarının genel değerlendirilmesinde ilkökul mezunu çalışanların verdiği cevaplarda farklılıklar olduğu görülmüştür (Şekil 5). Elde edilen bulgularda ilkökul mezunu olan çalışanların gelişmelere daha açık olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuç eğitimlerin güvenlik algılarının artırmada ve güvenlik kültürü oluşumunda önemli bir etken olabileceğini göstermektedir. Diğer önemli bulgu ise risklerin

kabul edilmemesi ve güvenlik önceliğinin yüksek değerde olduğudur. Bu sonuç çoğunluğu lise mezunu olan çalışanların bilinçli ve gelişmelere açık olduklarını göstermektedir.

- İdari pozisyonuna göre boyutlar:



Şekil 6: Çalışanların idari görevlerine göre boyutların değerlendirilmesi.

Şekil 6' da çalışanların idari görevlerine göre boyutların değerlendirilmesi incelenmiştir. Elde edilen sonuca göre B5 boyutu en yüksek ortalama değerdedir. Güvenlik önceliği ve riski kabul etmeme durumlarına büyük önem verdikleri anlaşılmaktadır. İdari pozisyonlarına göre karşılaştırmada yönetici görevi olmayanlar ile görevi olanlar arasında B1 (Yönetimin güvenlik önceliği, bağlılığı ve yetkinliği) ve B4 (İşçilerin güvenlik bağlılığı) boyutunda farklılıklar olduğu, yönetici görevi olmayanların daha fazla oranda yanıt verdiği anlaşılmıştır. İdari görevi olmayan çalışanlar güvenlik konularında üst yönetimden destek beklemektedir. Güvenlik kültürü uygulamalarında işletmelerde en üst yönetimden başlanması ve tüm çalışanların kapsadığı bir sistem oluşturularak etkin sistemin oluşturulması önemlidir.

4.Sonuçlar

Bu çalışmada mobilya işletmeleri çalışanlarında güvenlik ikliminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği mobilya işletmeleri çalışanlarının çoğunluğu erkek çalışanlardır. Çalışanların %26,7'si kadın, %72,4'ü erkektir. Yaş aralıklarına göre çoğunluğu 26-35 yaş arasında (%28,6) ve sonrasında ise 36-45 yaş arasında (%27,6) olduğu anlaşılmıştır. 45 yaş altı çalışan sayısı çoğunluğu oluşturmaktadır. Eğitim durumlarına göre lise mezunları %42,9, ortaokul %24,8, ilkokul %21, üniversite mezunları %10,5 oranındadır. Çalışanların çoğunluğunun lise mezunu çalışanlardan oluştuğu, üniversite mezun sayısının düşük oranda olduğu anlaşılmıştır. Çalışanların %21'inin idari görevi olduğu anlaşılmıştır. İş kazası geçirme durumlarına göre %28,6'sının hafif geçirdiği, %20'sinin orta derecede geçirdiği, %4,8'inin ağır derecede geçirdiği tespit edilmiştir. Mobilya sektöründe kullanılan makine ve ekipmanlar kesici delici özellikte olduğu için iş kazaları bu işlemler sırasında gerçekleşmektedir. Literatürde kazaların özellikle kesim işlemi sırasında olduğu belirtilmektedir (Aşkın ve Öztürk, 2022). Çalışma kapsamında iş güvenliği iklimini tespit etmek için NOSACQ-50 (İskandinav İş Güvenliği İklim Anketi) kullanılmış ve değerlendirmede demografik özellikler, yöneticilerin işyerlerinde güvenliği sağlamaları çalışmalarının çalışanlar tarafından nasıl anlaşıldığı ve çalışanların bu konuda ne hissettikleri belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda çalışanlarda güvenlik önceliğinin ve riskleri kabul etmeme durumlarının en yüksek ortalama değerde olduğu tespit edilmiştir. Bu boyut yaş aralığına göre (35-44 arasında), cinsiyet açısından

(kadın çalışanlar) iş kazası geçirme durumuna göre, eğitim durumuna göre, idari görevine göre ön plana çıkmıştır. Kadın çalışanlarda güvenlik hassasiyeti yüksektir. İdari görevi olanlar ve olmayanların karşılaştırılmasında “Yönetimin güvenlik önceliği, bağlılığı ve yetkinliği” boyutu ile “İşçilerin güvenlik bağlılığı” boyutuna verilen cevaplarda yönetici olmayanlar daha yüksek orandadır. Bu sonuçlar çalışma ortamlarında iş sağlığı ve güvenliği ve güvenlik ikliminin mobilya sektörü açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır. Çalışma sonucu literatürdeki diğer çalışmaları desteklemektedir. Aydın vd. (2015) çalışmasında güvenlik ikliminin yaş, eğitim durumu, ücret, pozisyon ve çalışma süresine göre farklılık gösterdiğini; Fahri ve Karakoç (2024) güvenlik ikliminin yaş gruplarına, kaza veya ramak kala olay geçirip geçirmeme durumlarına ve tecrübelerine göre alt faktörlerinden en az biri ile farklılık gösterdiğini; Gedik vd. (2022) beyaz yakalıların mavi yakalı çalışanlardan daha fazla risk alma eğilimi gösterdikleri, güvenlik ile ilgili konulara daha fazla önem verdiklerini, çalışma koşullarının daha iyi olduğunu düşündüklerini; Hun (2012) güvenlik iklimi faktörünün çalışma ortamındaki güvenlik düzeyi ile anlamlı ilişkisi olduğunu; Ören ve Er (2016) güvenlik iklimi ve güvenlik performansı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, iş sağlığı ve güvenliğinin önemli bir faktörü olduğunu; Rodrigues vd. (2015) güvenlik ikliminin güvenlik performansı ile ilişkili olduğunu, çalışanların risk kabul düzeylerinde önemli bir rol oynadığını; daha yüksek güvenlik iklimi düzeylerine sahip gruplarda, güvenlik koşullarının daha iyi olduğu ve çalışanların daha düşük risk kabul düzeyleri gösterdiğini; Susanto vd. (2019) güvenlik ikliminin yönetim güvenlik adaleti, çalışanların güvenlik önceliği ve risk kabul etmeme boyutlarında oldukça düşük olduğunu ve çalışanlar ile yöneticiler arasında yönetimin bağlılığı ve yeterliliği, yönetim güvenlik adaleti, çalışanların güvenlik önceliği ve risk kabul etmeme boyutlarında farklılıkları bulunduğunu tespit etmişlerdir. Güvenlik öncelikli çalışmalarda çalışanların kabul etmesi ve uygulanması iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından çok önemlidir. Bunun sağlanması için çalışanların eğitimi, farkındalıklarının artırılması konularında yapılan çalışmaların üzerinde durulması gerekmektedir. Teknoloji ve küreselleşme ile birlikte çalışma hayatında birçok önemli gelişmeler sağlanmıştır. Mobilya sektöründe de bu gelişmelerin takip edilmesi ve uygulanması, güvenli ve sağlıklı bir ortamda çalışmanın sağlanması konusu önem arz etmektedir. Bu bakımdan güvenlik ikliminin ölçülmesi ve sonuçlara göre gerekli çalışmaların yapılması iyileştirmeler açısından büyük fayda sağlayacaktır.

Bilgilendirme

Bu çalışma Murat Kahveci tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Yazar Katkıları

Yıldız Çabuk: Makale süreci hazırlama, yorumlama ve düzenleme çalışmasını yapmıştır.

Murat Kahveci: Verilerin toplanması ve saha çalışmalarını yürütmüş ve yazmıştır.

Ayşin Aşkın: Veri analizi ve yorumlanmasında görev almıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akgül, A., Birinci, T. ve Sayın, İ. (2023). Nitelikli Bilimsel Araştırma Makalesi Nasıl Yazılır? İ.Ü.C. Yayınevi, İstanbul.
- Aşkın, A. ve Öztürk, Ö. F. (2022). Mobilya sektörü çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalıklarının incelenmesi üzerine bir araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 351-364. <https://doi.org/10.24011/barofd.1063359>.
- Aydın, A., Tiryaki, S., Üçüncü, K. ve Yıldırım, İ. (2015). Orman ürünleri sanayinde işyeri güvenlik iklimi algısı. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 205-212, ISSN: 1308-6693.
- Çabuk, Y., Kahveci, M., Can, A. ve İmren, E. (2018). İş kazalarının önlenmesinde güvenlik kültürünün önemi. *II. Uluslararası Bilimsel ve Meslekli Çalışmalar Kongresi (BILMES 2018)*, Nevşehir, 360-367.

- ÇSGB (2017). Mobilya Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği İyileştirme Projesi, Ankara.
- Fahri, O.L.U.K. ve Karakoç, Ö. C. (2024). İmalat sektörü çalışanlarının güvenlik iklimine ilişkin algılarının çoklu varyans analizi (Manova) yön temini ile değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 119(119), 334-351.
- Gedik, T., Çil, M., Sevim Korkut, D. ve Kurutkan, M. N. (2022). Orman Ürünleri Sektöründe Risk Alma Davranışını Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi (TR42 Düzey 2 Bölgesi). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 339-350. <https://doi.org/10.24011/barofd.1039991>.
- Guldenmund, F. (2000). The nature of safety culture: a review of theory and research. *Journal Safety Science*, 34, 215–257. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00014-X](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00014-X).
- Hun C.O. (2012). *Safety Climate In The Malaysian Furniture Industry*, Universiti Putra Malaysia, Master of Science Thesis. 40 p.
- Intan S.N.A., Zaliha I. and Siti., M.Y. (2022). Safety culture, safety climate, and safety performance in healthcare facilities: a systematic review, *Safety Science*, Volume: 147, 105624, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105624>.
- Kines P., Lappalainen J., Mikkelsen J.K.L., Olsen E., Pousette A., Tharaldsen J., Tómasson K. and Törner M. (2011). Nordic safety climate questionnaire (NOSACQ-50): a new tool for diagnosing occupational safety climate, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 41, Issue 6, Pages: 634-646, ISSN 0169-8141, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.08.004>.
- Kurtuluş, K. (2004). Pazarlama Araştırmaları. 8. Basım, Literatür Yayınları, İstanbul, 851 s.
- Mobilya Sektör Raporu, (2021) Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, Hazırlayan: İhracat Genel Müdürlüğü Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi. <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Mobilya%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf>.
- Noel S., Flin R. and Murdy A. (2006). The Role Of Management And Safety Climate In Preventing Risk-Taking At Work, *International Journal of Risk Assessment and Management* Vol. 7, No. 2.
- Ören, K. ve Er, M. (2016). Güvenlik ikliminin güvenlik performansına etkisi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 5(13), 48-66.
- Rodrigues, M.A. Arezes, P.M. and Leão, C.P. (2015). Safety climate and its relationship with furniture companies' safety performance and workers' risk acceptance. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 16(4), 412–428. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2014.1003991>.
- Susanto, N., Prastawa, H. and Oktaningrum, D. (2019). Safety climate assessment of furniture industry: a case study. *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*. 598. 012004. 10.1088/1757-899X/598/1/012004.
- URL-1 (2024). Safety climate and safety culture. <https://www.worksafe.qld.gov.au/safety-and-prevention/creating-safe-work/safety-capability-leadership-and-culture/culture-leadership-and-teamwork/safety-climate-and-safety-culture>.
- URL-2 (2019). Analysing NOSACQ-50 data. <http://www.arbejdsmiljoforskning.dk/da/publikationer/spoegeskemaer/nosacq-50/how-to-use-nosacq-50/analysing-nosacq-50-data> (22 Nisan 2019).
- URL-3 (2019). Analysing NOSACQ-50 data. <https://nfa.dk/vaerktoejer/spoergeskemaer/safety-climate-questionnaire-nosacq-50/how-to-use-the-nordic-occupational-safety-climate-questionnaire-nosacq-50/analysing-nosacq-50-data>.
- Yule, S. (2003). Safety culture and safety climate: A review of the literature. *Industrial Psychology Research Centre*, 1-26.

Mobilya ve Tasarım Atölyelerinde Mikrodenetleyici Kontrolü ile Toz ve Talaş Toplama Ünitesi Tasarımı

Mehmet Güneş^{1,*}, Mehmet Karayel²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Çankırı, Türkiye,

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Çankırı, Türkiye

Makale Tarihçesi

Gönderim: 29.06.2024

Kabul: 13.12.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Ahşap malzemenin yoğun olarak kullanıldığı mobilya ve tasarım atölyelerinde, ağaç işleme makineleri fazla miktarda talaş ve toz üretmektedir. Bu talaş ve özellikle tozların doğrudan çalışma ortamı ile havaya bırakılması insan için sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bunun için geleneksel olarak makinalardan sürekli emiş yapan toz ve talaş toplama üniteleri kullanılmaktadır. Makinalara hortumlar ve borular ile bağlı olan bu sistemler sürekli tüm makinelerden emiş yapmaktadır. Bazı sistemlerde ise her makinenin emiş yapan kısmındaki klapa manuel olarak kapatılıp açılmaktadır. Bu şekilde çalışan sistemler hem enerji verimliliğini azaltmakta hem de makine başına düşen hava emiş miktarını azaltmaktadır. Bu çalışmada ana talaş toplama ünitesine bir hava emiş hattı kurulmuştur. Her bir makine emiş hattına konumlandırılmış klapalara bağlı servo motorlar ile Arduino Uno mikrodenetleyici ve üzerindeki IR alıcılar ile haberleşerek toz toplama ünitesini ve yalnızca çalışmakta olan makine hattından emiş yapılmasını sağlamaktadır. Sistem için özgün bir devre kartı tasarlanmış, bu kart kompakt olarak duvar prizlerinin içerisine yerleştirilmiştir. Bu sayede tasarlanan sistem herhangi bir tadilat gerektirmeden düşük maliyetli ve enerji verimliliği yüksek olup, mevcut atölyelerde bulunan toz toplama hatlarına entegre edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Arduino, mikrodenetleyici, mobilya atölyesi, toz toplama, talaş

Dust and Sawdust Collection Unit Design with Microcontroller Control in Furniture and Design Workshops

¹ Çankırı Karatekin University, Vocational School, Department of Design, Çankırı, Türkiye,

² Çankırı Karatekin University, Vocational School, Department of Electric and Energy, Çankırı, Türkiye

Article History

Received: 29.06.2024

Accepted: 13.12.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – In furniture and design workshops where wooden materials are used extensively, woodworking machines produce large amounts of sawdust and dust. This sawdust and especially dust are released directly into the working environment and into the air, causing health problems for humans. For this purpose, dust and sawdust collection units that continuously suck from the machines are traditionally used. These systems, which are connected to the machines with hoses and pipes, constantly suck from all machines. In some systems, the flap on the suction part of each machine is closed and opened manually. Systems operating in this way both reduce energy efficiency and reduce the amount of air suction per machine. In this study, an air suction line was installed in the main chip collection unit. Each machine communicates with the servo motors positioned on the suction line, the Arduino Uno microcontroller and the IR receivers on it, and ensures suction by opening the dust collection unit and the flap of the working machine only. A unique circuit board was designed for the system, and this card was placed compactly inside wall sockets. In this way, the designed system can be integrated into dust collection lines in existing workshops without requiring any modifications.

Keywords – Arduino, microcontroller, furniture workshop, dust collection, sawdust

¹  mehmetgunes@karatekin.edu.tr

²  mkarayel@karatekin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Endüstrinin hızla gelişmesi nedeniyle dünyada hava kirliliğinin önemli ölçüde arttığı ve insan sağlığı açısından büyük bir tehdit haline geldiği bilinmektedir. Hava kirliliğine neden olan temel faktör kontrolsüz bir şekilde atmosfere salınan tozlar ve gazlardır (Zencirci ve Işıklı, 2017). Dünyada her gün yaklaşık 2 milyona yakın insan ağaç ya da ahşap tozuna maruz kalmaktadır (Douwes vd., 2017; Herrero vd., 2003). Genellikle, ahşap tozları maruziyeti sonrasında akciğer işlevlerinde bozukluklar, solunum yolu hastalıklarında artış, var olan hastalıklarda ilerleme, kanser oranında ve ölümlerde artış olduğu gözlemlenmiştir (Demers vd., 1998; Sauter, 1998). Dünya Sağlık Örgütü (WHO): “İnsan, bitki, hayvan veya madde üzerine zarar verebilen veya rahat yaşam seklini (konfor) ve maddeyi aşırı şekilde etkileyen kum, toz, uçucu kül, kurum, is, duman, buğu, tütsü, sis, pus, buhar, gaz veya koku gibi bileşenlerin miktar, karakteristik ve süre olarak çevre atmosferindeki varlığıdır.” şeklinde hava kirliliğinden bahsetmektedir (Keçeci vd., 2011). Hava kalitesini olumsuz etkilediği en çok bilinen ve önemli kirleticilerden bir tanesi de partikül maddedir (PM). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA)’da en yaygın altı kirleticisinden birinin PM olduğunu belirtmiştir. Partiküler maddenin farklı kimyasal reaksiyon ve farklı yayılma özellikleri ile insan sağlığı tehdit ettiği bilinmektedir (Alptekin, 2007).

Sanayi üretiminde kullanılan ham maddelerin makineler ile kesilmesi, ezilmesi, koparılması ve karıştırılması ile ürün haline getirilmesi sürecinde ortama salınan tozlar çalışan insanlar için yüksek oranda sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Bislimovska vd., 2015). Bu ortamlarda havada bulunan katı partiküller insan sağlığı ile çevreye zarar vermeyecek güvenli seviyelerde tutulması için toz ve talaş toplama sistemleri kullanılır (Bey pazarlı ve Aktaş, 2019). Mobilya üretim atölyelerinde açığa çıkan bu tür büyük ve küçük partiküller toz emme sistemleri ile çalışma ortamından uzaklaştırılmaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde yapılan toz ölçümlerinde toza maruziyet kalma süreleri değerlendirilerek ölçüm sonuçlarında sağlık açısından koruyucu önlemler alınması önerilmiştir (Çınar vd., 2020). Mobilya yapımında hammaddeden kaynaklı olarak üretim süreçlerinin farklı adımlarında farklı yoğunlukta ortaya çıkabilen toz faktörünün, işletmede bulunan toz toplama ünitelerinin yetersiz kalması ile çalışanlarda sağlık açısından risk oluşturduğu gözlemlenmiştir (Turan ve Töre, 2021). Orman ve Ağaçişleri endüstrisinde üretim yapan işletmelerinde sıklıkla rastlanan toz türü kimyasal yapısı incelendiğinde organik odun tozudur. Bu tozlar fazla sayıda mantar, toksin, mikroorganizma ve kimyasal maddeler içermekte olup çalışanların sağlığı açısından önemli etkileri bulunmaktadır (Tankut vd., 2014).

Toz ve talaş emme sistemleri yer altı veya yer üstü boru iletim hatları ile bir siloya toplanmaktadır. Bu iletim hatlarının yer altından götürülmesi olası arıza durumlarında tamiri için daha çok zaman ve insan gücüne sebep olabilmektedir. Toz emme sistemleri bakım ve onarım çalışmalarının daha verimli gerçekleşmesi için yer üstünde kullanılan hatlarla toplanması daha uygun olmaktadır. Bu sebepten dolayı çalışmada tasarlanan bu sistem zemin üzerinden yürütülerek bir toz toplama ünitesine bağlanmıştır.

Toz emme sistemlerinin en önemli dezavantajlarından bir tanesi ana emiş ünitesinin sürekli çalışır durumda olmasıdır. Vakum hattına bağlı olan tüm makineler çalışır durumda ya da çalışmaz iken ana emiş motorları tarafından borular ile vakumlanmaktadır. Ahşap malzemeyi işleme esnasında çok fazla miktarda talaş ve toz çıkartan bir makina yüksek vakum gücüne ihtiyaç duymaktadır. Tüm makinalardan vakumlama yapıldığı için makine başına düşen hava emiş miktarı düşük olacak, fazla miktarda talaş ve toz çıkartan bir makineden istenilen miktarda vakumlama yapılamayacaktır. Sektörde bu sorunun önüne geçmek için her bir makinenin vakum hattı önüne manuel vanalar koyularak hava emiş hattında klapalar açılıp kapatılabilmektedir. Çok fazla sayıda makine olan bir işletmede bu şekilde açma kapama işlemlerinin yapılması verimli bir uygulama olarak görülmemektedir. Alan yazıda sanayide orta ve küçük ölçekli işletmelerde toz toplama ünitelerinin üzerine entegre edilen ve açık kaynak kod yazılım ile kontrol edilebilen mikrodenetleyici kullanımına ilişkin herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, mobilya ve ağaç işlerinin yapıldığı atölyelerde yoğun olarak çalışılan alanlarda açığa çıkan toz ve talaşların toplanması için mikrodenetleyici kontrollü kompakt bir sistem tasarlanmıştır. Bu tasarım ile sadece çalışan makine istasyonundan talaş ve toz emişi yapılarak yalnızca makineler kullanıldığında ana toz toplama ünitesi çalışacaktır. Böylece hem enerji tasarrufu hem de daha yüksek emiş gücü sağlanacaktır. Yapılan devre tasarımı mevcut sistemler üzerine kolay ve basit bir şekilde entegre edilerek kullanılabilir.

2. Materyal ve Yöntem

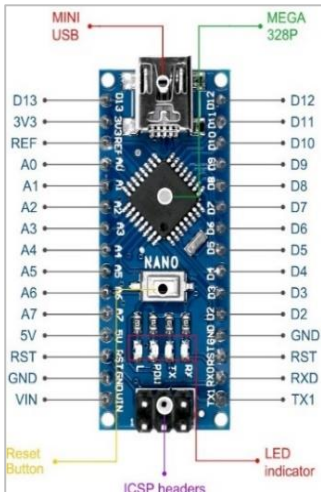
2.1. Materyal

2.1.1. Arduino Mikrodenetleyici

Çalışmada tüm vakum istasyonlarından verilerin alınması ve işlenmesi için ana devre üzerinde Şekil 1'deki Arduino Uno mikrodenetleyici kullanılmıştır. Açık kaynaklı bir donanım kartı olan Arduino, 8, 16 ve 32 bit AVR Teknolojisini temel alan ATmega328 Mikrodenetleyiciyi temel almaktadır. ATmega328 temel olarak DIP teknolojisine dayalı AVR 8 bitlik RISC denetleyicisidir; 20 MHz saat osilatörü, 32kB flash, 1kB SRAM, 23 I/O Programlanabilir Pin, 6 Kanal 10-Bit ADC ve 6 PWM çıkışı vardır (İsmailov ve Jo'Rayev, 2022). Arduino basit ve karmaşık çeşitli projelere kolayca kullanılabilen, programlanabilir açık kaynaklı bir devre kartıdır. Arduino, yaşadığımız dünyadaki nesneleri algılamak ve kontrol etmek için kullanıcılar tarafından programlanabilen mikrodenetleyici içerir. Arduino, sensörlere ve girişlere yanıt vererek LED'ler, motorlar ve ekranlar gibi çok çeşitli çıkışlarla etkileşime girebilir. Basit arayüzü, kolay kodlanması ve düşük maliyeti sebebiyle Arduino, etkileşimli donanım projeleri yapmak isteyen programcılar için çok popüler bir denetleyicidir (Nayyar ve Puri, 2016).



Şekil 1. Arduino Uno mikrodenetleyici



Şekil 2. Arduino Nano

Ana istasyon ile iletişim kurmak için makine istasyonlarında Şekil 2'deki Arduino Nano mikrodeneleyici kullanılmıştır. Tıpkı Arduino UNO gibi Arduino Uno'da 32 KB program belleği, 1 KB EEPROM, 2 KB RAM, 14 dijital I/O ve 6 analog giriş ve hem 5 V hem de 3,3 V güç çıkışı bulunur (Kondaveeti vd., 2021).

2.1.2. Servo Motor

Makinalara bağlı istasyonlardaki klapaları açıp kapatmak için sistemde Şekil 3'teki MG995 servo motor kullanılmıştır. Tablo 1'de servo motorun genel özellikleri verilmiştir (Basu vd., 2005).



Şekil 3. Servo motor

Tablo 1
MG995 Servo motor özellikleri

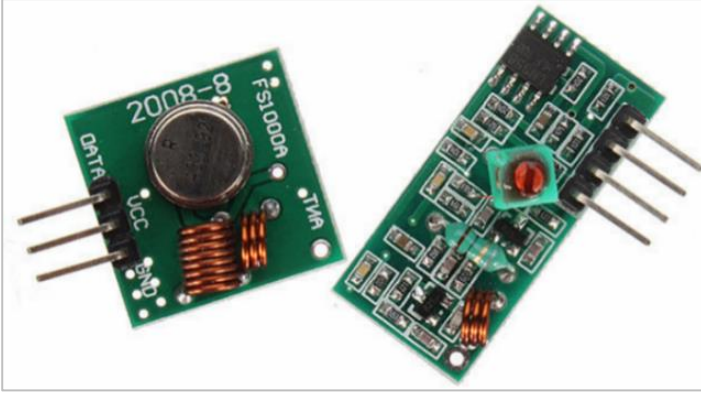
Tork	4,8V - 10,00 kg/cm
Hız	4,8V - 0,20 sn/60 °
Ağırlık	55,0 g
Boyutlar	Uzunluk: 40,6 mm Genişlik: 19,8 mm Yükseklik: 42,9 mm
Motor Tipi	Çekirdeksiz
Dönme Aralığı	180°
Dişli Tipi	Metal

2.1.3. RF Kablosuz Alıcı Verici

Radyo frekans (RF) adından da anlaşılacağı gibi radyo frekansı ile çalışır. RF'nin haberleşme frekans aralığı 30 kHz ila 300 GHz arasında değişmektedir. Bu değerler dalga boyu olarak 1 metre ile 10.000 kilometre aralığa karşılık gelmektedir. Frekans, (radyo dalgalarının) salınım hızını ifade eder. RF yayılımı ışık hızında gerçekleşir ve veri transferi yapmak için hava gibi bir ortama ihtiyaç duymaz.

RF dalgaları doğal olarak güneş patlamalarından, yıldırımlardan ve yaşlandıkça RF dalgaları yayan uzaydaki yıldızlardan oluşur (Jadhav ve Rajendrakumar, 2016). RF televizyon yayıncılığı, haberleşme, radar sistemleri, uzaktan kumanda, bilgisayar ve mobil platform ağları, uzaktan ölçüm/izleme ve daha birçok endüstride uygulama alanı bulmaktadır.

Kısa mesafe haberleşme uygulamalarında genellikle 433 MHz frekans bandı kullanılmaktadır (Dai vd., 2008). Bu çalışmamızda Arduino denetleyici kullanılan istasyonlar arasında iletişim 433 MHz frekans bandına sahip kablosuz RF haberleşme sağlayan alıcı-verici modülleri kullanılmaktadır. Şekil 4'te RF alıcı verici modülü gösterilmektedir. Bu modüller uygun maliyeti, basit kullanımı ve açık alanda 70-80 metre mesafe veri iletimi gerçekleştirmektedir.



Şekil 4. RF alıcı verici devresi

RF kablosuz kontrol modülü genel özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir (Görenekli, 2019).

Tablo 2

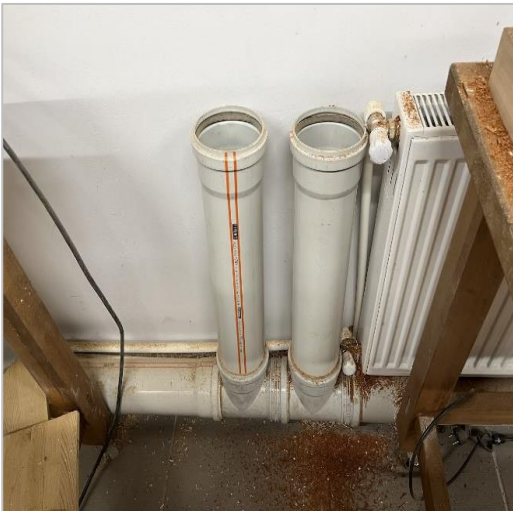
RF kablosuz kontrol modülü özellikleri

Alıcı Özellikleri		Verici Özellikleri	
Çalışma Gerilimi	DC 5V	Gerilim	DC 3,5V - 12V
Çalışma Akımı	4 mA	Verici mesafesi	20-200metre
Çalışma sıcaklığı	-20°C ~ +70°C	Çalışma modu	AM
İletim Frekansı	433,92 Mhz	Frekans	433Mhz
Hassasiyet	-103 dBm	Verici gücü	10mW
Modülasyon metodu	Genlik modülasyonu	Verici hızı	4 KB / S
Boyut	30 x 12 x 7mm	Boyut	19mm

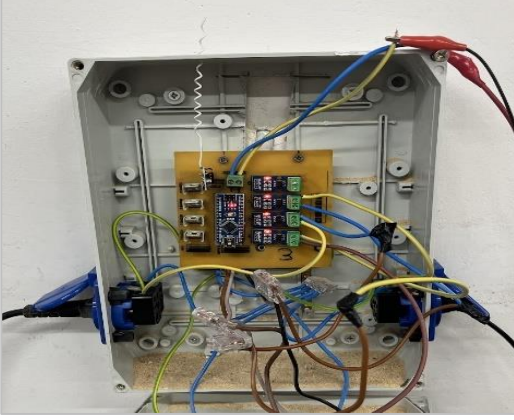
3. Bulgular

3.1. Toz ve Talaş Toplama İstasyonu

Toz ve talaş toplama iletim hatları ana toz emme makinasından başlayarak 12 cm çapında PVC borular ile kurulmuştur. İletim hattı Şekil 5’te görüldüğü gibi zeminden ilerletilerek T şekilli PVC dirsekler aracılığı ile her makine istasyonuna dört adet olacak şekilde konumlandırılmıştır. Şekil 6’da her bir istasyonda dört adet priz bağlantısı ve her bir priz için dört adet akım sensörleri bulunmaktadır. Bu sensörler vasıtası ile prizden akım geçişi olduğunda sistem çalışmaya başlayacaktır.



Şekil 5. PVC boru iletim hatları



Şekil 6. Slave devre priz bağlantıları

PVC boru çapları makine talaş çıkışlarına uyacak şekilde Şekil 7’de ki gibi redüktörler vasıtasıyla küçültülmüştür. Redüktör ve makine talaş çıkışları poliüretan bakır spiralli hortumlar ile birbirine bağlanmıştır. Poliüretan borular esnek olmaları ve üzerlerinde statik elektrik biriktirmedikleri için tercih sebebi olmuştur.



Şekil 7. Makina spiral hortum bağlantısı

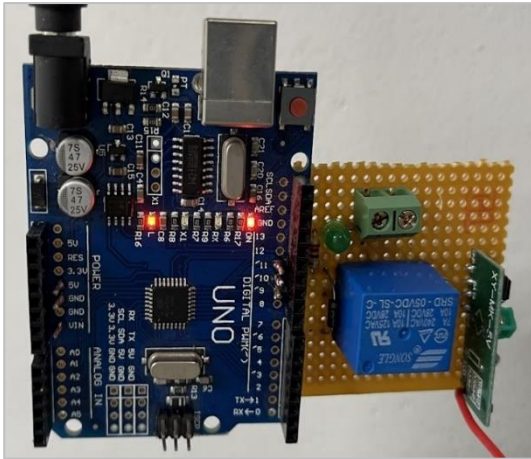
Her bir istasyon üzerine servo motorlar vasıtası ile Şekil 8’deki gibi ahşap klapalar montajlanmıştır. Klapalar PVC borunun merkezinden karşılıklı olarak ortasından geçen vidalı bir mil vasıtası ile servo motora takılmıştır. Servo motor sabitleme vidaları ile PVC boru üzerine konumlandırılmıştır. Klapalar denetleyici ile 0 derece konumuna getirildikten sonra merkezlerinde bulunan cıvatalar ile sabitlenmiştir. Sistem herhangi bir arıza durumunda kolayca sökülebilecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 8. İstasyon klapa bağlantısı

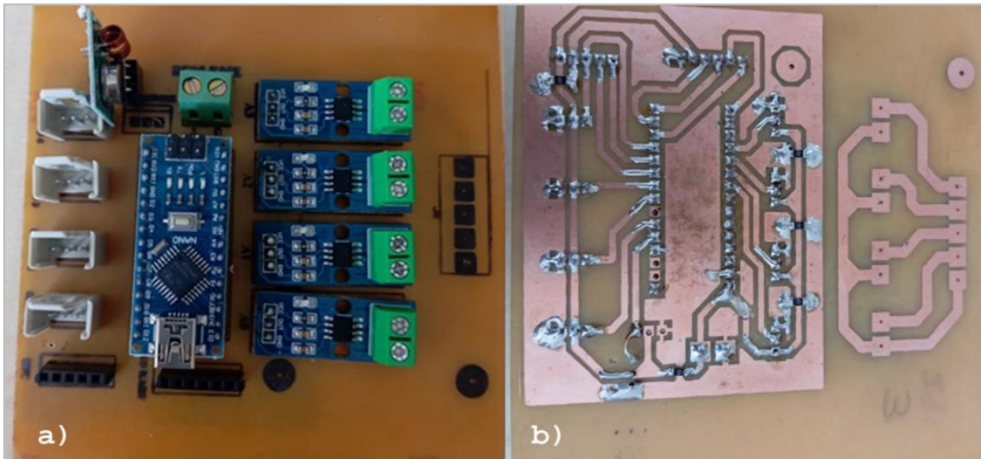
3.2. Devre Kartı Tasarımı

Toz ve talaş toplama istasyonu kontrol kartlarının tasarımları için PROTEUS (Mustofokulov vd., 2023) programı kullanılmıştır. Programın ISIS arayüzü ile devre tasarımları yapılarak ARES arayüzü ile de tasarımların bakır PCB kartları üzerine aktarılacak baskı devreleri oluşturulmuştur. Çalışmada bir adet toz toplama ünitesi için Şekil 9'daki yönetici (Master) mikrodenetleyici ve 4 adet farklı gruba ayrılmış toz/talaş emme işlemi yapılacak makinalar için yönetilen (slave) mikrodenetleyiciler bulunmaktadır. Her grup birbirinden bağımsız dört farklı makineyi denetlemektedir. Yani toplamda 16 adet makinenin çalışma durumları denetlenmektedir. Yönetici denetleyici olarak Arduino Uno tercih edilirken slave denetleyici olarak 4 adet Arduino Nano tercih edilmiştir. Burada Arduino Uno ve Arduino Nano aynı özelliklere sahip ama boyutları farklıdır. Bu modellerin tercihindeki en önemli etken boyutlarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 9. Toz toplama cihazı ana (master) mikrodenetleyici devresi

Şekil 10'da gösterilen tasarım bakır PCB kart üzerine aktararak denetleyici, RF verici modül, analog sensörler ve servo motor bağlantı terminalleri PCB üzerine monte edilmektedir. Şekil 11'de yönetilen denetleyici devre kontrol kartının ön ve arka görüntüleri verilmektedir.



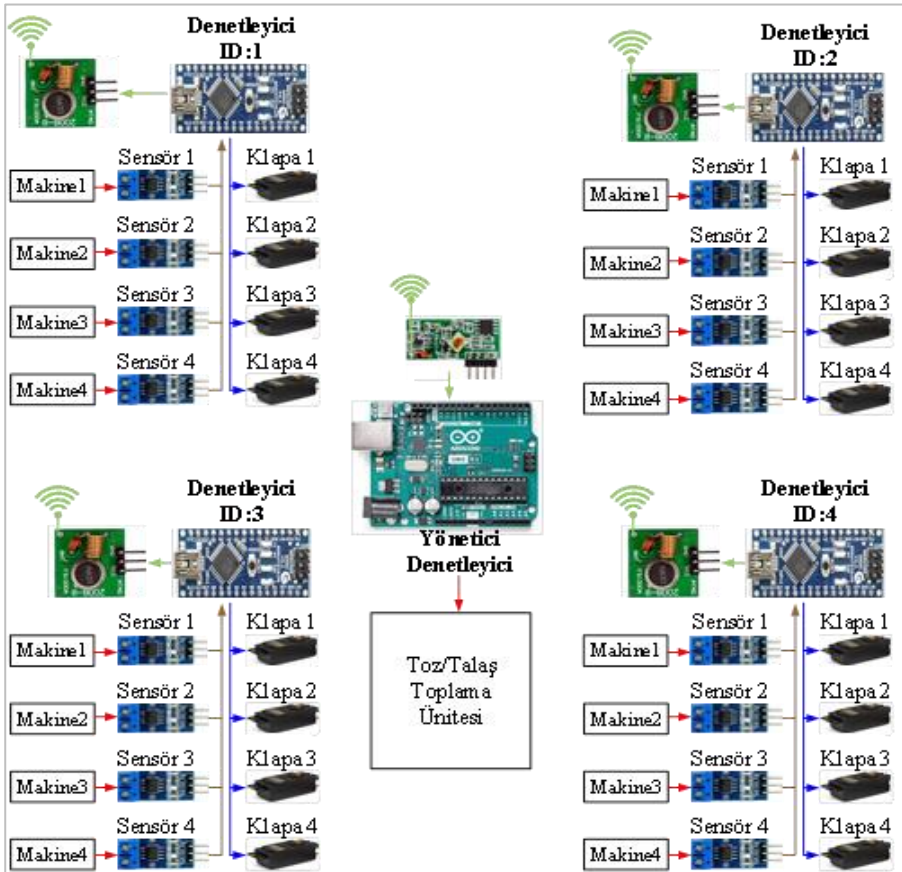
Şekil 10. Slave denetleyici devre kontrol kartı a) ön b) arka yüzü

Sistemin temel çalışma prensibi, toz emme işlemi gerçekleştirecek makinaların bağlı olduğu elektrik prizlerinde bulunan akım sensörlerinin kullanılması üzerine kuruludur. Her bir makinenin bağlı olduğu elektrik prizine yerleştirilen akım sensörleri, makinadan çekilen akımı sürekli olarak izler ve bu akım değerini ölçer. Akım sensörlerinin ölçtüğü akım, ± 30 A aralığında bir değeri kapsar. Bu ölçülen analog akım, sensörler tarafından 0-5VDC gerilim değerine orantılı olarak dönüştürülür. Bu gerilim değeri, mikrodenetleyicinin analog girişine iletilir ve burada işlenmek üzere alınır. Mikrodenetleyici, bu 0-5VDC değerini, analog-dijital

dönüştürücü (ADC) aracılığıyla dijital bir değere dönüştürür. ADC, analog sinyalleri 0-1023 arasındaki dijital değerlere dönüştürerek mikrodenetleyicinin işlem yapabilmesi için uygun hale getirir.

Mikrodenetleyici, analog girişten aldığı dijital veriyi işleyerek, bağlı olan makinadan çekilen akımı belirler. Bu dijital değeri, önceden belirlenmiş bir katsayı ile çarparak, gerçek akım değerine dönüştürür. Örneğin, 0-5VDC aralığındaki bir analog değeri, makineye bağlı olan akım sensörünün ölçtüğü gerçek akıma dönüştürülür. Bu sayede, her bir makinanın çalışma durumu anlık olarak izlenebilir. Eğer makina çalışıyorsa, akım sensörleri üzerinden akım geçişi olur ve bu geçiş, mikrodenetleyici tarafından sürekli olarak takip edilir. Mikrodenetleyici, her an makinanın çalışma durumuna dair doğru bilgiye sahip olur.

Çekilen akım bilgisi, mikrodenetleyicinin makinanın aktif olup olmadığını algılamasına olanak sağlar. Akım sensörü, makinanın elektriksel yükünü izleyerek çalışıp çalışmadığını tespit eder. Bu sayede, makina çalışırken toz ve talaş çıkışında bulunan klapalara bağlı servo motorlara açma komutu gönderilir. Servo motorlar, toz ve talaşları etkili bir şekilde toplamak için klapaları açar ve bu sayede sistemin toz toplama kapasitesi devreye girer. Aynı zamanda, RF haberleşme modülü aracılığıyla, yönetici (Master) olan Arduino Uno mikrodenetleyiciye makinanın mevcut durumu iletilir. Yönetici mikrodenetleyici, aldığı bilgilere göre toz toplama ünitesini otomatik olarak çalıştırabilir veya durdurabilir, böylece enerji tasarrufu sağlanır. Makinanın çalışma durumu ile ilgili bilgilerin akım sensörü üzerinden algılanmasının en büyük avantajı, makinanın orijinal yapısına herhangi bir mekanik müdahalede bulunmadan, sadece elektriksel izleme yöntemiyle işlem yapılabilmesidir. Bu yöntem hem sistemin özgünlüğünü korur hem de izole bir tasarım sunar. Makinanın mevcut yapısının korunarak yapılan bu müdahale, bakım ve güncelleme süreçlerini kolaylaştırır. Ayrıca, makina her hangi bir fiziksel değişiklik yapılmadığı için sistemin güvenliği ve dayanıklılığı artar. Şekil 11’de, mikrodenetleyici kontrolü ile toz ve talaş toplama sisteminin topolojisi açıkça gösterilmektedir; burada, her bir bileşenin birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduğu ve sistemin genel işleyişi ayrıntılı bir şekilde sunulmaktadır. Bu topoloji, toz toplama sürecinin her aşamasında etkin bir kontrol sağlanmasını mümkün kılar.

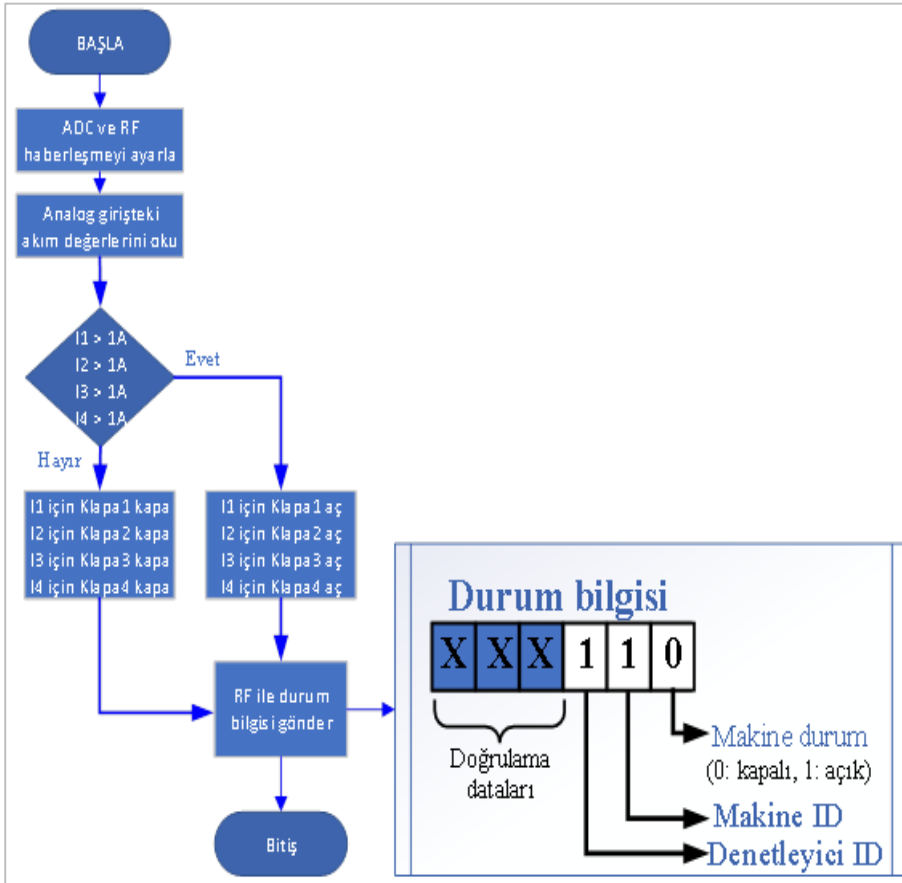


Şekil 11. Mikrodenetleyici kontrolü ile toz ve talaş toplama sistem topolojisi.

3.3. Kablosuz İletişim

Kablosuz RF alıcı-verici modülleri aynı frekansta haberleşme yaparlar. Eğer yönetici denetleyiciye aynı anda birden fazla yönetilen veri gönderirse iletişim çakışması meydana gelir. Bu durum veri kaybının oluşmasına neden olur. Genellikle iletişim çakışmasını önlemek için senkronizasyon yöntemi kullanılır. Bu yöntem ile her bir yönetilen denetleyicilere farklı ID numaraları verilir ve yönetici ile yönetilen denetleyiciler belli bir sıra ile iletişim kurarlar. Yönetilen denetleyicilerden biri iletişim halinde iken diğerleri veri gönderimi yapmaz ve sırasının gelmesini bekler. Bu yöntemde iletişim sırası işlemini yönetici denetleyici yönetir. Sıralama işlemi yönetici ilk olarak veri gönderecek denetleyicinin ID numarasını gönderir ve bu ID numarasına ait yönetilen denetleyici gerekli bilgileri gönderir. Yönetici bilgileri aldıktan sonra sıradaki denetleyici ID'sini göndererek iletişim akışını kontrol altına alır ve bu işlem periyodik olarak sürekli tekrarlanır. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, bu yöntemin uygulanabilmesi için hem yönetici hem de yönetilen denetleyicilerde alıcı-verici modüllerin bulunması gerekmektedir. Bu durum tasarlanacak kontrol kartlarının maliyet ve boyutunun artması anlamına gelmektedir.

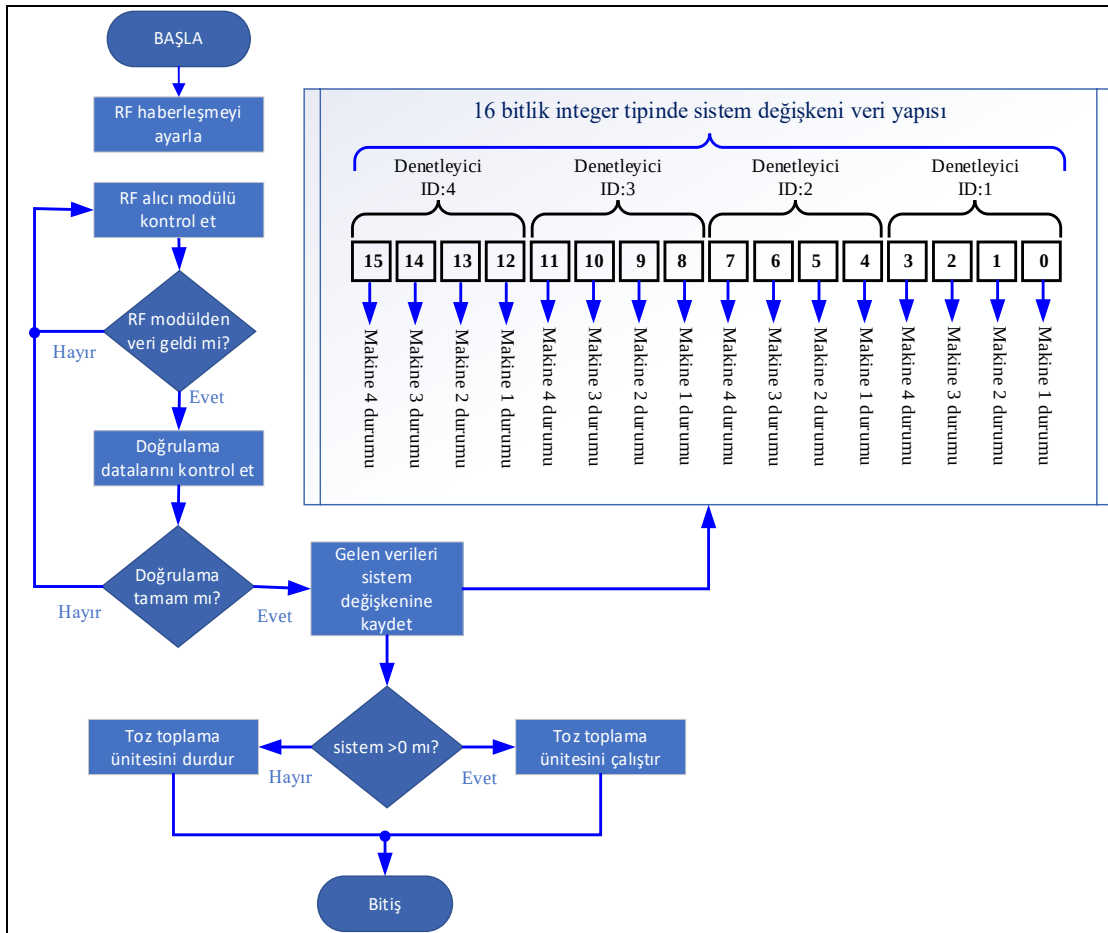
Tasarımın ergonomik ve daha verimli olması amacıyla yönetici denetleyicide yalnız alıcı modül, yönetilen denetleyicilerde ise yalnız verici modül kullanılmıştır. Bahsi geçen iletişim çakışması ise iki yöntem kullanılarak yazılımsal olarak çözülmüştür. Birinci yöntemde yönetilen denetleyiciye bağlı makinelerin durumları değiştiğinde veri gönderimi gerçekleştirilmekte, dolayısıyla iletişim yoğunluğu ve enerji sarfıyatı azalmaktadır. İkinci yöntemde ise veri gönderimi esnasında veriler belli zaman gecikme ile arka arkaya üç kere gönderilmektedir. Zaman gecikme süresi olarak yönetilen denetleyicinin ID numarası ile orantılı bir değer belirlenmektedir (Gecikme = $ID \times 100$ ms). Örneğin ID'si 1 olan denetleyici 100msn aralıklarla veriyi 3 defa göndermektedir. Bu durum iletişim anında çakışma olsa bile ardından tekrar edecek gönderimler sebebiyle veri güvenli gönderilebilmektedir. Yönetilen denetleyicilere ait sistem akış şeması Şekil 12'te verilmiştir.



Şekil 12. Yönetilen denetleyicilere ait sistem akış şeması

Yönetilen denetleyicinin RF verici modülü üzerinden durum bilgisi olarak ifade edilen 6 byte'lık bir dizi veri gönderilmektedir. Şekil 13'te gösterildiği gibi gönderilen verilerin ilk üçü doğrulama datalarıdır. Doğrulama dataları her biri farklı karakter içeren sistemin güvenliği ve kararlılığı için tasarlanmış datalardır. Durum bilgisi datalarının 4, 5 ve 6. dataları sırasıyla, hangi denetleyiciden geldiğini belirtmek için denetleyici ID'si, denetleyiciye bağlı bulunan hangi makineye ait olduğunu ifade eden makine ID'si ve makinenin durum bilgisidir. Makinenin durum bilgisi olarak 0 makine çalışmıyor, 1 ise makine çalışıyor anlamına gelmektedir.

Yönetici denetleyici kablosuz RF alıcı modülünden gelen 6 byte'lık verinin doğrulama datalarını kontrol etmektedir. Kontrol tamamlandıktan sonra integer tipinde "sistem" isminde tanımlanmış değişken adresine Şekil 13'te gösterildiği gibi denetleyici ID'si ve makine ID bilgileri dikkate alınarak makinelerin durum bilgileri kaydedilir. Burada her bir makinenin durumu dijital 0 ve 1 olacak şekilde bir bitlik alanı kaplar. Çalışan her bir makinenin ilgili olduğu bit adresi 1 değeri aldığı anda sistem değişkeninin değeri 1 olan bitlerin kuvvetleri toplamı kadar olacaktır. Bu sayede her bir makinenin durumunu kontrol etmek için ayrı ayrı sorgu komutları oluşturmak yerine tek bir sorgu komutu ile toz toplama ünitesinin çalışıp durdurulması sağlanmaktadır.



Şekil 13. Yöneticiye denetleyiciye ait sistem akış şeması.

Mobilya endüstrisinde toz ve talaş toplama sistemleri işletmelerin üretim alanlarında yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Üretim aşamasında ahşap ve ahşap esaslı levhaların işlenmesi ile açığa çıkan tozların insan sağlığı üzerindeki etkileri ve maruziyet değerleri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda bu tozların ortamdaki kesin olarak uzaklaştırılması gerektiği anlaşılmıştır (Çınar vd., 2020). Küçük ve orta ölçekli üretim alanlarında kullanılan toz toplama silolarının sürekli olarak çalıştırılması ile enerji ve emisyon kayıpları yaşandığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışma ile toz toplama sistemlerinde kullanılan geleneksel yöntemlere göre enerji verimliliği ve hava vakumlama kapasitesinin artırıldığı anlaşılmıştır. Sistemin taşınabilir ve bakımının kolay olmasının yanında arızalı parçaların hızlı bir şekilde onarılması sistemi uygulanabilir yapacaktır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Mikrodenetleyici kontrolü ile yapılan bu tasarım başarılı bir şekilde çalıştırılmış ve test edilmiştir. Testler sonucunda her bir istasyona bağlı ahşap işleme makinesi, tekil ve birlikte toz ve talaş emme işlemlerini gerçekleştirmiştir.

Ana toz emme ünitesi yalnızca makineler çalışmaya başladığında toz ve talaş vakumlama işlemini gerçekleştirdiği için enerji tasarrufu sağlamıştır. Ayrıca, sadece çalışan makinelerden vakumlama yapıldığı için ana toz emme makinesinin tüm gücü çalışan makinalar için kullanılmıştır. Tüm makinelerin çalışması ve sadece bir makinanın çalışmasındaki vakumlama etkisi incelendiğinde tek makine istasyonundan yapılan emişin çok güçlü olduğu fark edilmiştir. Özellikle yoğun şekilde talaş ile toz çıkartan kalınlık ve planya makinesindeki emiş gücü daha verimli olarak kullanılmıştır.

Tasarlanan bu sistem mevcut atölyelerde bulunan emme hatları üzerine kolay bir biçimde entegre edilebilir olması endüstriyel kullanımını etkin kılmaktadır. Herhangi bir mekanik ve elektronik arıza durumunda talaş toplama hattı ve elektronik devreler kolay ulaşılabilir konumda olduğundan tamiri ve bakımı kolay olacaktır. Sistem üzerinde kullanılan mikrodenetleyici ve diğer elemanların maliyetleri hazır sistemlere göre çok daha uygun fiyatlıdır. Kullanılan devre elemanları açık kaynak kodlu olduğundan sürekli olarak geliştirmeye açıktır. Ayrıca sistem üzerinde kablosuz IR iletişim kullanılarak kablolama işleri en aza indirgenmiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda tasarlanan devre ile belirli periyotlarda makinaların enerji sarfiyatları anlık olarak takip edilebilecektir. Ayrıca ana istasyon üzerine entegre edilecek bir ekran ile görselleştirme sağlanabilir ve bu ekrandan çalışan makineler, güç tüketimi ve vakumlama hakkında bilgi edinilebilir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi BAP projesi kapsamında MYO081123B29'nolu proje ile desteklenmiştir. Katkılarından dolayı BAP birimine teşekkürlerimizi sunarız.

Yazar Katkıları

Mehmet Güneş: Tasarım fikrinin oluşturulması, literatür taraması, makale yazımı ve düzeltilmesi, toz ve talaş emme hattının mobilya atölyesine montajı, sistemin kontrolü.

Mehmet Karayel: Literatür taraması, makale yazımı ve düzeltimi, elektronik kart yazılımı ve tasarımlarının yapılması, kartların sistem üzerine entegre edilmesi, sistemin kontrolü.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Alptekin, O. (2007). Binalarda iç hava kalitesi toz partiküllerinin iç mekân hava kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Basu, A., Moosavian, S. ve Morandini, R. (2005). Mechanical optimization of servo motor. *Journal of Mechanical Design*, 127(1), 58–61. DOI: /doi.org/10.1115/1.1804196
- Beypazarlı, Ş. ve Aktaş, M. (2019). Toz Toplama Sistemlerinin Performansına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi. *3rd International Engineering Research Symposium*, Düzce, Türkiye, 5-7 Eylül 2019, 612-621.

- Bislimovska, D., Petrovska, S. and Minov, J. (2015). Respiratory symptoms and lung function in never-smoking male workers exposed to hardwood dust. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 3(3), 500. DOI: 10.3889/oamjms.2015.086
- Çınar, H., Yıldırım, K. ve Okurcan, E. (2020). Mobilya üreten işletmelerde ahşap ve kompozit panel tozlarının insan sağlığı üzerine etkileri. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 8(4), 909-921. DOI: doi.org/10.29109/gujsc.804458
- Dai, Q., Liu, Y., Jiang, Z., Liu, Z., Zhou, K. and Wang, J. (2008). MES wireless communication networking technology based on 433MHz. *2008 2nd International Conference on Anti-counterfeiting, Security and Identification*, IEEE, 234-238. DOI: 10.1109/IWASID.2008.4688364
- Demers, P.A., Stellman, S.D. and Colin, D., Boffetta, P. (1998). Nonmalignant respiratory disease mortality among woodworkers participating in the American Cancer Society Cancer Prevention Study-II (CPS-II). *American Journal of Industrial Medicine*, 34(3), 238-243. DOI: 10.1002/(sici)1097-0274(199809)34:3<238::aid-ajim5>3.0.co;2-r.
- Douwes, J., Cheung, K., Prezant, B., Sharp, M., Corbin, M., McLean, D., Mannetje, A., Schlunssen, V., Sigsgaard, T. and Kromhout, H. (2017). Wood dust in joineries and furniture manufacturing: An exposure determinant and intervention study. *Annals of Work Exposures and Health*, 61(4), 416-428. DOI: doi.org/10.1093/annweh/wxx020
- Görenekli, K. (2019). *Elektronik su sayacı için kablosuz ağ ve RF tabanlı mimari tasarım*, (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye.
- Herrero, R., Castellsagué, X., Pawlita, M., Lissowska, J., Kee, F., Balaram, P., Rajkumar, T., Sridhar, H., Rose, B. and Pintos, J. (2003). Human papillomavirus and oral cancer: The International Agency for Research on Cancer multicenter study. *Journal of the National Cancer Institute*, 95(23), 1772-1783. DOI: 10.1093/jnci/djg107
- Ismailov, A.S. and Jo'Rayev, Z.B. (2022). Study of arduino microcontroller board. *Science and Education*, 3(3), 172-179.
- Jadhav, P.Y. and Rajendrakumar, A.P. (2016). Mechanism of Electronic Delay Device for Detonator. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(5), 8640-51. DOI:10.15680/IJIRSET.2016.0505289
- Keçeci, O.E., Kutlu, B. ve Yeşilpınar, S. (2011). Filtrasyon materyallerinin iletkenlik özelliğinin plazma yüzey modifikasyonu ile geliştirilmesi olanaklarının araştırılması. *Tekstil ve Mühendis*, 18(83), 1-7.
- Kondaveeti, H.K., Kumaravelu, N.K., Vanambathina, S.D., Mathe, S.E. and Vappangi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review*, 40, 1-24. DOI: doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100364
- Mustofokulov, J., Suyarova, M., Choriev, S. and Ashurova, K. (2023). Methods for designing electronic device circuits in the» Proteus» program. *Экономика и социум*, 4(107), 189-193.
- Nayyar, A. and Puri, V. (2016, March). A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields. In *2016 3rd international conference on computing for sustainable global development (INDIACom)*, 1485-1492, IEEE.
- Sauter, S.L. (1998). Psychosocial and organizational factors. *Encyclopaedia of occupational health and safety*, 2, 1-77.
- Tankut, A.N. Kurban, H. ve Melemez, K. (2014). Orman Endüstri İşletmelerinde Odun Tozunun Ergonomik Etkilerinin İncelenmesi. II. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 785-792.
- Turan, G., and Töre, G.Y. (2021). Evaluation of Major Occupational Hazards Encountered in the Furniture Production Process on Employee Health. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(2), 36-44. DOI: doi.org/10.55581/ejeas.1033299
- Zencirci, S.A. ve Işıklı, B. (2017). Hava kirliliği. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 2(2), 24-36.

Yonga Levhaların Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Atık Taş Yünü Kullanımının Etkisi

Mehmet Erdal Kara¹, Hikmet Yazıcı^{2,*}, Enüs Koç³, Recep Aykan⁴

^{1,3} Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. 37200 Kastamonu/Türkiye

² Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksekokulu 67900 Çaycuma/Zonguldak/Türkiye

⁴ Sinop Üniversitesi Ayancık Meslek Yüksekokulu 57400 Ayancık/Sinop/Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 15.09.2024

Kabul: 19.12.2024

Yayın: 25.12.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada yonga levha üretiminde farklı oranlarda atık taş yünü kullanımının levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan levha taslağının orta tabakasına tam kuru yonga ağırlığına oranla %1,5, %3, %4,5 ve %6 oranlarında atık taş yünü ilave edilmiştir. Deney levhalarının üretiminde yapıştırıcı olarak orta tabakada %7, yüzey tabakada %12 oranında üre formaldehit (ÜF) reçinesi kullanılmıştır. Karışım oranlarına göre hazırlanan levha taslakları 195±5 °C sıcaklık ve 30 kg/cm² basınç altında 5 dk süre ile deney presinde preslenerek 550x550x16 mm ebatlarında 710±10 kg/m³ hedef yoğunluğunda deney levhaları elde edilmiştir. Elde edilen levhaların mekanik ve fiziksel direnç özelliklerinden yüzeye dik çekme (TS-EN 319), eğilme direnci ve elastikiyet modülü (TS-EN 310), 2 saat kalınlığına şişme ve su alma testleri (TS-EN 317) ile serbest formaldehit (TS EN ISO 12460-5) değerleri belirlenmiş ve kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçlarından orta tabaka levha taslağı içerisinde max. %3 oranında atık taş yünü lifi kullanılması yonga levhaların mekanik ve fiziksel direnç özellikleri üzerinde olumlu yönde bir etkisinin olduğu ve standartlarda belirtilen limit değerleri sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Mekanik ve fiziksel özellikler, sıfır atık, taş yünü, yonga levha

The Effect of Using Waste Stone Wool on Some Mechanical and Physical Properties of Particleboards

^{1,3} Kastamonu Integrated Wood Industry and Trade Inc. 37200 Kastamonu/Türkiye

² Zonguldak Bülent Ecevit University Çaycuma Vocational School 67900 Çaycuma/Zonguldak/Türkiye

⁴ Sinop University Ayancık Vocational School 57400 Ayancık/Sinop/Türkiye

Article History

Received: 15.09.2024

Accepted: 19.12.2024

Published: 25.12.2024

Research Article

Abstract – In this study, the effect of using different proportions of waste stone wool in particle board production on the physical and mechanical properties of the boards was investigated. For this purpose, waste stone wool was added to the middle layer of the board draft at the rates of 1.5%, 3%, 4.5% and 6% in proportion to the full dry chip weight. Urea formaldehyde (UF) resin was used as an adhesive in the production of the test boards with 7% in the middle layer and 12% in the surface layer. The board mats prepared according to the mixing ratios were pressed in the test press under 195±5 °C temperature and 30 kg/cm² pressure for 5 minutes and test boards with dimensions of 550x550x16 mm and a target density of 710±10 kg/m³ were obtained. Internal bonding strength (TS-EN 319), bending strength and elasticity modulus (TS-EN 310), 2-hour thickness swelling and water absorption tests (TS-EN 317) and free formaldehyde (TS EN ISO 12460-5) values of the obtained boards were determined from the mechanical and physical resistance properties and compared with the control samples. As a results, it was seen that the use of waste stone wool fiber at a maximum rate of 3% in the middle layer board draft had a positive effect on the mechanical and physical resistance properties of the particle boards and provided the limit values specified in the standards.

Keywords – Mechanical and physical properties, zero waste, stone wool, particle board

¹  erdal.kara7581@gmail.com

²  h_yazici@hotmail.com

³  enuskoc@gmail.com

⁴  raykan@sinop.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Son yıllarda dünya genelinde azalan orman varlıkları orman ürünleri endüstrisinde hammadde maliyetlerindeki artışa neden olmuş ve bu durum odun biyokütlesinin küresel ölçekte teminini güçleştirmeye başlamıştır. Bu nedenle, çevre dostu, sürdürülebilir odun esaslı ahşap panel üretimlerinde hammaddeye ikame olarak geri dönüşüme uygun farklı organik ve inorganik malzemelerin odun esaslı malzemelerle düşük oranlarda birlikte kullanımına yönelik ilgi hızla artmaya başlamıştır. Yaşanılan yüzyılın ilk çeyreğinde artan hızlı sanayileşme ve nüfus artışları sonucu ortaya çıkan atıkların geri dönüştürülmesi hem çevre ve doğanın korunması hem de ekonomiler için itici bir güç olması bakımından büyük önem arz etmektedir. İnsanların çevre bilincinin giderek artması ile geri dönüşüm önem kazanmış ve birçok ülkede geri dönüştürülmüş atıklardan üretilen ürünlerin tüketimi ve talebi artmaya başlamıştır (Larney ve Van Aardt, 2010; İstek vd., 2020; Kurt, 2020; Özlüsoylu, 2023).

Yapılarda kullanılan ve hizmet ömrünü tamamlamış atık yalıtım malzemelerinin bertaraf çalışmaları farklı çevre kirliliklerine neden olabilmektedir (Kolak ve Oltulu, 2021). Ülkemizde 2023 yılı verilerine göre toplam yalıtım malzemesi üretimi 1.210.400 ton olarak gerçekleşirken bunun 670.400 tonu ısı, ses ve yangına yönelik üretilmiştir. Sadece taş yünü üretimine yönelik ise 13 girişim bulunmaktadır (İMSAD, 2023). Atık inorganik ve organik kökenli farklı malzemelerin ahşap esaslı levha üretiminde kullanılması üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Düşük yoğunlukta lif levha üretiminde melamin reçinesi emdirilmiş dekor kâğıt atıklarının farklı oranlarda odun lifi ile karıştırıldığı çalışmada lif levhaların mekanik direnç özellikleri ve boyutsal kararlılıkları üzerinde kâğıt atıklarının olumlu bir yaptığı belirtilmiştir (Ayrılmış, 2012). Akbulut vd. (2021) kâğıt fabrikasından çıkan atık çamur elyafının (FSW) yonga levha üretimlerinde hammadde kaynağı olarak değerlendirilmesi yönünde yaptığı araştırma sonunda atık kâğıt partiküllerinin yonga levhanın yüzey ve orta tabakasına katıldığında kalınlığına şişme ve su alma özelliklerini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Atık partiküller yonga levhanın sadece yüzey tabakalarına katıldığında ise eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, levha yüzeyine dik yönde çekme direnci ve vida tutma gücü belirgin bir iyileşme göstermiştir. Farklı bir çalışmada ise yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) orta tabakasında üç farklı oranda (%10, %20 ve %30) taş yünü elyafı kullanılmış, elde edilen levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda teknolojik özellikler bakımından en iyi sonuçlar %10 oranında taş yünü kullanılan OSB deney örneklerinde görülmüştür (Kara ve Ayrılmış, 2022).

Yonga levha üretiminde bor minerali ve farklı emprenye maddelerinin yüzey sağlamlığı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada borik asitli levhaların yüzey sağlamlığını ve yapışma direncinin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir (Var, 2012). Öğütülmüş kalsiyum karbonat (GCC) dolgu ilaveli orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) ağırlıkça %10'dan fazla öğütülmüş kalsiyum karbonat içermesi fiziksel ve mekanik özellikleri olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Ozyhar vd., 2020). Yüksek yoğunluklu lif levhaların (HDF) bazı özellikleri üzerine farklı oranlarda emprenye edilmiş kâğıt atıkların kullanıldığı çalışmada emprenyeli atık kâğıt miktarı arttıkça mekanik direnç özelliklerinin genel olarak iyileştiği görülmüştür (Kutluata vd., 2023). MDF üretiminde ZnO nano-partiküllerinin %0,5 ve %1,0 oranında ÜF ve melamin formaldehit (MF) reçinesi ile birleştirilerek kullanıldığı çalışmada ZnO nanopartiküllü levhaların nemli ortamlarda kullanılması nedeniyle fiziksel özelliklerinin önem arz ettiği belirtilmiştir (da Silva vd., 2019).

MDF üretiminde kuru life oranla %3, %6, %9 oranlarında kalsit minerali kullanılan çalışmada yanmaya karşı direnç özelliklerinin iyileştiği belirtilmiştir (Çamlıbel ve Akgül, 2021). Ahşap esaslı levha üretiminde yongalara veya selülozik liflere uygun oranlarda inorganik malzemeler karıştırılarak teknolojik özelliklerin iyileştirilebildiği daha ekonomik panel üretimlerinin yapılabildiği anlaşılmaktadır. Bu inorganik malzemelerden biri de günümüzde izolasyon ve yalıtım amaçlı üretimi yapılan taş yünüdür. Taş yünü, doğal taşların eritilerek liflere dönüştürülmesiyle elde edilmekte olup, yüksek ısı, ses ve neme karşı dayanıklılık gösteren önemli bir yalıtım malzemesidir (Keskin, 2007). Bu özellikleri nedeniyle yapı ve inşaat sektörünün yanı sıra endüstriyel işletmelerde enerji (su, buhar, kızgın yağ vb.) boru hatlarında enerji kaybını önlemek

amacıyla yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Fakat bu malzemeler özellikle endüstriyel işletmelerin enerji hatlarında zamanla oluşan kaçaklar, revizyonlar vb. durumlar nedeniyle çok sık değişimlere uğramaktadırlar, dolayısıyla arzu edilmeyen atıkların oluşmasına yol açmaktadırlar. Oluşan bu atıklar fabrika sahası içerisinde birikmekte ve gün geçtikçe yönetilemez olmaktadır. Literatürde inorganik malzemelerin geri dönüşüm malzemesi olarak farklı oranlarda lif-yonga içerisine ilavesi ile laboratuvar ortamında yapılan pek çok çalışma olmasına rağmen, taş yünü elyafının su itici ve boyutsal kararlılık özelliklerinden yararlanılarak doğrudan kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Taş yünü erimiş bazaltik kayadan yapılmış lifli inorganik bir malzemedir. Genel olarak %35-45 oranında silikon dioksit, %30-40 oranında kalsiyum oksit, %10-15 oranında alüminyum oksit ve %5-10 oranında magnezyum oksit içerirler (Zihlif ve Ragosta, 2003; Ramírez vd., 2019). Yoğunluğu $470-2250 \text{ kg/m}^3$ aralığındadır ve tek iplikli lif çapı $8-25 \text{ }\mu\text{m}$ arasında değişmektedir (Öztürk, 2010). Üstün termal stabilitesi, taş yününün yalıtım malzemesi olarak kullanılmasını sağlamıştır (da Rocha vd., 2020; Mróz vd., 2016). Ancak geri dönüştürülemeyen taş yünü ciddi bir atık tehdidini de beraberinde getirmektedir. Avrupa'da her yıl 2,5 ton mineral yün atığının meydana geldiği tahmin edilmektedir (Llantoy vd., 2020; Väntsi ve Kärki, 2014). Bu durum atık taş yünlerinin kompozit malzemelerde takviye elemanı olarak kullanılmasını cazip kılmaktadır. Ancak son yıllarda takviye elemanı olarak taş yününün kullanıldığı çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir bölümünü de polimer kompozitler oluşturmakta, ahşap esaslı malzemeler ile gerçekleştirilen çalışmaların oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada; dünyada ve ülkemizde sıfır atık kapsamında yapılan çalışmalara paralel olarak, endüstriyel işletmelerde izolasyon amaçlı kullanılan ve atık durumuna düşen taş yünü liflerinin odun hammaddesi ile yonga levha üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla atık taş yünü elyafları kullanılabilecek niteliğe getirilip, yonga levhaların orta tabakasında tam kuru yonga ağırlığına oranla %1,5, %3, %4,5 ve %6 oranında ilave edilmiştir. Elde edilen deney levhaları üzerinde yapılan test sonuçları kontrol numuneleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Deneme üretimlerinde materyal olarak sıfır atık projesi kapsamında fabrika içi izolasyon değişimlerinde açığa çıkan taş yünü ve odun yongası kullanılmıştır. Deneme çalışmalarında yonga levhanın orta tabakasında kullanılan taş yünü ve bu tabakanın kalınlık kesiti Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Taş yünü (a) ve yonga levha profili (b)

Atık taş yünü blenderden geçirilerek istenilen boyutlara getirilmiştir. Deney örneklerinin üretiminde kullanılan yongalar Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu Fabrikası yonga levha işletmesinden temin edilmiştir. Kullanılan materyallerin yapıştırılmasında orta ve yüzey tabakada farklı özelliklere sahip üre formaldehit (ÜF) reçinesi kullanılmıştır. ÜF reçinelerine ait özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1
ÜF reçinelerinin özellikleri

Reçine özellikleri	Birim	Üre Formaldehit (ÜF)	
		Orta tabaka	Yüzey tabaka
Katı madde miktarı	%	65,0	57,0
Yoğunluk	gr/cm ³	1,265	1,232
Mol oranı	mol	1,22	1,05
Akış zamanı	sn	52-53	35-36
pH		8,0-8,2	8,2-8,4

2.2. Yöntem

Deney numuneleri TS EN 312 (2012) standartlarında uygun olarak hazırlanmış olup, her grup için 10 deney örneği alınarak test edilmiştir. Deney örnekleri üzerinde yapılacak mekanik ve fiziksel testler ve bu testlere ait limit değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Deney numuneleri üretilen levhaların tamamını temsil edecek ve istatistiksel analizlerin sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlayacak şekilde ve sayıda seçilmiştir.

Tablo 2
Test standartları ve limit değerler

Mekanik ve Fiziksel Testler	Birim	Standart No	Örnek Boyutları (mm)	Örnek Sayısı	Limit Değerler
Yüzeye dik yönde çekme direnci	N/mm ²	TS EN 319	50x50	10	≥ 0,35
Eğilme direnci	N/mm ²	TS EN 310	50x410	10	≥ 13
Elastikiyet modülü	N/mm ²	TS EN 310	50x410	10	≥ 1600
Kalınlığına şişme (2 saat)	%	TS EN 317	50x50	10	≤ 20
Su alma (2 saat)	%	TS EN 317	50x50	10	≤ 80
Serbest formaldehit tayini	mg/100g	TS EN ISO 12460-5	25x25 (150g)	10	E-1 ≤ 8

2.1.1. Deney levhalarının üretimi

Deney levhalarının üretiminde kullanılan yonga ve taş yünü oranları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3
Odun yongası ve atık taş yünü kullanım oranları

Levha Tipi	Levha Taslağı Yonga/Taş yünü Oranları		
	Yüzey tabaka (%)	Orta tabaka (%)	Taş yünü oranı (%)
Kontrol	40	60	0
A1	40	58,5	1,5
A2	40	57	3,0
A3	40	56,5	4,5
A4	40	54	6,0

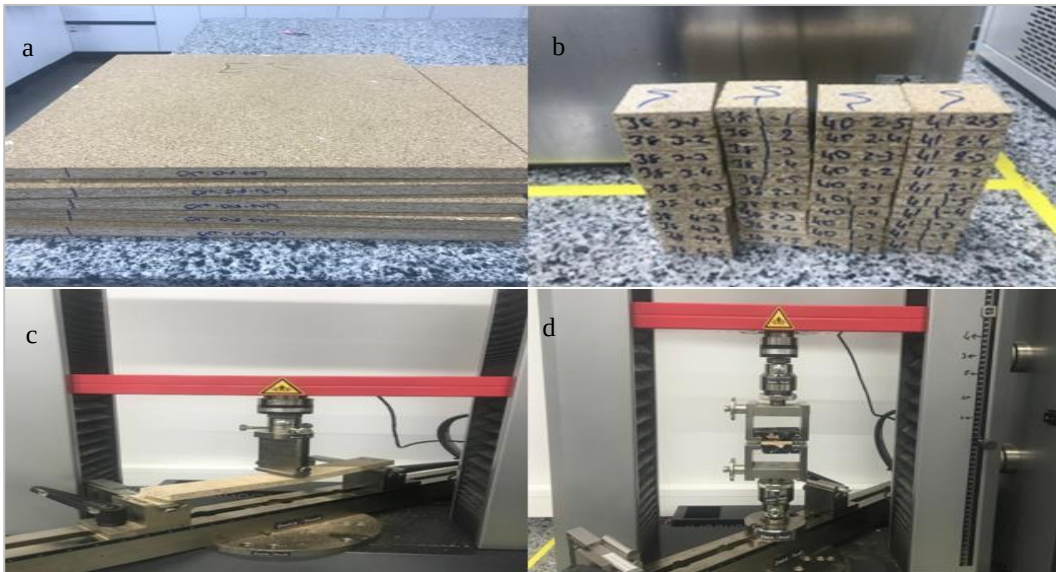
Deney levhalarının üretiminde geleneksel yonga levha iş akışı takip edilmiştir. Yongaların tutkallanmasında tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakada %7, yüzey tabakada %12 oranlarında, katı madde oranı sırası ile %65 ve %58 olan üre formaldehit reçineleri kullanılmıştır. Sertleştirici olarak tutkal litresine oranla orta

tabakada %2,5, yüzey tabakada %0,5 olacak şekilde %20 katı madde içeriğine sahip amonyum klorür (NH_4Cl) kullanılmıştır. Su itici olarak kuru yonga ağırlığına oranla %0,8 oranında %60 katı madde içerikli parafin emülsiyonu kullanılmıştır. Levha taslağının tabakalara göre ağırlıkça oranı %35 yüzey tabaka, %65 orta tabaka şeklinde olup, orta tabakaya kuru yonga ağırlığına oranla sırasıyla %1,5, %3, %4,5 ve %6 oranında taş yünü elyafı ilave edilmiştir. Presleme işlemi 195 ± 5 °C sıcaklık, 5 dakika süre ve 30 kg/cm^2 basınç koşullarında hidrolik deney presinde gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda $550 \times 550 \times 16$ mm kalınlığında ve $710 \pm 10 \text{ kg/m}^3$ hedeflenen yoğunlukta deney levhaları üretilmiştir. Deney levhalarının üretimine ait görseller Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Deney örneklerinin üretimi (a: Tutkallama, b: Serme, c: Levha taslağı, d: Sıcak pres)

Üretilen deney örnekleri 4-7 gün kondisyonlanma süreci ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem) tamamlandıktan sonra net kalınlığı $16 \pm 0,1$ mm olacak şekilde kalibre zımpara makinelerinde zımparalanmıştır. Deney levhaları, test örnekleri ve mekanik testlere ait görseller Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. Deney numuneleri (a, b), eğilme-elastikiyet modülü direnci (c) ve yüzeye dik çekme direnci (d)

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada taş yünü kullanım oranının deney levhalarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi tek yönlü ANOVA analiziyle, faktörler arasında farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ise %95 güvenle DUNCAN testi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere ilişkin sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Test sonuçlarına ilişkin istatistiksel analizler

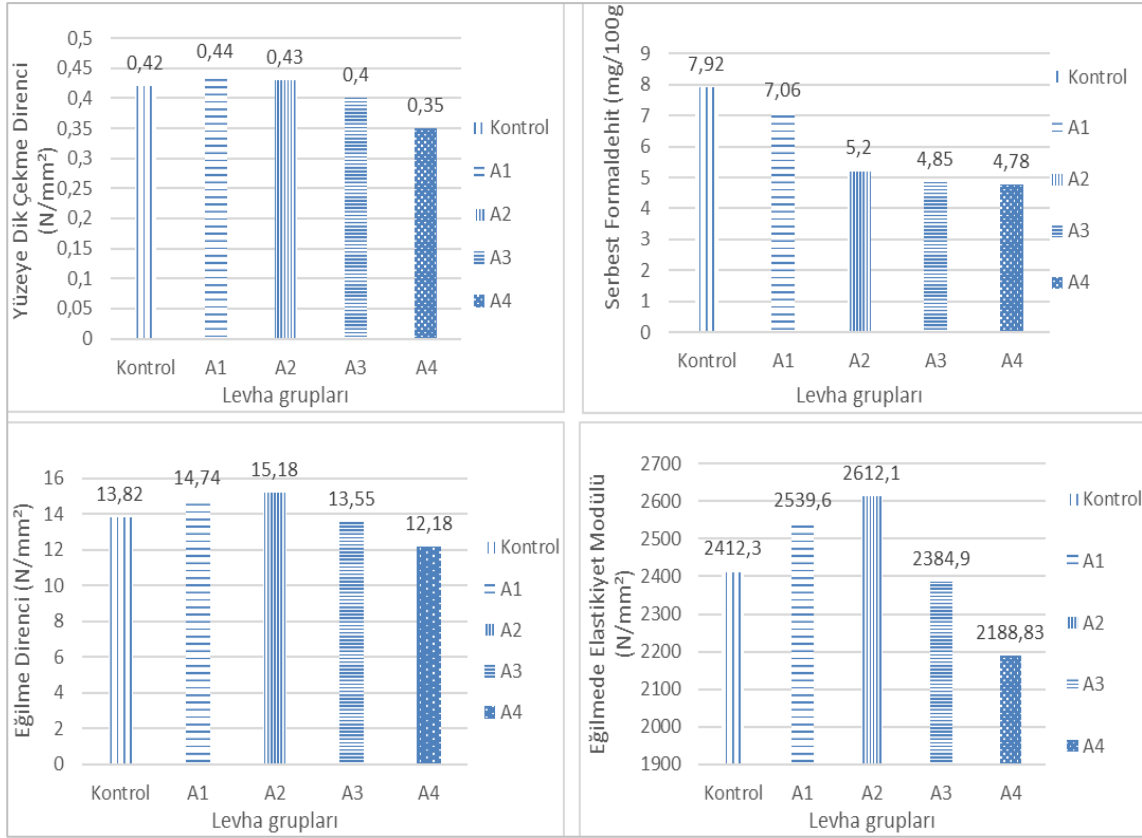
Testler	Faktör	Grup	n	Ortalama	Std sapma	p
Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Kontrol	0,00%	10	0,42 ^a	0,014	<0,002*
	A1	1,50%	10	0,44 ^a	0,013	
	A2	3,00%	10	0,43 ^a	0,013	
	A3	4,50%	10	0,40 ^b	0,017	
	A4	6,00%	10	0,35 ^c	0,015	
Eğilme Direnci (N/mm ²)	Kontrol	0,00%	10	13,82 ^b	0,60	<0,001*
	A1	1,50%	10	14,74 ^a	0,55	
	A2	3,00%	10	15,18 ^a	0,70	
	A3	4,50%	10	13,55 ^b	0,68	
	A4	6,00%	10	12,18 ^c	0,55	
Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Kontrol	0,00%	10	2412,30 ^b	79,31	<0,001*
	A1	1,50%	10	2539,60 ^a	92,23	
	A2	3,00%	10	2612,10 ^a	90,86	
	A3	4,50%	10	2384,90 ^b	76,21	
	A4	6,00%	10	2188,83 ^c	86,51	
2 Saat Kalınlığına Şişme (%)	Kontrol	0,00%	10	21,69 ^c	1,13	<0,001*
	A1	1,50%	10	20,28 ^b	0,67	
	A2	3,00%	10	18,83 ^a	0,79	
	A3	4,50%	10	21,73 ^c	0,84	
	A4	6,00%	10	23,42 ^d	0,87	
2 Saat Su Alma (%)	Kontrol	0,00%	10	66,65 ^c	1,64	<0,003*
	A1	1,50%	10	64,87 ^b	1,35	
	A2	3,00%	10	60,37 ^a	1,33	
	A3	4,50%	10	66,52 ^c	0,95	
	A4	6,00%	10	71,28 ^d	1,06	
Serbest Formaldehit (mg/100g)	Kontrol	0,00%	10	7,92 ^c	0,65	<0,001*
	A1	1,50%	10	7,06 ^b	0,58	
	A2	3,00%	10	5,20 ^a	0,52	
	A3	4,50%	10	4,85 ^a	0,47	
	A4	6,00%	10	4,78 ^a	0,59	

*: 0,05 güven aralığına önemli, her bir özellik için aynı harfler istatistik olarak önemli bir fark olmadığını belirtmektedir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda taş yünü oranının lif levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığı %95 doğruluk oranı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucu taş yünü oranının; yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü, kalınlığına şişme, su alma, serbest formaldehit salınımı özellikleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Gruplar arası farklılığı görmek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

3.1. Mekanik Özellikler ve Formaldehit Emisyonu

Deney levhalarının mekanik özellikleri ve formaldehit emisyonuna ilişkin grafikler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Deney levhalarının mekanik özellikleri ve formaldehit emisyonuna ilişkin grafikler

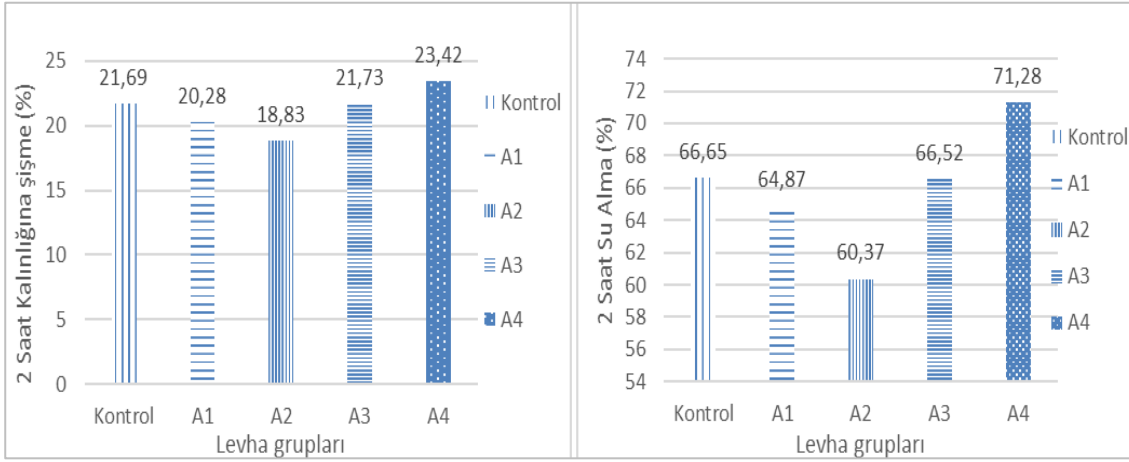
Deney örneklerinin mekanik özelliklerinden yüzeye dik çekme üzerine taş yünü kullanım oranının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Test sonuçları kontrol örnekleri karşılaştırıldığında en yüksek değer $0,44 \text{ N/mm}^2$ ile %1,5 oranında taş yünü kullanılan A1 deney numunesinde, en düşük değer ise $0,35 \text{ N/mm}^2$ ile %6 oranında taş yünü kullanılan A4 deney örneklerinde olduğu anlaşılmıştır. Test sonuçlarından levha taslağı içerisinde inorganik malzeme olan taş yünü oranı arttıkça iç yapılaşma direnci değerlerinde düşüşler görülmüştür. Bu durum taş yünü morfolojik özellikleri nedeniyle birim alanda lifsel malzemenin reçine ile bağlanma kabiliyetini düşürmesi ile açıklanabilir. Araştırmadan elde edilen bulgular (Kara ve Ayrılmış, 2022)'nin yapmış oldukları çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Deney numunelerinin mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine taş yünü kullanım oranının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Test sonuçları kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında en yüksek değerlere sırasıyla eğilme direncinde $15,18 \text{ N/mm}^2$, elastikiyet modülünde ise $2612,10 \text{ N/mm}^2$ ile %3 oranında taş yünü kullanılan A2 deney numunesinde, en düşük değerlere ise sırasıyla eğilme direncinde $12,18 \text{ N/mm}^2$, elastikiyet modülünde ise $2188,83 \text{ N/mm}^2$ ile %6 oranında taş yünü kullanılan A4 deney numunesinde tespit edilmiştir. Test sonuçlarından levha taslağı içerisinde taş yünü kullanım artışının eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu görülmüştür. Bu durumun taş yünü elyafının morfolojik özellikleri nedeniyle birim alanda yonga ile bağ yapmasını olumsuz yönde etkilemesi ile açıklanabilir (Kara ve Ayrılmış, 2022).

Deney örneklerinin serbest formaldehit değerleri üzerine taş yünü kullanım oranının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Buna rağmen tüm levha grupları aynı emisyon sınıfı ($E1 = 8 \text{ mg/100g}$) içerisinde yer almıştır. Test sonuçları kontrol örnekleri karşılaştırıldığında en düşük değer $4,78 \text{ mg/100 gr}$ ile A4 deney örneğinde, en yüksek ise $7,92 \text{ mg/100 gr}$ ile kontrol numunesinde tespit edilmiştir. Test sonuçlarından taş yünü artışına bağlı olarak formaldehit salınımlarının azaldığı görülmüştür. Bu durum üzerinde levha taslağı içinde lifsel malzeme yerine inorganik malzeme (taş yünü) kullanılmasının etkisi olduğu düşünülmektedir.

3.2. Su Alma ve Kalınlığına Şişme

Su alma ve kalınlığına şişme değerlerine ait grafikler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Su alma ve kalınlığına şişme değerlerine ait grafikler

Deney numunelerinin fiziksel özelliklerinden 2 saat kalınlığına şişme ve su alma değerleri üzerine taş yünü kullanım oranının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Test sonuçları kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında en düşük değerlere sırasıyla kalınlığına şişme %18,83, su almada %60,37 ile %3 oranında taş yünü kullanılan A2 deney numunesinde, en yüksek değerlere ise sırasıyla kalınlığına şişmede %23,42, su almada ise %71,28 ile %6 oranında taş yünü kullanılan A4 deney numunesinde görülmüştür. Test sonuçlarından levha taslağında belli bir düzeyde taş yünü elyafı kullanılmasına bağlı olarak 2 saat kalınlığına şişme ve su alma değerlerinde bir düşüş görülmüştür. Bu durum taş yününün odun yongasına göre su iticilik özelliğinin daha iyi olması ile açıklanabilir. Farklı bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kara ve Ayrılmış, 2022).

4. Sonuçlar

Yapılan bu araştırma ile endüstriyel taş yünü elyafının sıfır atık kapsamında yonga levha üretimlerinde belirlenen oranlarda kullanılarak mekanik ve fiziksel direnç özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Deney örnekleri üzerinde yapılan deney ve analizler sonucunda elde edilen önemli sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Kontrol örneği (%0 taş yünü) ile karşılaştırıldığında levha özelliklerindeki en yüksek iyileşme %3 atık taş yünü kullanımında gerçekleşmiştir. Buna göre levhaların 2 saat kalınlığına şişme ve su alma değerlerinde sırası ile %10 ve %13 oranında azalma görülürken, mekanik özelliklerden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü dirençlerinde ise yine sırası ile %10 ve %8 oranında artış olduğu hesaplanmıştır. Yüzeye dik çekme direncindeki en yüksek artış ise %5 olarak, %1,5 atık taş yünü kullanımında tespit edilmiştir.
- Elde edilen bulguların genel kullanım amaçlı üretimi yapılan yonga levhaların standartlarda belirtilen limit değerleri genel olarak karşıladığı görülmüştür.
- Yonga levhaların orta tabakasında taş yünü içeriğinin %3 ve altında kullanılması durumunda deney örneklerinin yüzeye dik çekme direnci, eğilme ve elastikiyet modülü ve boyutsal kararlılık özellikleri üzerinde olumlu yönde belirgin bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Fakat taş yünü kullanım oranının %3'ün üzerinde kullanılması durumunda mekanik ve fiziksel özelliklerinde düşüşler görülmüştür.
- Levha taslağı içerisinde taş yünü elyafının yüzdelik artışına bağlı olarak serbest formaldehit değerlerinde belirgin bir şekilde düşüşler tespit edilmiştir.

- Gelecek çalışmalarda atık camyünü levhaların farklı tabakalarında ve değişik oranlarda kullanılarak bu kullanımın levha özellikleri üzerin etkisi araştırılabilir.

Sonuç olarak atık taş yününün yonga levha üretiminde orta tabakada %3 oranında kullanılması kontrol örneğine (%0 taş yünü) kıyasla levha özelliklerini iyileştirmiştir. Orman kaynaklarının kısıtlı olduğu ülkemizde taş yünü gibi farklı özelliklere sahip inorganik malzemelerin ahşap esaslı levha üretiminde uygun oranlarda kullanılmasının hem levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmesi, hem de hammaddeye alternatif yardımcı bir kaynak oluşturacak olması bakımından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılması aşamasında desteklerinden dolayı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu fabrikası yöneticilerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Mehmet Erdal KARA: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Hikmet Yazıcı: Analizleri planlamış, tasarlamış ve makaleyi yazmıştır.

Enüs KOÇ: Hammadde teminini sağlamış ve çalışmayı tasarlamıştır.

Recep AYKAN: Veri toplamış, planlama ve istatistiksel analizi yapmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akıncı, H. (2007). Günümüzde uygulanan ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri, uygulama teknikleri ve fiyat analizleri (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- Ayrılmış, N. (2012). Enhancement of dimensional stability and mechanical properties of light MDF by adding melamine resin impregnated paper waste. *International journal of adhesion and adhesives*, 33, 45-49.
- Çamlıbel, O. ve Akgül, M. (2021). Kalsit mineral katkılı orta yoğunlukta liflevha (MDF)'nin yanma performansının araştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 29-37.
- da Rocha, E.B.D., de Sousa, A.M.F. ve Furtado, C.R.G. (2020). Properties Investigation of novel nitrile rubber composites with rockwool fibers. *Polymer Testing*, 82, 106291.
- da Silva, A.P.S., Ferreira, B.S., Favarim, H.R., Silva, M.F.F., Silva, J.V.F., dos Anjos Azambuja, M., ve Campos, C. D. (2019). Physical properties of medium density fiberboard produced with the addition of ZnO nanoparticles. *BioResources*, 14(1), 1618-1625.
- İMSAD (2023). Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği (İMSAD) yapı sektörü raporu. Erişim Tarihi: 01.12.2024. https://imsad.org/dflip/Uploads/Files/Yapi_Sektoru_Raporu_2023_web.pdf
- İstek, A., Çelik, S. ve Özlüsoylu, İ. (2020). Yonga Levha Üretiminde Motorlu Testere Talaşı Kullanımının Bazı Levha Özelliklerine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3), 886-896.
- Kara, M.E. ve Ayrılmış, N. (2022). "Effect of Using Rock Wool on Mechanical and Physical Properties of Oriented Strandboard (OSB)." *International Scientific Journal. "Industry 4.0" ISSN 2534-997X; PRINT ISSN 2534-8582. VII, ISSUE 3, P.P. 102-104.*
- Kolak, M.N. ve Oltulu, M. (2021). Atık Malzeme İçeren Polimer Bazlı Kompozitlerin Isıl İletkenlik Özelliklerinin İncelenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(2), 310-320.
- Kurt, R. (2020). Determining the priorities in utilization of forest residues as biomass: an A'wot analysis. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 14(2), 315-325.
- Kutluata, N. Ö., Olgun, Ç. ve Gür, M., (2023). Atık Emprenyeli Kağıtların Standart Kalite Yüksek Yoğunluklu Lif Levha (HDF) Üretiminde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Laboratuvar Denemesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(3), 369-377.

- Larney, M. ve Van Aardt, A.M. (2010). Case study: Apparel industry waste management: a focus on recycling in South Africa. *Waste Management & Research*, 28(1), 36-43.
- Llantoy, N., Chàfer, M. ve Cabeza, L.F. (2020). A comparative life cycle assessment (LCA) of different insulation materials for buildings in the continental Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, 225, 110323.
- Mróz, K., Hager, I. ve Korniejenko, K. (2016). Material solutions for passive fire protection of buildings and structures and their performances testing. *Procedia Engineering*, 151, 284-291.
- Ozyhar, T., Depnering, T., Ridgway, C., Welker, M., Schoelkopf, J., Mayer, I. ve Thoemen, H. (2020). Utilization of inorganic mineral filler material as partial replacement for wood fiber in medium density fiberboard (MDF) and its effect on material properties. *European journal of wood and wood products*, 78, 75-84.
- Özlüsoylu, İ. (2023). The Effect of Varnish Type, Glue Amount, and Density on the Surface Properties of Low Density Particleboards Produced From Waste Wood Bark. *BioResources*, 18(4).
- Öztürk, B. (2010). Hybrid effect in the mechanical properties of jute/rockwool hybrid fibres reinforced phenol formaldehyde composites. *Fibers and Polymers*, 11, 464-473.
- Ramírez, C.P., del Río Merino, M., Arrebola, C.V., Barriguete, A.V. ve Kosior-Kazberuk, M. (2019). Analysis of the mechanical behaviour of the cement mortars with additives of mineral wool fibres from recycling of CDW. *Construction and building materials*, 210, 56-62.
- TS EN 310 (1999). Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312 (2012). Yonga levhalar- Özellikler Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317 (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319 (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 325 (1999). Ahşap esaslı levhalar-Deney numunelerinin boyutlarının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Turgay Akbulut, T., Ayrılmış, N., Özden, Ö. ve Avcı, E. (2021). Potential application of fibrous sludge waste from paper mills in particleboard production. *Forestist*, 71(1), 54-61. DOI: 10.5152/forestist.2020.20051
- Väntsi, O. ve Kärki, T. (2014). Mineral wool waste in Europe: a review of mineral wool waste quantity, quality, and current recycling methods. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 16, 62-72.
- Var, A.A. (2012). Borlu Madde Katılım Oranlarının Yongalevhanın Yüzey Sağlamlığına Katkıları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1. Special Issue), 112-119.
- Zihlif, A.M. ve Ragosta, G. (2003). A study on the physical properties of rock wool fiber-polystyrene composite. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 16(3), 273-283.

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