

Bartın Orman Fakültesi Dergisi

Journal of Bartın Faculty of Forestry

Publisher and Editor's Office

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

Editor-in-Chief

Birsen DURKAYA, Prof.

Co-editor and Section Editors

Deniz Aydemir, Prof,
Rıfat Kurt, Assoc. Prof,
Sinan Kaptan, Asist. Prof,
Eser Sozen, Dr.
Erol İmren, Dr.

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
Duzce University, Duzce, 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

İsmet Dasdemir
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: idasdemir@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

Mehmet Sabaz
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: msabaz@bartin.edu.tr

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

Nedim Saracoglu
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: nedimsaracoglu@bartin.edu.tr

Peter Niemz
ETH-Zurich, Zurich, Switzerland.
E-mail: niemzp@retired.ethz.ch

Surhay ALLAHVERDIEV
Moscow State Education University, Moscow,
Russia.
E-mail: surhay@mail.ru

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

The BAROFD is abstracted and indexed by

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

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

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

CONTENTS

Research Article

Pages

- Buğday saplarından KOH yöntemiyle elde edilen kağıt hamurlarının parlaklık ve opaklık değerlerinin incelenmesi ve modellenmesi.....1 – 8
Investigation and modeling of gloss and opacity values of pulp obtained from wheat straw by the KOH method
Ayhan GENÇER, Rifat KURT
- Marka Kent Olma Yolunda Kent Mobilyası Tasarımı ve Uygulaması: Bartın İli Örneği. 9 – 18
Urban Furniture Design and Application on the Way to Become a Brand City: The Case of Bartın Province
Kadir KAYAHAN
- Modifiye edilmiş ahşabın hızlandırılmış yaşlandırması: Isıl işlemlerle örnekler ile asetillendirilmiş örneklerin kıyaslanması..... 19 – 32
Accelerated weathering of modified wood: Comparison of heat treated samples with acetylated samples
Eylem DİZMAN TOMAK, Ahmet CAN, Mahmut Ali ERMEYDAN, Mehmet Ali AYDIN
- Ekstraktiflerin dut odununun dış ortam dayanımına etkisi 33 – 42
Effect of extractives on the weathering resistance of mulberry wood
Mahmut Ali ERMEYDAN, Rıza DİZMAN, Eylem DİZMAN TOMAK, Ahmet CAN
- Tekstil Sektöründe Kullanılan Su İtici Kimyasalların Ahşap Malzemenin Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi..... 43 – 57
The Effect of Water Repellent Chemical (Ruco-DryEco®) Used in The Textile Sector on Some Physical Properties of Wood
Suat ALTUN, Veysel KAPÇAK
- Ofis Mobilyalarında Çevrim İçi Müşteri Şikâyetlerinin Değerlendirilmesi 58 – 70
Assessment of Online Customer Complaints in Office Furniture
Cihangir KASAPOĞLU, Kadir KAYAHAN
- Arıt Bölgesi (Bartın) Ballarında Polen Analizi 71 – 95
Pollen Analysis of Honeys in Arıt Region (Bartın)
Müge MISIR, Rabia İŞKİL Zafer KAYA
- Esmahanım Deresi Havzası'nın (Akçakoca-Düzce) Morfometrik Özellikleri ve Taşkınlarla Etkisi..... 96 – 118
Morphometric Features of Esmahanım Creek Basin (Akçakoca-Duzce) and its Effects on Overflow
Vedat AVCI
- Antalya Bazı Kent Parklarındaki Odunsu Bitki Taksonlarının Ekolojik Tolerans Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi 119 – 136
Evaluation of Woody Plant Taxa in Some Urban Parks of Antalya in Terms of Ecological Tolerance Criteria
Selma KÖSA
- Sündiken Dağlarının Macroheterocera Faunası (Türkiye: Eskişehir)..... 137 – 152
The Macroheterocera Fauna of the Sündiken Mountains (Türkiye: Eskişehir)
Nebahat KOCASARAÇ, Selma SEVEN ÇALIŞKAN, Mustafa ÖZDEMİR

Yükseltiye Göre Meraların Bazı Toprak ve Vejetasyon Özelliklerinin
Karşılaştırılması 153 – 169
Comparison of Some Soil and Vegetation Features of Rangelands by Elevation
Şahin PALTA İlhami YAMAN Eren BAŞ

Afyonkarahisar Ulu Cami Mahfil ve Mihrabının Ksilolojik Analizi 170 – 176
Xylological Analysis of the Mahfil and Mihrab of the Afyonkarahisar Grand Mosque
Barbaros YAMAN Ali Akın AKYOL Esra PULAT Ayşe YILDIZ

Saf Kızılcım (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde Aktif ve Pasif Uydu Görüntüleri
Kullanılarak Topraküstü Biyokütlenin Tahmin Edilmesi (Anamur Orman İşletme
Şefliği Örneği) 177 – 191
*Estimating Aboveground Biomass Using Active and Passive Satel-lite Image in Pure Calabrian
Pine (Pinus brutia Ten.) Stands (A Case Study in Anamur Forest Planning Unit)*
İzzet GÜVERÇİN Alkan GÜNLÜ

Review Articles and Editorials

Prof. Dr. Zafer Kaya'nın Özgeçmişi ve Bilimsel Yayınları 192 – 196
In Memoriam Zafer Kaya (1954 – 2023)
Barbaros YAMAN

Buğday saplarından KOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının parlaklık ve opaklık değerlerinin incelenmesi ve modellenmesi

Ayhan Gençer^{1,*}, Rıfat Kurt¹

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

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 18.05.2022

Kabul: 15.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Anahtar Kelimeler – Buğday sapı, KOH metodu, Dövme, CIE L*a*b* renk evreni, Regresyon analizi

Öz – Bu çalışmada, buğday saplarından KOH yöntemiyle kâğıt hamuru elde edilmiş ve deneme kâğıtlarının L*, a*, ve b* değerleri, opaklık ve parlaklık değerleri ölçülerek sıcaklık artışı ile meydana gelen değişim incelenmiştir. Bu kapsamda pişirme süresi ve KOH oranı sabit tutularak, maksimum sıcaklık değerleri 110, 120 ve 130 °C’lerde değiştirilmiş ve üç farklı hamur elde edilmiştir. Her üç pişirmede elde edilen hamurlardan elde edilen kâğıt gruplarında L* değeri 70’in üzerinde ölçülmüştür. Bu kâğıtların beyaza yakın olduğu anlamına gelmektedir. a*,b* değerleri + değerde olduğundan kâğıtlar kırmızı ve sarı renktedir. b* değerinin a* değerinden oldukça yüksek olması sarı rengin kırmızı renge göre daha baskın olduğunu göstermektedir. Dövme ile opaklık azalmıştır. Hamurların parlaklık değerleri aynı °SR indisinde 110 °C’den 120 °C çıkarılması ile azalmış 130 °C’ye çıkması ile tekrar artmıştır. Bununla birlikte çalışmada, opaklık ve parlaklık değerleri regresyon analizi ile modellenerek farklı °SR indisi ve sıcaklık değerlerindeki kâğıt hamuru parametreleri tahmin edilmiştir.

Investigation and modelling of brightness and opacity values of pulp obtained from wheat straw by the KOH method

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

Article History

Received: 18.05.2022


Accepted: 15.03.2023


Published: 15.04.2023

Research Article

Abstract – In this study, the pulp was obtained from wheat straw by the KOH method, and the change with temperature increase was investigated by measuring the L*, a*, and b* values, opacity, and gloss values of the test papers. In this context, three different pulps were obtained by keeping the cooking time and KOH ratio constant, and the maximum temperature values were changed at 110, 120, and 130 °C. The L* value was measured above 70 in all three paper groups obtained from the pulp. This means that the papers are close to white. Since a*,b* values are +, the papers are red and yellow. The fact that the b* value is considerably higher than a* value indicates that yellow is more dominant than red. Opacity decreased with the beating. The gloss values of the pulps decreased by subtracting 120°C from 110°C at the same °SR index and increased again when it was increased to 130°C. In addition, opacity and gloss values were modelled with regression analysis, and pulp parameters at different °SR index and temperature values were estimated.

Keywords – Wheat straw, KOH method, Beating, CIE L*a*b* color universe, Regression analysis

¹  agencer@bartin.edu.tr

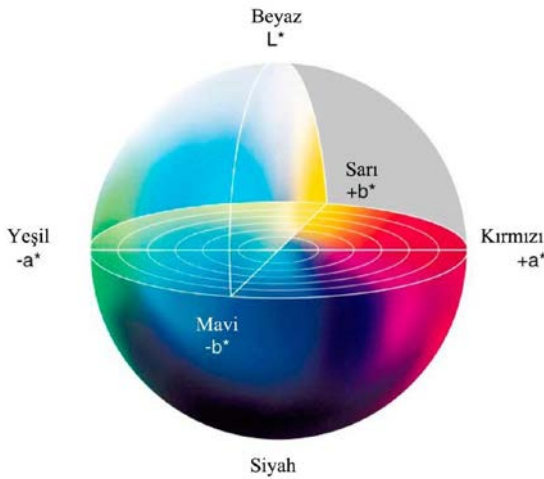
²  rkurt@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Test aletleri icat edilmeden önce kâğıdın kalite özellikleri deneyimli insanların duyusu ile yapılıyordu. Örneğin; kâğıdın yumuşaklığı, düzgünlüğü ve hacimliliği dokunma ile, vurularak çıkardığı sestene ise bazı direnç özellikleri hakkında bilgi verilebiliyordu (Bostancı, 1984). Benzer şekilde tekstil endüstrisinde de 1930'lu yıllardan önce renkle ilgili değerlendirmelerin ağırlıklı olarak göz ile yapıldığı belirtilmiştir (Acar, 2009). İnsan gözünün hassasiyeti ışığın çeşitli radyasyonlarına her dalga boyu için sabit değildir ve kişiden kişiye değişmektedir. Bugüne kadar geliştirilen cihazlar sayesinde renk ölçümünde göz ile verilen kararlara göre daha kesin sonuçlar verilebilmektedir. Günümüzde renk ölçümleri spektrofotometre yardımıyla yapılmaktadır. Kolorimetri renkleri karakterize eden fiziksel nicelikleri ölçen bilimdir (Lorusso vd., 2007). Şekil 1'de 1976'da CIE (Commission Internationale de L'éclairage) tarafından üç boyutlu uzayda renklerin yerleştirildiği CIE L*a*b* diyagramı geliştirilmiştir (Brües vd., 1999).

CIE L*a*b* renk evreninde L* simgesi 0 ila 100 arasındadır ve açıklığı ifade eder. L*= 100 değeri beyazı, L*= 0 değeri ise siyahı gösterir. a* ve b* ifadeleri ise kromatik karakteristiklerdir. a* artıdan eksiye doğru kırmızıdan yeşile giderken, b* artıdan eksiye doğru sarıdan maviye gitmektedir (Shortall, 2005).



Şekil 1. CIE L*a*b* renk evren modeli

a* ve b* eksenleri birbirlerine dik açı yapar ve nötral noktada kesişir (parlaklığa bağlı olarak gri veya beyaz). Üçüncü eksen L*, açıklık/koyuluğun (parlaklığın) bir ölçüsüdür ve a* ve b* eksenleri tarafından oluşturulan düzleme dik olup bu düzlemi nötral noktada kesmektedir. Aynı rengin farklı tonları, a* ve b* eksenleri tarafından oluşturulan düzlem içerisinde nötral noktadan dışarıya doğru uzanan bir hat üzerinde yer almaktadır.

Buğday sapsarı sülfürsüz işlemler için uygun olduğundan hamur üretiminde çevreci yöntemlerde kullanılabilir (Sun vd., 1997). Ayrıca, buğday sapsarının morfolojik özellikleri baskı kalitesi yüksek kâğıtlar üretmeye elverişlidir (Wagberg vd., 1990). Yıllık bitkilerden ağırlanabilir kâğıt hamuru üretiminde soda yöntemi tercih edilmektedir (Kırcı, 2000). Alkali yöntemler asit yöntemlere göre daha çevreci ve az kirleticidir (Casey, 1960). Ancak, soda yönteminden geriye kalan sodyum içerikli atık sular ve katı birikintiler aşırı yüklenme sonucu toprak ve sularda tuzluluğa neden olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan KOH'dan siyah çözeltiye geçen potasyum bitkiler için faydalı bir besin kaynağıdır. Diğer elementlere göre bitkilerin topraktan daha fazla potasyum aldığı ve bu oranın bitki türüne göre değişmekle beraber bitkinin tam kuru ağırlığına oranla %0,2-11 arasında bulunabileceği belirtilmiştir (Kacar, 1985). Doğru kullanılması halinde potasyumlu atık sular ve katı çökeltiler atık yerine faydalı hale dönüştürülebilir. Daha önce KOH yöntemiyle kâğıt hamuru üretiminden geriye kalan yüksek alkali özellikteki siyah çözeltiden sülfürik asit ve orto-fosforik asit titrasyonu ile pH 7'ye düşürülerek elde edilen tuzlar bakla üretiminde gübre olarak kullanılmış ve başarılı olduğu bildirilmiştir (Gençer vd., 2006).

Alkali yöntemlerle kâğıt hamuru üretiminde kullanılan alkali türü, miktarı, lignoselülozik hammaddenin türü pişirme sıcaklığı ve süresi gibi bazı parametreler, kâğıt hamurunda kalan lignin ve diğer maddelerin oranlarına bağlı olarak hamurun rengini belirler. Hamur rengi ise elde edilecek kâğıdın rengini doğrudan etkileyen bir parametredir. Yazı ve baskı kâğıtlarında açık renk istenmektedir. Aksi halde, koyu renkler üzerine yazılan yazı veya yapılan baskının ayırt edilmesi zor olacaktır. Bu nedenle ağartılacak hamurlarda yaygın olarak soda yöntemi kullanılır. Bu çalışmada NaOH yerine benzer özellikte bir baz olan KOH kullanılmıştır.

Bu çalışmada, buğday saplarından KOH yöntemiyle 110, 120 ve 130 °C sıcaklıklarda elde edilmiş kâğıt hamurlarından yapılan deneme kâğıtlarının L*a*b* değerleri, opaklık ve parlaklık değerler ölçülmüştür. Ayrıca, farklı sıcaklık, °SR indisi değerlerindeki opaklık ve parlaklık değerleri regresyon analiziyle modellenerek tahmin edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, lignoselülozik hammadde olarak buğday (*Triticum aestivum* L.) sapları kullanılarak KOH yöntemiyle kâğıt hamuru elde edilmiştir. Buğday sapları ile yaklaşık 5 cm uzunluğunda kesilmiştir. Maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 60 dakika ve KOH oranı %14 olarak sabit tutulmuştur. Sodyum (Na) ve potasyum (K) 1A grubu elementleri olup, hidroksitleri benzer özellikler gösterirler. Ancak, KOH NaOH'a göre daha zayıf bir bazdır. Deniz vd. (2004) NaOH yöntemi ile kâğıt hamuru üretiminde 120°C pişirme sıcaklığının ideal olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, pişirme sıcaklığı seçilirken aynı sıcaklık ve 10°C altı ve 10°C üstü alınarak, maksimum pişirme sıcaklığı 110, 120 ve 130°C olmak üzere değiştirilerek üç farklı hamur elde edilmiştir. Pişirme işlemi laboratuvar tipi, elektrikle ısıtılan, döner kazan kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hava kuru örneklerde rutubet tayini yapıldıktan sonra her pişirme için kazana tam kuru ağırlığı 700 g örnek, %14 KOH, örnek/çözelti oranı 1/5 olacak şekilde yüklenmiştir. Her pişirme işleminden sonra kazan vanası 5 dakika açık bırakılarak kazandaki buhar tahliye edilmiştir. Hamurlar 10 dakika sabit süreyle yıkanmıştır. Eşit olarak 3 parçaya bölünen her bir hamur, açıcıda 5 dakika sabit sürede açılmıştır. Elde edilen hamurlar yıkandıktan sonra TAPPI T 275 sp-02 (2002) standardına göre Somerville tipi sarsıntılı vakum eleğinde elenerek elek artığı ayrılmıştır. Daha sonra yıkanıp süzdürülen hamurlar el ile sıkılarak rutubet tayini yapılmak üzere polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir. Tam kuru yonga ağırlığına göre hamur verimi TAPPI 412 om-02 (2002) standardına göre % olarak hesaplanmıştır. Elenen hamurlar TAPPI T 200 sp-01 (2001) standardına göre Hollander'de 35 ve 50 °SR'e kadar dövülmüştür. Hamurların serbestlik derecesi Schopper Riegler cihazında ISO 5267-1 (2012) standardına göre belirlenmiştir. Dövülmüş hamurlardan ISO 5269-2 (2013) standardına göre 75 ± 2 g/m² gramajlı 10'ar adet deneme kâğıdı yapılmıştır.

Kâğıdın en önemli optik özellikleri beyazlık, parlaklık ve opaklıktır. Bu özellikler kâğıdın ışığı emme ve yansıtma özelliğine bağlıdır (Eroğlu, 1990). Deneme kâğıtlarının L*a*b* değerleri, opaklık (TAPPI t 519 om-02) ve parlaklık (TAPPI T 525 om-02) değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerlerin ortalamaları regresyon analiziyle modellenerek farklı sıcaklık ve °SR indisi değerlerine ilişkin tahminler gerçekleştirilmiştir. Regresyon modelinde bağımlı değişkenleri tahmini yapılacak olan opaklık ve parlaklık değerleri, bağımsız değişkenleri ise sıcaklık, °SR indisi ve L*a*b* değerleri oluşturmuştur.

3. Bulgular

3.1. Buğday saplarından KOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarına ilişkin ölçümler

KOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verim, viskozite ve Kappa numarası değerleri ve siyah çözeltilerin pH değeri ölçülerek Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi sıcaklığın 110 °C'den 120 °C'ye yükselmesi ile hamur verimi artarken, 120 °C'den 130 °C'ye yükselmesi ile azalmıştır. Diğer taraftan sıcaklığın yükselmesi ile elenmiş verim, viskozite ve kapa numarasında düşüş meydana gelmiştir. Daha önce buğday saplarından KOH-hava yöntemi ile yapılan bir çalışmada da aynı sonuca varılmıştır (Gençer ve Eroğlu, 2017). Bu sonuç, çalışmamızı desteklemektedir.

Viskozitenin azalması ise sıcaklık artışı ile selüloz ve hemiselülozlardaki degridasyondan kaynaklanmaktadır. Sıcaklığın 110 °C'den 120 °C'ye yükselmesi ile viskozite %4,91 oranında düşerken, 120 °C'den 130 °C'ye yükselmesi ile %0,35 oranında düşmüştür. Sıcaklığın 110 °C'den 120 °C'ye yükselmesi ile pH değerinde %3,28 oranında azalırken, 120 °C'den 130 °C'ye yükselmesi ile sabit kalmıştır. KOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının farklı sıcaklıklarda elenmiş verim, viskozite ve Kappa numarası değerleri ve siyah çözeltinin pH değeri ölçülerek Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Kâğıt hamurlarının elenmiş verim, viskozite ve Kappa numarası değerleri ile siyah çözeltinin pH değeri

Sıcaklık (°C)	110	120	130
Elenmiş Verim (%)	38,00	40,36	40,20
Viskozite (cm ³ /g)	895	851	848
Kappa No	40,04	38,00	36,11
pH	12,2	11,80	11,80

Piştirme koşullarında sıcaklık artışı ve dövme oranlarının değişimi ile kâğıtlarda renk değişimini ortaya koyabilmek için L*a*b* değerleri ölçülerek Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Buğday saplarından farklı sıcaklıklarda KOH yöntemiyle elde edilen hamurdan üretilmiş kâğıtların ortalama L*a*b* değerleri

Sıcaklık	22 °SR			35 °SR			50 °SR		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
110 °C	75,225	3,60	26,29	74,49	3,96	26,92	71,65	4,91	28,67
	75,84	3,51	25,28	74,54	4,05	26,41	71,97	4,49	27,06
	75,59	3,88	26,68	74,49	3,97	26,72	72,56	4,34	27,04
	75,52	3,86	26,30	74,71	3,88	27,20	71,88	4,60	27,22
	76,07	3,77	26,28	74,45	3,86	26,84	71,67	4,62	27,91
	77,23	2,82	27,16	73,52	4,34	27,95	71,93	4,54	27,65
	76,30	3,58	26,12	74,68	4,15	27,18	72,13	4,51	27,49
	76,23	3,56	21,17	76,27	3,36	25,48	72,42	4,41	26,42
	75,75	3,64	26,42	74,66	4,04	26,67	71,97	4,62	27,44
	75,75	3,71	26,61	74,11	4,21	27,35	72,09	4,42	27,58
75,49	3,85	26,53	74,86	3,96	26,15	71,96	4,53	27,56	
76,25	3,61	25,13	74,71	3,86	26,47	72,11	4,61	27,81	
120 °C	21 °SR			35 °SR			50 °SR		
	73,25	4,63	24,29	71,86	5,07	25,14	69,87	5,20	25,53
	73,23	4,72	23,53	71,92	4,86	25,23	70,28	5,07	25,29
	73,50	4,60	24,16	72,02	4,95	24,83	69,46	5,44	26,02
	73,34	4,59	24,22	72,20	4,89	24,95	69,93	5,13	25,86
	72,91	4,66	24,62	71,89	4,99	25,23	69,85	5,26	25,57
	73,21	4,49	24,51	72,18	5,07	24,41	69,65	5,45	26,40
	73,58	4,52	23,98	72,14	5,02	25,05	70,36	5,25	25,08
	73,26	4,55	24,38	72,03	4,98	24,76	70,10	4,36	25,25
	73,43	4,52	24,52	71,97	5,05	24,80	69,95	5,16	25,37
	73,40	4,57	24,18	72,10	5,11	24,63	69,77	5,15	25,71
	73,38	4,36	24,47	71,99	4,99	24,83	69,85	5,08	25,98
73,17	4,66	24,53	72,26	4,86	24,55	69,66	5,30	25,51	
130 °C	20 °SR			35 °SR			50 °SR		
	75,75	3,49	25,65	74,45	4,12	26,88	72,97	4,38	26,77
	75,49	3,80	25,88	74,65	4,00	25,52	72,81	4,42	27,31
	76,07	3,59	25,69	74,22	4,06	26,75	72,96	4,19	26,48
	76,16	3,49	25,56	74,33	3,88	26,19	73,07	4,15	27,25
	76,38	3,88	24,08	74,25	4,06	26,74	72,33	4,44	27,69
	75,64	3,63	25,87	73,92	4,14	26,85	73,11	4,29	26,62
	76,22	3,64	25,75	74,63	3,97	26,42	72,97	4,22	26,68
	76,05	3,80	25,96	74,36	3,90	26,00	73,09	4,38	26,33
	76,13	3,55	25,06	74,22	3,95	27,04	72,94	4,27	26,61
	76,19	3,55	25,40	73,97	4,00	26,86	72,89	4,37	26,71
	76,11	3,63	25,45	74,30	3,96	26,96	72,96	4,32	26,58
76,05	3,64	25,04	74,33	3,90	25,99	72,62	4,37	26,75	

$L^*a^*b^*$ değerleri incelendiğinde her üç pişirmede de L^* değeri 70'in üzerinde bulunmaktadır. Bu durum kâğıtların beyaza yakın olduğunun bir kanıtıdır. a^*b^* değerlerinin pozitif olması, kırmızı ve sarı rengin mevcut olduğunu göstermektedir (Luo, 2016; Yılmaz vd., 2022). Ancak, b^* değerinin a^* değerinden oldukça yüksek olması sarı rengin kırmızı renge göre daha baskın olduğunu göstermektedir (Raval vd., 2017; Sönmez ve Arslan, 2021).

Hamurların parlaklık değerleri aynı °SR indisinde 110 °C'den 120 °C çıkarılması ile azalmış 130 °C'ye çıkması ile tekrar artmıştır (Tablo 3). Oysa artan sıcaklıkla delignifikasyonun artması (Novo vd., 2011; Subhedar ve Gogate, 2014) ve buna bağlı olarak da parlaklığın artması beklenir (Dalal ve Natale-Hoffman, 1999). Parlaklığın yükselen sıcaklıkla azalması çözeltiliye geçen ligninin tekrar hamur üzerine çökmesi ile meydana gelmiş olabilir. Buna kanıt olarak 120 °C'den 130 °C'ye çıkıldığında delignifikasyonun artması sonucu parlaklığın yeniden artması gösterilebilir.

Dövülmemiş hamurlardan üretilen kâğıtların opaklık değerleri karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri 120 °C'de elde edilen hamurların kâğıtlarında olduğu görülmektedir. Bütün hamurlarda dövme ile opaklığın azaldığı görülmektedir. Hamurların opaklık değerleri aynı °SR indisinde 110 °C'den 120 °C çıkarılması ile azalmış 130 °C'ye çıkması ile tekrar artmıştır (Tablo 3). Oysa artan sıcaklıkla delignifikasyonun artması ve buna bağlı olarak da opaklığın azalması beklenir (Gençer ve Şahin, 2015). Yükselen sıcaklıkla opaklığın azalması çözeltiliye geçen ligninin tekrar hamur üzerine çökmesi ile meydana gelmiş olabilir. Buna kanıt olarak 120 °C'den 130 °C'ye çıkıldığında delignifikasyonun artması sonucu opaklığın yeniden artması gösterilebilir.

Tablo 3

Buğday saplarından farklı sıcaklıklarda KOH yöntemiyle elde edilen hamurdan üretilmiş kâğıtların parlaklık ve opaklık değerleri

Özellikler	110 °C			120 °C			130 °C		
	22 °SR	35 °SR	50 °SR	21 °SR	35 °SR	50 °SR	20 °SR	35 °SR	50 °SR
Parlaklık (%)	29,98	29,06	25,88	29,50	27,00	24,14	29,87	28,45	26,51
	30,31	29,18	25,45	28,73	26,26	24,51	30,65	29,59	26,33
	30,27	28,76	24,49	29,39	27,03	23,52	30,26	28,69	26,27
	30,18	28,03	25,15	28,17	27,23	24,24	30,89	27,91	26,19
	30,34	28,60	24,92	28,57	26,41	23,92	32,40	28,58	25,44
	30,51	28,33	24,86	28,14	27,14	23,36	31,07	28,07	26,66
	30,65	28,05	24,56	29,39	27,10	24,82	31,89	28,86	26,72
	30,43	30,04	25,57	28,34	26,51	24,60	32,07	28,59	26,61
	30,42	28,33	25,43	28,40	27,24	24,07	31,29	28,44	26,58
	29,75	28,19	25,02	28,24	27,72	23,56	31,12	28,21	26,47
	30,58	28,63	24,90	27,53	26,85	23,59	30,65	28,07	26,74
30,24	28,59	24,22	27,63	26,70	23,68	30,70	28,80	26,77	
Opaklık (%)	95,35	94,10	91,80	97,70	97,10	96,55	96,45	95,30	93,95
	95,65	93,85	91,75	97,70	97,10	96,45	96,55	95,25	93,90
	95,50	94,15	91,75	97,70	97,10	96,55	96,55	95,25	94,05
	95,45	94,05	91,70	97,75	97,05	96,55	96,55	95,65	94,00
	95,35	93,80	91,75	97,90	97,10	96,55	96,55	95,65	93,95
	95,20	94,40	91,80	97,65	97,10	96,55	96,55	95,50	93,95
	95,65	94,15	91,80	97,75	97,05	96,55	96,55	95,45	94,00
	95,25	94,20	91,70	98,00	97,10	96,55	96,55	95,35	93,95
	95,00	94,30	91,75	97,90	97,10	96,55	96,45	95,25	94,00
	95,30	94,40	91,75	98,05	97,05	96,45	96,55	95,90	94,05
	95,25	94,35	91,70	97,85	97,05	96,55	96,55	95,45	93,95
95,25	94,15	91,75	97,65	97,10	96,55	96,55	95,35	94,05	

3.2. Regresyon analizleri ve tahminler

Parlaklık ve opaklık değerlerine ilişkin regresyon modelleri kurulmadan önce bağımlı ve bağımsız değişkenlerin regresyon analizi varsayımlarına uygunluğu test edilmiş ve veriler modele uygun hale

getirildikten sonra tahmin gerçekleştirilmiştir. Bu varsayımların en önemlilerinden biri olan normallik testlerine ilişkin sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde bazı değişkenlerin ($p < 0,05$) normallik koşulunu sağlamadığı görülmektedir. Ancak literatürde çarpıklık ve basıklık katsayısının +2 ile -2 arasında yer alması verilerin normal dağılım için kabul edilebilir olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Tabachnick vd., 2007; Pallant, 2001; Kurt ve İmren, 2021). Söz konusu değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin bu aralıkta yer alması dolayısıyla normal dağılım koşulunu sağladığı varsayılmıştır.

Tablo 4
Değişkenlere ilişkin Normallik testleri

Parametreler	Kolmogorov-Smirnov				
	İstatistik	df	p-değeri	Çarpıklık	Basıklık
Sıcaklık	0,222	108	0,000	0,000	-1,514
°SR	0,224	108	0,000	0,037	-1,505
a	0,073	108	0,192	0,081	-0,650
L	0,078	108	0,102	-0,212	-0,662
b	0,082	108	0,071	-0,630	1,370
Parlaklık	0,082	108	0,069	-0,130	-0,844
Opaklık	0,166	108	0,000	-0,656	-0,351

df: Serbestlik derecesi

Tablo 5’te kurulan regresyon modellerine ilişkin ANOVA sonuçları ile determinasyon katsayıları (R^2) verilmiştir. Tablo incelendiğinde R^2 değerlerinin oldukça yüksek, p ve F istatistik değerleri ise modellerin geçerli olduğu ya da bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin $\alpha=0,05$ önem seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Yani söz konusu yüksek R^2 değerlerinin seçilen bağımsız değişkenlerin opaklığı %88, parlaklığı ise %96 oranında açıkladığını ifade etmekte ve kurulan doğrusal modelin yapısının uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 5
Modellere ilişkin ANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken		SS	df	MS	F	p-değeri	R	R^2
Parlaklık	Regresyon	523,546	5	104,709	489,364	0,000	0,980	0,960
	Artık	21,825	102	0,214				
	Toplam	545,371	107					
Opaklık	Regresyon	297,923	5	59,585	151,665	0,000	0,939	0,881
	Artık	40,073	102	0,393				
	Toplam	337,996	107					

*SS: Kareler toplamı; df: Serbestlik derecesi; MS: Ortalama kare

Regresyon analizleri sonucunda opaklık ve parlaklık değerlerine ilişkin tahmin modelleri Denklem 3.1a ve Denklem 3.1b’de görülmektedir.

$$Y_{\text{Parlaklık}} = -55,313 + 0,022 X_{\text{Sıcaklık}} - 0,054 X_{\text{SR}} + 1,091 X_{\text{L}} + 0,921 X_{\text{a}} - 0,069 X_{\text{b}} \quad (3.1a)$$

$$Y_{\text{Opaklık}} = 158,112 + 0,073 X_{\text{Sıcaklık}} - 0,155 X_{\text{SR}} - 0,763 X_{\text{L}} - 0,156 X_{\text{a}} - 0,359 X_{\text{b}} \quad (3.1b)$$

Eşitliklerdeki denklemler kullanılarak farklı sıcaklık ve °SR değerlerine sahip parlaklık ve opaklık değerleri tahmin edilmiş ve Tablo 6’da verilmiştir. Tablo incelendiğinde yüksek sıcaklık, düşük °SR değerlerinde parlaklık ve opaklık artarken, düşük sıcaklık yüksek °SR değerlerinde azaldığı görülmüştür.

Tablo 6

Farklı sıcaklık ve °SR değerlerine ait tahmini parlaklık ve opaklık değerleri

Sıcaklık (°C)	°SR	L*	a*	b*	Parlaklık (%)	Opaklık (%)
115	25	74,68	4,06	25,54	29,32	95,85
125	30	74,18	4,16	25,59	28,81	96,15
135	40	73,06	4,39	25,89	27,47	96,04
140	45	72,51	4,51	26,04	26,80	95,98
145	50	71,95	4,62	26,19	26,13	95,93
150	55	71,40	4,74	26,34	25,45	95,87
155	60	70,84	4,85	26,49	24,78	95,81
160	65	70,29	4,96	26,64	24,11	95,75
110	55	70,98	4,82	27,14	24,15	92,96
120	45	72,30	4,55	26,44	26,14	94,53
160	25	75,15	3,96	24,64	30,79	99,12
125	65	69,92	5,04	27,34	22,97	93,21

* L*a*b*değerleri sıcaklık ve °SR'ye bağlı olarak tahmin edilmiştir.

4. Sonuçlar

Sıcaklık artışı ile kappa numarasının düşmesi artan sıcaklık değeri ile delignifikasyonun arttığını göstermektedir. Bu da kâğıdın parlaklığını arttırmaktadır. Hamura esmer rengi veren lignindir. Delignifikasyon nedeniyle lif çeperi liginin içeriği bakımından iç tabakalardan daha düşük değere sahiptir. Dövme ile fibrillenen liflerin iç tabakalarında bulunan ligninin açığa çıkar. Bu nedenle bütün hamurlarda dövme ile parlaklık değeri düşmüştür.

Opaklığın dövme ile azalması hamurun ışık geçirgenliğinin artması ile doğru orantılıdır. Bir madde de ışık geçirgenliği arttıkça opaklık özelliği azalmaktadır. Yapılan istatistiksel analizler sonucu farklı sıcaklık ve °SR indisleri için gerçekleştirilen opaklık ve parlaklık tahminleri yukarıda elde edilen sonuçları destekler nitelikte benzerlik göstermiştir.

Yazar Katkıları

Ayhan Gençer: Literatür taraması, araştırma, deneyler, metodoloji, yorumlama, kontrol ve yazım

Rıfat Kurt: İstatistiksel analizler, yorumlama, metodoloji, yazım, kontrol ve düzenleme

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Acar, K. (2009). *Fluoresans renkler içeren boyama reçetesi tahmin algoritmalarında başarımın artırılmasına yönelik yeni bir yöntem* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Bostancı, Ş. (1984). Kağıt endüstrisinde kullanılan önemli test yöntemleri, *Karadeniz Üniversitesi Dergisi*, 7(1):107-123.
- Brües, S., May, L., Fuchs, D. (1999). *Postscriptum on color management*. GretagMacbeth.
- Casey, J. P. (1960). *Pulp and paper chemistry and chemical technology*. Vol. 1, Second Edition. Wiley Interscience Publisher Inc., New York, 580 p.
- Dalal, E. N. and Natale-Hoffman, K. M. (1999). The effect of gloss on color. *Color Research & Application*, 24(5), 369-376.
- Deniz, İ., Kircı, H., Ates, S. (2004). Optimisation of wheat straw Triticum drum kraft pulping. *Industrial Crops and Products*, 19 (3): 237-243.
- Eroğlu, H. (1990). *Kağıt hamuru ve kağıt fiziği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2.Baskı, Yayın No:90, Trabzon. 623 s.
- Gençer, A., Eroğlu, H., Karakurt, R. (2006). Utilization of black liquor from KOH-Air paper pulp production method as a fertilizer in Broad Beans (*Vicia faba*) Cultivation. *Ecology*, 15 (61): 56-60.

- Gençer, A. ve Eroğlu, H. (2017). Manufacturing of pulp from wheat straw (*Triticum aestivum* L.) by KOH-air method, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 63-68. DOI:10.24011/barofd.322619
- Gençer, A. and Şahin, M. (2015). Identifying the conditions required for the NaOH method for producing pulp and paper from sorghum grown in Turkey. *BioResources*, 10(2), 2850-2858.
- ISO 5269-2 (2013). Pulps preparation of laboratory sheets for physical testing. Part 2: Rapid-Köthen method. International Organization for Standardization, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland.
- ISO 5267-1 (2012). Pulps- Determination of Drainability Part I: Schopper Reigler Method. International Organization for Standardization, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland.
- Kacar, B. (1985). *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Yayınları No:3, ISBN 975-7717-04-5, Ankara.
- Kırcı, H. (2000). *Kagıt hamuru endüstrisi ders notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın, No: 72, Trabzon.
- Kurt, R. and İmren, E. (2021). Regional clusters, similarities, and changes in Turkey's wood production: A comparative analysis using K-Means and Ward's clustering methods. *Wood Industry/Drvna Industrija*, 72(4): 337-346. <https://doi.org/10.5552/drvind.2021.2031>
- Lorusso, S., Natali, A. and Matteucci, C. (2007). Colorimetry applied to the field of cultural heritage: examples of study cases. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 7, 187-220.
- Luo, M. R. (Ed.). (2016). *Encyclopedia of color science and technology*. Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8071-7_100036
- Novo, L. P., Gurgel, L. V. A., Marabezi, K. and da Silva Curvelo, A. A. (2011). Delignification of sugarcane bagasse using glycerol–water mixtures to produce pulps for saccharification. *Bioresource technology*, 102(21), 10040-10046.
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual*. Buckingham: Open University Press.
- Raval, K., Shukla, R. and Shah, A.K. (2017). Color image segmentation using FCM clustering technique in RGB, L*a*b, HSV, YIQ color spaces. *European J. Adv. Eng. Tech.*, 4(3), 194–200.
- Shortall, A. C. (2005). How light source and product shade influence cure depth for a contemporary composite. *Journal of oral rehabilitation*, 32(12), 906-911.
- Sönmez, S. ve Arslan, S. (2021). Investigation of the effects on ink colour of lacquer coating applied to the printed substrate in the electrophotographic printing system. *Polish Journal of Chemical Technology*, 23(2), 35-40.
- Subhedar, P. B. and Gogate, P. R. (2014). Alkaline and ultrasound assisted alkaline pretreatment for intensification of delignification process from sustainable raw-material. *Ultrasonics sonochemistry*, 21(1), 216-225
- Sun, R. C., Lawther, J.M. and Banks, W.B. (1997). Physico-chemical characterization of organosolve lignins from wheat straw. *Cellulose Chemistry and Technology*, 31: 199-212.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics*. Vol 5. MA: Pearson, Boston.
- TAPPI T275 sp-02 (2002). Screening of pulp (Somerville-type equipment). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
- TAPPI T200 sp-01 (2001). Laboratory beating of pulp (Valley beater method). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
- TAPPI T412 om-02 (2002). Moisture in pulp, paper and paperboard. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
- TAPPI T519 om-02 (2002). Diffuse Opacity of Paper (d/0 paper backing). TAPPI Standarts, Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
- TAPPI T525 om-02 (2002). Diffuse Brightness of Pulp (d/0). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
- Wagberg, L., Zhao, X. P., Fineman, I. and Li, F.N. (1990). Effects of retention aids on retention and dewatering of wheat straw pulp. *TAPPI* Vol:73, No:4177-182 pp.
- Yılmaz, U., Tutus, A. and Sönmez, S. (2022). Effects of using recycled paper in inkjet printing system on colour difference. *Pigment & Resin Technology*, 51(3), 336-343.

Marka Kent Olma Yolunda Kent Mobilyası Tasarımı ve Uygulması: Bartın İli Örneği

Kadir Kayahan^{1*}

¹ Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 28.11.2022

Kabul: 15.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Kentlerde bulunan cadde, sokak, park gibi alanlarda insanların kullandıkları donatı elemanları, yaşamı kolaylaştıran, bulunduğu mekanın yaşanabilirliğini arttıran, estetik görüntü sağlayan farklı şekil ve yapıdaki elemanlardır. Donatı elemanlarının tasarımı yapılırken, kentin tarihi, kültürel, ekonomik ve sosyal yapısı dikkate alınmalıdır. Kentlerde kullanılan donatı elemanları birbirine benzediği için kentlerin kimlikleri ortaya çıkmamakta ve kimliklerin yok olmasına sebep olmaktadır. Çalışma kapsamında Bartın kentinin önemli yapılarından ve simgelerinden yararlanılmıştır. Bartın kent merkezinde sokak ve parklarda bulunan kentsel donatı elemanları, kent kimliği açısından ve tasarım kriterleri doğrultusunda değerlendirilerek tasarıma ilişkin problemler belirlenmiştir. 2017 yılında yapılan Bartın Kent Kimliği Çalıştayı sonucunda ortaya çıkan bulgulardan yararlanılarak uygun tasarımlar yapılarak kent mobilyalarının üretimi gerçekleştirilmiştir. Bartın çektirmesinden esinlenilerek oturma elemanı, Bartın kent merkezinde bulunan su terazisinden esinlenilerek aydınlatma elemanı ve Bartın evlerinin bahçelerinde bulunan su kuyularından esinlenilerek çöp kutusu tasarımları yapılmıştır. Sonuç olarak tasarımı yapılan kent mobilyalarının Bartın kentini simgeleyen yapılardan ve simgelerden yapılabileceği belirlenmiş ve diğer donatı elemanlarının da bu yaklaşımla tasarlanabileceği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Tasarım, Kent mobilyası, Kent kimliği, Marka kent

Urban Furniture Design and Application on the Way to Become a Brand City: The Case of Bartın Province

¹ Bartın University, Vocational School Furniture and Decoration Program, Bartın, Turkey

Article History

Received: 28.11.2022


Accepted: 15.03.2023

Published: 15.04.2023

Research Article

Abstract– The equipment elements used by people in areas such as streets, streets and parks in cities are elements of different shapes and structures that make life easier, increase the livability of the place where they are located, and provide an aesthetic appearance. While designing the reinforcement elements, the historical, cultural, economic and social structure of the city should be taken into account. Since the reinforcement elements used in the cities are similar to each other, the identities of the cities do not emerge and cause the identities to disappear. Within the scope of the study, important buildings and symbols of the city of Bartın were used. Urban equipment elements in streets and parks in the city center of Bartın were evaluated in terms of urban identity and in line with design criteria, and problems related to design were determined. Using the findings of the Bartın Urban Identity Workshop held in 2017, appropriate designs were made and the production of urban furniture was carried out. Seating element inspired by Bartın puller, lighting element inspired by water balance in Bartın city center, and trash can designs inspired by water wells in the gardens of Bartın houses. As a result, it has been determined that the designed urban furniture can be made of structures and symbols that symbolize the city of Bartın, and it has been suggested that other equipment elements can be designed with this approach.

Keywords – Design, Urban furniture, Urban identity, Brand city

¹  kkayahan@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

"Kimlik" terimleri, diğerlerinden farklılaşmayı gerektiren kalıcı bir aynılık ve birliğe atıfta bulunan bir şey anlamına gelir. Kent kimliği, teknik olarak, kalıcı şeyleri kentsel dönüşüm içinde arama ve onları kalıcı bir varlık olarak yetiştirme çabası olarak tanımlanabilir (Inn, 2004). Buna göre kimlik, ilk bakışta bariz ve görünen bir ayırım olduğu kadar, onu daha önce görmüş kişilerin imajıdır. Bu nedenle, kimlik her zaman özeldir ve tekrar üretilemez. Her şehrin, olumsuz ya da olumlu bir imaj olan benzersiz bir kimliği vardır. Kent imajı, kamusal alanlar, anıtsal binalar ve diğer özel özelliklerden oluşur. Markalaşma perspektifinden bakıldığında birçok şehir artık ikonik eserler yardımıyla kendilerini tanıtmaktadır (Rıza, Doratlı ve Faslı., 2012). Şehir markalaşmasıyla ilgili olarak, şehirler kendilerini tanıtmanın yeni yollarını aramaktadırlar. Teknolojideki hızlı değişimler ve yerelden küresel bir çevreye geçiş nedeniyle, şehirler çekici bir turistik yer, iş yeri, kültürel yer ve çok daha fazlası olmak için birbirleriyle rekabet etmek zorunda kalmaktadır (Kotler, 2002).

Bir kenti diğer kentlerden ayıran ve onun kendisine has özelliği ile adlandırılmasını ve tanımlanmasını gerçekleştiren birçok etken bulunmaktadır (Selvi Ünlü, 2017). Bu bağlamda kent kimliği; Bir kenti diğer kentlerden ayıran, sosyal, fiziksel, ekonomik, kültürel ve tarihi yönden gelişen ve geçmişten günümüze toplum üyelerinin yaşam biçimleri bütününe oluşturan bir yapı olarak ifade edilebilir (Güler vd., 2016).

Kent kimliğinin, kentlerin yaşadığı dönemi yansıttığı söylenebilir. Kent kimliğinin oluşumu; Geçmişte yaratılan unsurların yeniden yorumlanması ve yeni unsurların bir araya gelmesiyle oluşan, bugünü de kapsayan ve geçmişten geleceğe uzanan bir süreç olarak ifade edilebilir (Gül, 2013). Kent kimliği, kente ait olan, o kenti diğerlerinden farklı kılan değer katan ve o kente özgü öğelerin oluşturduğu bir bütündür (Biol,2007).

Kent mobilyaları; Cadde, yol, sokak, meydan, otopark gibi toplu kullanım alanlarına yerleştirilerek korunma, oturma, barınma, yönelme, ulaşım, atık biriktirme, aydınlatma, eğlenme, dinlenme gibi ihtiyaçları karşılayarak rüzgar, güneş, yağmur ve diğer dış etkenlerden korunma sağlayan elemanlardır (Aksu ve ark. 2010). Kentin yaşanabilirliğinde ve algılanmasında kentsel donatı elemanlarının rolü önemlidir. Kent mobilyaları kullanıcılar için farklı bir anlam ve öneme sahipken, kentle bütünleşerek kentin bir unsuru haline gelmektedir. Aynı zamanda pekiştirici unsurlar, aralarında dilsel bir bütünlük oluşturarak kent kimliğinin oluşmasına katkı sağlayan araçlardır (Sertkaya 2011).

Kentsel çevrenin kalitesini artırmak için kent mobilyaları bütüncül olarak tasarlanmalıdır. Ayrıca tasarımcılar, kentin tarihi ve kültürel özelliklerinden yola çıkarak kentte yaşayan insanların farklı ihtiyaçlarını karşılayabilecek kent mobilyaları tasarlamalıdır. Ayrıca kent mobilyası seçimi yapılırken ortak kullanılan donatılarla uyumlu olmasına özen gösterilmelidir. Farklı model ve farklı malzemeye sahip parçalar bir arada kullanıldığında kullanılan malzemenin cinsine göre farklı zamanlarda deforme olur ve bu da oldukça kötü bir görünüme neden olur. Kent için kent mobilyası seçimi genellikle belediyelerin açtığı ihalelerde istenilen model seçilerek gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde elde edilen kent mobilyaları, kentin kimliği ile uyum sağlamakta ve aynı zamanda kötü bir imaj oluşturmaktadır. Kent mobilyası alımı yapılırken, kent kimliğini ortaya koyan, o kentin dokusunu ve tarihi özelliklerini yansıtan bir tasarım seçmek, marka kent olma yolunda güzel bir adım olacaktır (Kayahan, 2020).

Kent mobilyaları tasarlanırken işlevsellik, üretilebilirlik ve ekonomiklik kriterleri göz önünde bulundurulur. Yapımda kullanılan malzemeler mekanın karakterine, kullanım koşullarına uygun, dayanıklı ve çevreye duyarlı olmalıdır. Kent mobilyaları, kullanıcının ihtiyaçlarına tam olarak cevap verebilmeli ve çevresindeki diğer unsurlarla uyum içinde olmalı, aynı zamanda kültürel özelliklere ve yaşam tarzına uygun olarak tasarlanmalıdır. Tüm bu kriterleri bünyesinde barındırabilen kent mobilyaları, görsel ve fiziksel olarak kentsel mekanla etkileşime girerek kullanıcıların keyifle kullanabilecekleri mekanlar oluşturmaktadır. Kent mobilyalarının başarısı ergonomik kriterlere göre işlevsellik, uygun malzeme, çevreye uygunluk, estetik, ekonomi ve işlenebilirlik açısından değerlendirilmektedir (Şerifzade, 2022). Tasarım sürecinde ortaya çıkan ürünün belir-

li bir amaca hizmet etmesi, bilinçli düşünce sonucu işlevsel olması, özgün bir özelliği olması, alışılmışın dışında, daha önce yapılmamış veya benzer ürünlerden önemli ölçüde farklı bir görseleliğe sahip olması gerekir (Önlü, 2010). Toplumunu oluşturan her kesimin kullanımına açık olan kamusal alanların ve bu alanlardaki kentsel öğelerin planlanması ve tasarımı süreçlerinde öncelikle kent kimliğine ilişkin saptamalar gerekir. Bu bağlamda, kamusal alanların ve bu alanlardaki kentsel donatıların içinde buldukları çevre ile ve kentin kimliği ile ilişkili ve uyumlu olması gerekmektedir (Çelikyay ve Karayılmazlar, 2016) .

Kent mobilyaları, ülke ve şehirlerin kültürel özelliklerine göre farklılık gösteren donatı elemanlarıdır. Bu unsurlar, kent kimliğinin ve toplum yaşamının kolaylaştırılmasında çok önemli bir role sahiptir (Bulut ve Atabeyoğlu, 2007). Kent mobilyaları kent yaşamını daha keyifli ve anlamlı kılmaya, kent konforu ve kent estetiği yaratmaya olanak sağlar (Yıldızcı, 2001). Kent mobilyaları, kentsel açık alan kullanıcılarının yaşam sürelerini ve yaşam kalitelerini artırmak için oldukça önemli bir unsurdur (Çoban ve Demir 2014). Kullanıcının ihtiyaçlarını karşılaması gereken donatılar uygun boyut ve özelliklerde olmalıdır (Aksu 2012; Düzenli vd. 2018). Kent mobilyaları, kenti ve çevresini güzelleştirmek için kullanılan bir dizi dekoratif unsur değildir. Bu elemanların görevi, işlevlerini sağlamak ve nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak, hayatlarını kolaylaştırmak ve rahatlıklarına katkıda bulunmak için bir takım işlevsel gereksinimleri karşılamalıdır (Gamito ve Sousa 2018).

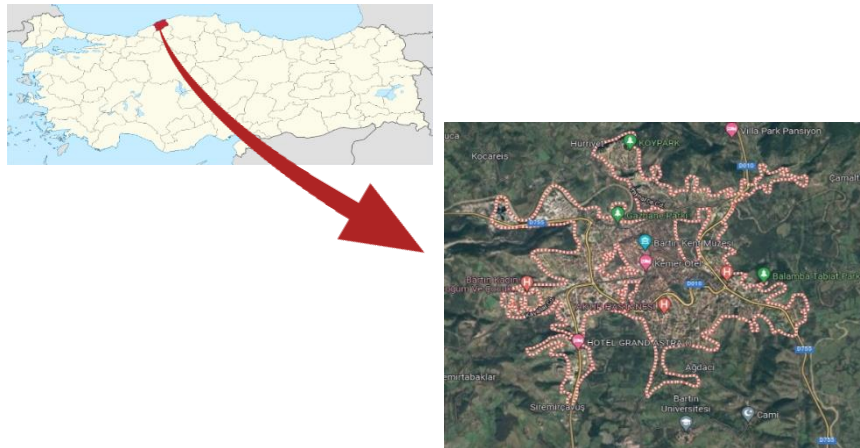
Kent mobilyaları, kent kimliğinin ortaya çıkarılmasında önemli bir unsurdur. Çünkü kent mobilyaları, vatandaşların fiziki konum olarak algıladıkları ve kentin bütünü ile ilişkilerin kurulduğu yerlere yerleştirilmektedir. Bu nedenle kent mobilyaları akılcı bir planda tasarlanmalı ve farklı disiplinlerin koordinasyonu ile ortaya çıkaracağı çözüm yolları ile düzenlenmelidir (Güner, 2015). Böylece fiziksel çevrenin kurucusu olduğu unsurlardan olan kent mobilyaları da kentin kimliğini belirleyen unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak, kent mobilyalarının fiziksel konumu ve kentli tarafından tüm kentsel ilişkilerin hissedildiği ortamlarda yer almasından kaynaklanmaktadır. Bilinçli kent mobilyası tasarımı, etkili bir kent kimliği oluşturmada önemli bir faktördür (Güneş, 2005).

Bu çalışmada, 2017 yılında yapılan Bartın Kent Kimliği Çalıştayı sonucunda ilgi grupları ile yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan bulgular doğrultusunda kent mobilyalarının tasarımları yapılmış ve örnek üretimleri gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada araştırma alanını Bartın ili kent merkezi oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada kent kimliği olma yolunda kent mobilyalarının önemi vurgulanmış ve kent mobilyası tasarımları yapılmıştır.

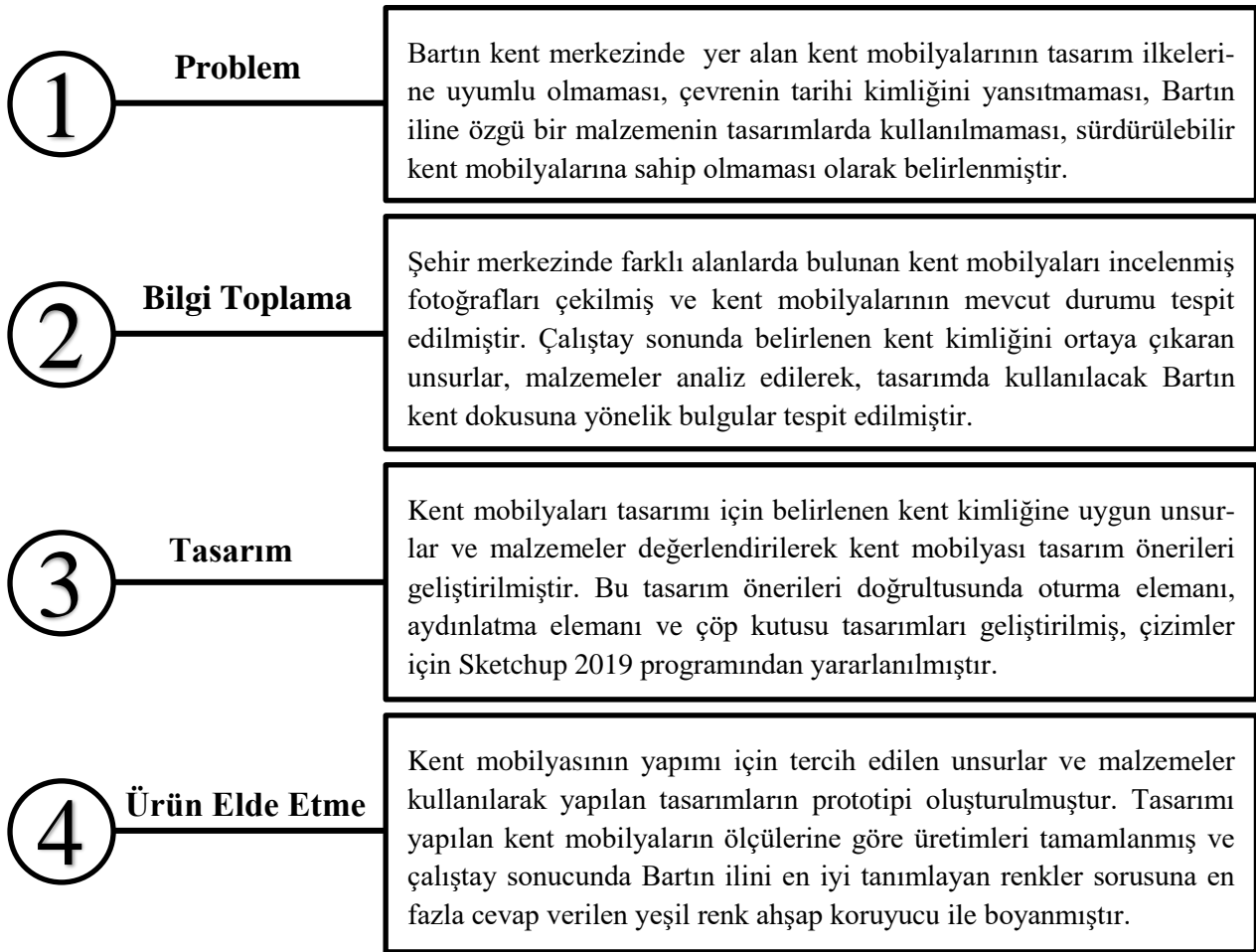


Şekil 1. Bartın ili görünümü

2.2. Yöntem

Araştırmada Bartın kent kimliğini yansıtan kent mobilyaları tasarımı için, 2017 yılında gerçekleştirilen “Bartın Kent Kimliği Çalıştayı” kapsamında ilgi gruplarına (Konaklama (otel, motel, misafirhane), Ulaşım (şehir içi, şehirlerarası) ve tur acenteleri, Özel sektör temsilcileri (hediyelik eşya satışı vb.), Gıda sektörü (restoran, kafe, fırın vb.), Basın yayın organları (radyo, TV, gazete), STK, Muhtarlar ve Yerel halk) yapılan anketler ve çalıştay sırasında ilgi grupları ile yapılan görüşmeler sonucunda belirlenen kent kimlik bileşenlerinden yola çıkılmıştır. Araştırmada literatür taraması yapılarak, kent kimliğini oluşturan kent mobilyaları araştırılarak, çalışma alanının tarihi kimliği ve mevcut durumu, Bartın geleneksel kent dokusu ve Bartın kent merkezindeki kent mobilyalarına ait bulgular tespit edilmiştir. Çalışma alanında yapılan gözlemler, fotoğraf çekimleri sonucunda en yoğun kullanılan kent mobilyalarından oturma elemanı, aydınlatma elemanı ve çöp kutusu çalışma kapsamına alınmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda kent kimliğini yansıtacak oturma elemanı, aydınlatma elemanı ve çöp kutusunun tasarımı yapılmış, tasarım süreci ve uygulamalı yapımı çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Kent mobilyası tasarım sürecinde; 1. Problem, 2 bilgi toplama, 3. Tasarım konsepti oluşturma ve 4. Ürün elde etme (uygulama) aşamaları takip edilmiştir. Ayrıca kent mobilyası tasarım sürecinde literatürdeki benzer çalışmalardan (Akyol, 2006; Aksu, 2012; Ertaş, 2017; Kahveci ve Göker, 2020; Tel, 2021; Kayahan, 2022; İçel vd., 2017) faydalanılmıştır.



Şekil 2. Kent mobilyaları tasarım süreç şeması

3. Araştırma Bulguları

3.1. Çalışma alanındaki kent mobilyalarına ait bulgular

Bartın şehir merkezindeki oturma elemanları incelendiğinde, genellikle ahşap ve ahşap-metal kombinasyonlu olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bölgenin orman ürünleri açısından zengin olması ve ahşabın sıcak bir malzeme olması nedeniyle oturma elemanlarında ahşabın kullanılmasının doğru bir tercih olduğu söylenebilir. Kent merkezinde beton-ahşap kombinasyonunun kullanıldığı oturma elemanlarına rastlanılmamıştır.



Şekil 3. Bartın ili kent merkezinde farklı yerlere konumlandırılmış oturma bankları (Kayahan, 2020).

Aydınlatma elemanlarının kullanımına bakıldığında Bartın merkezde genel olarak metal malzeme kullanımının oldukça fazla olduğu ve çoğunluk olarak aynı forma sahip aydınlatma elemanlarının tercih edildiği görülmüştür (Şekil 4). Genel olarak aynı forma sahip aydınlatma elemanlarının kullanımı kentte görsel bütünlüğün varlığını göstermektedir. Aydınlatma elemanlarında bulunan motif işlemler ve altın varak detaylar estetik bir görüntü oluşturmaktadır.



Şekil 4. Bartın ili kent merkezinde farklı yerlerde kullanılan aydınlatma elemanları (Kayahan, 2020).

Çöp kutularının kullanımına bakıldığında Şehir merkezlerinde en çok tercih edilen kent mobilyalarından birisidir. Kentte yeme ve içme eylemi sonrasında oluşacak atık malzemenin ortadan kaldırılması ve bu atık malzemelerin toplanabilmesi için önemlidir. Bartın merkezde farklı yerlere konumlandırılan çöp kutularının ağırlıklı olarak metal, ahşap ve ahşap-metal olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Bartın ili kent merkezinde farklı yerlere konumlandırılmış çöp kutuları (Kayahan, 2020).

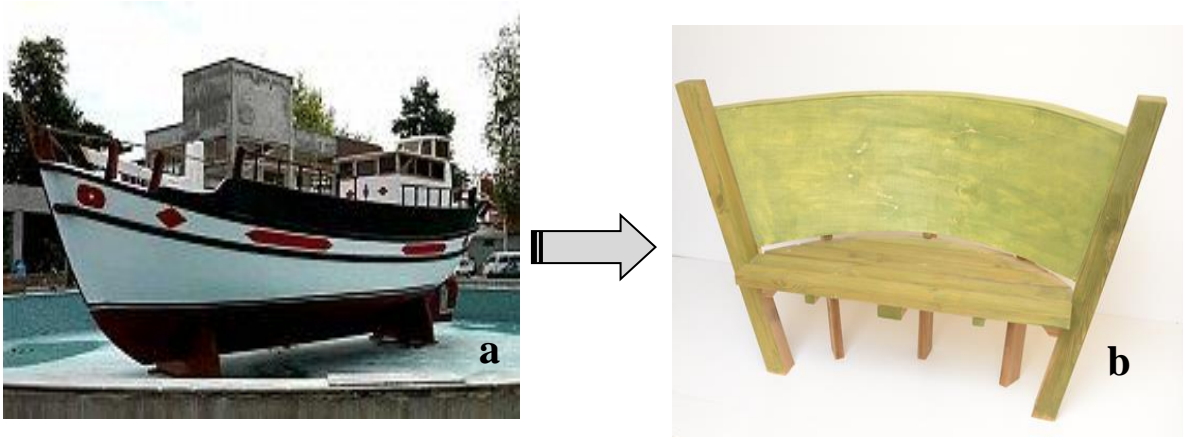
3.2. Tasarımı ve Üretimi Yapılan Kent Mobilyaları

3.2.1. Oturma Elemanı

Kent mobilyalarının oturma elemanları, kentte yaşayan insanlar tarafından sohbet etme, bekleme ve dinlenme eylemlerini gerçekleştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Oturma elemanlarının malzemeleri çok değişiklik gösterse de sıcak bir malzeme olduğu için en çok ahşap tercih edilmektedir. Oturma elemanları için tercih edilen malzemenin türü, antropometrik verileri ve estetik görüntüsü kişinin o oturma elemanını tercih etmesi konforu açısından önem teşkil eden bir unsur olacaktır (Kayahan, 2020). Oturma elemanları, şehirde dolaşan insanların gruplar halinde rahatlamak ve sohbet için tercih ettikleri ekipmanlardır. Bu donatıların seçiminde kentin kimliğini yansıtan unsurlar (figür, motif, sembol) kullanılırsa kente ziyarete gelecek kişilerin ilgisini çekerek tarih, kültür vb. konularda bilgi verecektir (Kayahan, 2020).

Karadeniz'de faaliyet gösteren ticari gemi türlerinin 19. yüzyılın son çeyreğine girerken azaldığı ve bunlardan bir tanesinin ön planda olduğu gözlenmiştir. Çektirme adı verilen bu geleneksel teknelerin ağırlıklı olarak, tekne yapımının en önemli hammaddesi olan ahşap yönünden zengin olan Batı Karadeniz bölgesi Bartın'da yapıldığı bilinmektedir (Kaplan, 2013).

Bu gemiler kancabaş pruva biçiminin sahiptir kıç ve baş şekilleri birbirine benzer. Bu şeklin, kıçtan gelen dalgaların tekneyi kıyıya vururken sallamaması için tercih edildiği bilinmektedir. Bu gövdelerin geniş kirişli yapısı, yük altında dalgalı denizlerin üstesinden gelmek için uygundur. 30 tondan 450 ton kapasiteye kadar Bartın Tersanelerinde farklı ebatlarda çektirme imalatı yapılmıştır (Topuz, 2007). Tasarımı yapılan oturma bankı Bartın çektirmesinden esinlenerek yarım form olarak tasarlanmış ve üretimi yapılmıştır.



Şekil 6. Ahşap bank tasarımı (a: Bartın çektirmesi görüntüsü , b: Üretimi yapılan oturma elemanı)

Kentlerde kullanılan oturma elemanları kentlerin doğru bölgelerine yerleştirilirken, görsellik arka plana itilmekte ve kentte yeterli sayıda bulunmaması sebebiyle ihtiyacı giderememektedir.

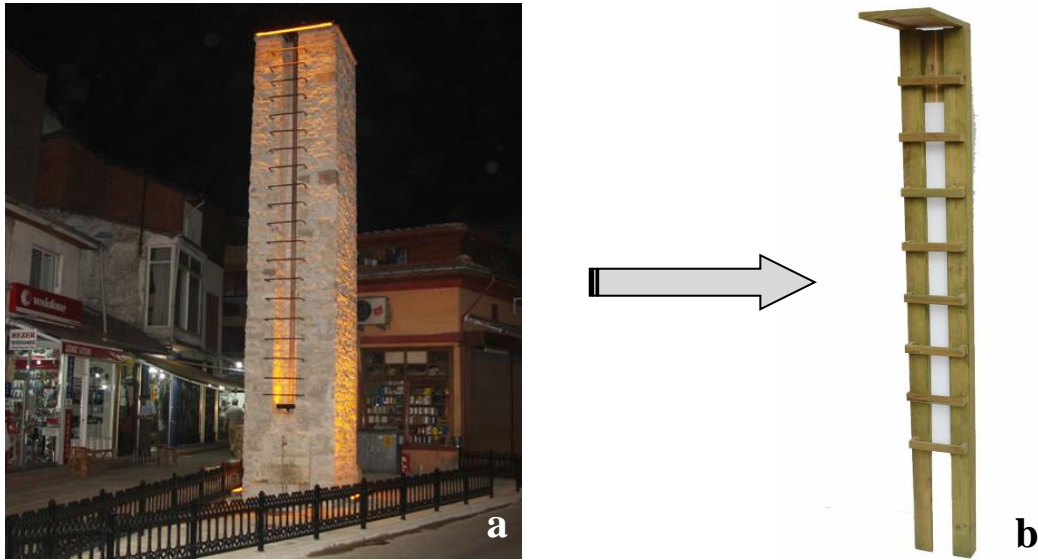
Oturma elemanları, diğer donatı elemanlarından bağımsız olacak şekilde konumlandırılmaktadır. Aynı forma sahip oturma elemanları açık yeşil alanlarda ve yeni yapılan parklarda konumlandırıldığı için bu oturma elemanlarına olan talep daha fazladır ve bu durum orada bir yoğunluk oluşturmaktadır.

Oturma elemanları farklı malzemelerden üretilmekte ve bu malzemelerin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Oturma elemanlarının tasarımında kullanılan bu malzemelerin özelliklerini de iyi bilmek gerekmektedir. Tercih edilecek malzeme mevsim şartlarına karşı dayanıklı olmalı ve yenilenebilir bir malzeme tercih edilmelidir. Genel olarak oturma elemanlarında ahşap, metal, beton-ahşap, metal-ahşap, kompozit malzeme kombini olarak imal edilmektedir.

3.2.2. Aydınlatma Elemanı

Kentte ilk fark edilen öğeler ışıklı gereçler olduğu için kent aydınlatma elemanlarıdır. Bu nedenle kentsel alanlarda diğer kent mobilyalarına göre özellikle aksamları daha fazla görsel etkiye sahiptir. Aydınlatma elemanlarını diğer şehir mobilyalarından ve çevrelerinden bağımsız tasarlamak, buldukları çevrede olumsuz görsel etkiler yaratabilmektedir. Çünkü aydınlatma elemanları; Kentte görsel etkisi çok güçlü olan kent mobilyası olarak algılanmaktadır. Bu nedenle kent kimliğini taşımaları ve kentle bütünleşmelidir (Küçükçılıç, 2008).

1887 yılında esnafın su ihtiyacını karşılamak için yapılan su terazisi, Bartın'ın önemli tarihi yapılarından biridir. 12.20 m yüksekliğinde, geniş tabanlı, yükseldikçe daralan dikilitaş şeklinde kesme taştan yapılmıştır. Demir merdivenlerle tepeye çıkmak mümkündür (URL1).



Şekil 7. Aydınlatma elemanı tasarımı (a: Su terazisi görüntüsü , b: Üretimi yapılan aydınlatma elemanı)

Yaşamımızın her aşamasında var olan ışık temel ihtiyaçlarımızdandır. Kuşkusuz çevremizi diğer duyu organlarımız ile algılayabilir ve tanımlayabiliriz; fakat gözümüz ile bu tanımlama ve algılama, oldukça basit ve ayrıntılı olabilmektedir. Fakat görebilmek için ilk olarak ışık kaynağına ve ışığın yansıdığı yüzeyin bulunması gerekir. Meydan, yol, park, gezi alanları, bahçe, yaya yollarının aydınlatılmasında yararlanılan aydınlatma elemanlarının hepsinin aydınlatma özellikleri kadar biçim, gereç, boyut, sayıları, taşıma sistemleri ile kentin görüntüsünde gece ve gündüz etkileri de önemlidir. Böyle bir etkide çevre ile uyumlu olması önemli bir fak-

tördür (Şerefhanoglu,1991). Böyle bir etkide aydınlatma elemanının çevresi ile uyumu değerlendirilmesi gereken önemli bir konudur. Özellikle gündüz ışıklar yanmadığı süre içerisinde aydınlatma elemanlarının özellikleri bu açıdan büyük önem taşımaktadır (Şerefhanoglu, 1991). Aydınlatma elemanları kent içerisinde farklı modeller de olabilmektedir. Bu farklılık kent kimliğinin oluşmasında büyük bir engel olmakta ve kentin kötü görünmesine sebep olmaktadır (Kayahan, 2020).

3.2.3. Çöp Kutusu

Farklı şekil ve formlarda üretilen, dış ortama konuldukları alanın kirlenmemesi için farklı yerlere konumlandırılan donatı elemanlarıdır (Şişman ve Yetim, 2004). Çöp kutuları en çok ihtiyaç duyulacak yerlere yerleştirilmeli ve kolayca görülebilmelidir. Yayaların geçişine engel olmayacak ve tekerlekli sandalyelerin geçişine engel olmayacak şekilde alana yerleştirilmelidir (Yücel, 2006).

Kentte farklı yerlere konumlandırılan ve kullanılan çöp kutuları metal, ahşap, ahşap-metal veya kompozit malzemeden birlikte kullanılmaktadır (Şekil 3). Bartın kent merkezinde evlerin bahçelerinde bulunan çoğunluğu kullanılmayarak kapatılan su kuyuları bulunmaktadır. Su kuyularının duvarları taş ile örülmüş ve ierisine yabancı maddelerin kaçmaması içinde genelde ahşap malzemeden yapılmış bir kapak ile kapatılmaktadır. Günümüzde bu su kuyularının sayısı giderek azalmıştır. Genelde içleri toprakla doldurularak kullanılamaz hale getirilmiştir. Tasarımı yapılan çöp kutusu da bu su kuyularından esinlenerek tasarlanmış ve uygulaması yapılmıştır.



Şekil 8. Çöp kutusu tasarımı (a: Su kuyusu görüntüsü , b: Üretimi yapılan çöp kutusu)

4. Sonuç ve Öneriler

Her kent içinde yaşayan bireylerin kültürlerini, yaşam biçimlerini ve değerlerini yansıtmaktadır. Bu bakımdan kentler birbirinden farklı özellikler göstermektedir. Kent mobilyaları da bu çerçeve içerisinde hem kentten hem de kullanıcıdan etkilenmiştir. Kent mobilyaları bir kentin yalnız süs araçları değil, kentte yaşayan insanların kent içerisindeki yaşamlarını düzenleyen ve hayatı kolaylaştıran donatı elemanlarıdır. Her yaştan, tipten ve ırktan kullanıcıya hitap eden kent mobilyalarının yaşlı, özürlü gibi insanlar da göz önüne alınarak ve içinde bulunduğu kente uyumlu, doğaya saygılı olarak tasarlanmaları ve uygulanmaları yalnız tasarımsal başarıyı değil, o kentin çağdaş uygarlık seviyesini de gösterecektir. Hızla gelişen teknoloji ve ürün çeşitliliği kent mobilyalarında da kullanılmalıdır. Burada önemli olan faktörlerden biri şudur; kent mobilya tasarımları yapılabilecek düzeyde tasarımlara yer vermektir. Estetik açıdan iyi planlanarak yapılan kent mobilyaları kent turizmini de olumlu yönde etkileyecektir (Yazar vd., 2016).

Tasarımı ve üretimi yapılan oturma elemanı incelendiğinde geleneksel tekne olan Bartın çektirmesinden esinlenilmiştir. Bartın çektirmesinin baş ve kış kısmının tam ortasından kesilerek yarım form olarak kullanılmıştır. Oturma elemanının üretiminde dış ortamlara dayanabilmesi için emrenyeli çam kereste kullanılmıştır. Aydınlatma elemanının tasarımında Bartın kent merkezinde bulunan su terazisinden esinlenilmiştir. Su terazisi üzerinde bulunan merdiven basamakları da tasarımda kullanılmıştır. Aydınlatma elemanının üretiminde dış ortamlara dayanabilmesi için emrenyeli çam kereste kullanılmıştır. Çöp kutusu tasarımında evlerin bahçelerinde bulunan su kuyularından esinlenilmiştir. Su kuyularının kapakları genelde ahşaptan yapılmakta fakat günümüzde artık çoğu su kuyusu kapanmış durumdadır. Aktif olarak kullanılan su kuyuları ise metal sac ile kaplanarak kullanılmaktadır. Çöp kutusunun üretiminde dış ortamlara dayanabilmesi için emrenyeli çam kereste kullanılmıştır.

Bu çalışma sonucunda Bartın kent kimliğinin ortaya çıkmasına katkıda bulunacak kent mobilyası tasarımları yapılarak birer adet örnek üretimi yapılmıştır. yapılan çalışma sonucunda görülmüştür ki Bartın tarihini yansıtan ve Bartın kenti ile özleşmiş bazı yapı elemanları ve simgeler bu donatı elemanlarının tasarımında kullanılmış ve başarı elde edilmiştir. Kent kimliğinin ön plana çıkarılabilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için Belediyeler ile görüşmeler yapılarak kent için yeni alım yapılacak ve/veya kullanım ömrünü tamamlayarak değişimi olacaklar yerine tasarımı yapılan donatı elemanları konumlandırılabilir. Bu sayede Kent kimliğinin sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır.

Öneri olarak tasarımı yapılan donatı elemanları dışında kalanlar içinde Bartın kentini simgeleyen farklı yapı ve unsurlar (dikili taş, çilek, tel kırma, Güzelcehisar lav sütunları vb.) kullanılabilir.

Bilgilendirme

Tasarımı ve üretimi yapılan kent mobilyalarına (Oturma bankı ve Çöp kutusu) Türk Patent ve Marka kurumu tarafından Endüstriyel Tasarım tescil belgesi verilmiştir. Oturma bankı tescil numarası:2021/011641, Çöp Kutusu tescil numarası:2021/011650.

Yazar Katkıları

Yazar Kadir KAYAHAN: 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

- Aksu, Volkan, ve Özge. (2010). Kent Mobilyaları Tasarımında Özgün Yaklaşımlar. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi.
- Aksu, Ö. V. (2012). Kent Mobilyaları Tasarımında Özgün Yaklaşımlar, İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi, ISSN: 1309-9876 E-ISSN: 1309-9884, Cilt/ Vol. 2 Sayı/No. 6 (2012): 373-386.
- Akyol, E. 2006. Kent mobilyaları tasarım ve kullanım süreci. İTÜ FBE Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Biol, G., (2007). Bir Kentin Kimliği ve Kervansaray Oteli Üzerine Bir Değerlendirme, Arkitekt Dergisi, Kasım-Aralık 2007, 514, 46-54.
- Bulut, Y., Atabeyoğlu, Ö., (2007). Fountains as Urban: Furniture in Historical Urban Structure and Usage Culture: Erzurum City Case, Building and Environment, Volume 42, Issue 6, 2432-2438.
- Çelikyay, S. & Karayılmazlar, A. S. (2016). Bartın Kent Merkezindeki Kamusal Alanların Kentsel Ergonomi ve Kent Kimliği Açısından İncelenmesi . Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 18 (2) , 224-238 . DOI: 10.24011/barofd.278907
- Çoban, E., Demir, Z. (2014). Kent Mobilyalarının Buldukları Mekânlara Etkileri: Düzce Örneği, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2, 128–140.
- Düzenli, T., Mumcu, S., Çiğdem, A. (2018). Peyzaj Mimarlığı Eğitiminde Oturma Donatısı Tasarımı: KTÜ Peyzaj Mimarlığı Bölümü Örneğinde İncelenmesi, Social Sciences (NWSASOS), 13(4):126-134.
- Ertaş, Ş. (2017). Tarihi çevre içinde kent mobilyaları tasarımına yönelik bir yöntem önerisi: Konya Sille. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1), 78-95.

- Gamito, M., Sousa, J. (2018). Urban Furniture's Chromatic Planning Methodology: Bucelas, a Case Study. In: Di Bucchianico G., Kercher P. (eds) Advances in Design for Inclusion. AHFE 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 587. Springer, Cham.
- Gül, Ş., (2013). Kent İmajının Markalaşmaya Etkisi: Kahramanmaraş Örneği, T.C. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karaman.
- Güler, T., Şahnagil, S. ve Güler S. (2016). Kent Kimliğinin Oluşturulmasında Kültürel Unsurların Önemi: Balıkesir Üzerine Bir İnceleme. PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, 11, 58-104.
- Güner, E., (2015). Kent Kimliği İlişkisi Bağlamında Kent Mobilyaları Sultanahmet Meydanı Örneği, Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi.
- Inn, K. (2004). Plan for city identity establishment and city marketing the case of Kimpo city. Dela, (21), 233 - 240.
- İçel, B., Kayahan, K., & Avci, Ö. (2017). Yeni tasarlanacak mutfak masa ve sandalyelerinde kullanıcı beklentilerinin belirlenmesi: Bartın ili TOKİ konutlarına yönelik bir araştırma. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 19(2), 144-152.
- Kahveci, H. ve Göker, P. (2020). Kent mobilyaları tasarım dersi stüdyo çalışması; üst örtü-oturma birimi ve piknik donatısı tasarımı. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 22(3), 693- 707.
- Kaplan, R. (2013): "Batı Karadeniz Gemi İnşa ve Entegre Sanayii Sektör Analizi", Bartın Üniversitesi, Bartın, sf.85.
- Kayahan, K., (2020). Marka Kent Olma Yolunda Kent Mobilyalarının Önemi. İçinde Deniz Çelik ve Kadir KAYAHAN (Editör), Marka, Kimlik, Turizm ve Bartın Kent Kimliği Çalıştayı (s. 44-56). Bartın: Bartın Üniversitesi Yayınları.
- Kayahan, K. (2022). Ürün tasarımlarının tasarım odaklı düşünme metodu ile desteklenmesi: fonksiyonel okçuluk ahşap hedef ayağı tasarımı ve uygulaması . Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi , 5 (2) , 110-119 . DOI: 10.33725/mamad.1190390
- Riza, M., Doratli, N., & Fasli, M. (2012). City branding and identity. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 35, 293-300.
- Selvi Ünlü, T. (2017). Kent Kimliğinin Oluşumunda Kentsel Bellek ve Kentsel Mekân İlişkisi: Mersin Örneği. Planlama, 27 (1), 75-93.
- Sertkaya, İ., (2011). Kent Meydanları: Adana 5 Ocak Meydanı Örneği Üzerine Bir İrdeleme. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Mimarlık Ana Bilim Dalı. Adana.
- Şerifzade, T. (2022). Sürdürülebilir kent mobilyaları tasarımı üzerine bir inceleme: Bakü örneği (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).
- Tel, H. Ö. (2021). Şanlıurfa, Divanyolu Caddesi Kent Kimliği İle Uyumlu Kent Mobilyası Tasarımı Ve Uygulaması. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 17(2), 225-240.
- Topuz, H. (2007): "19.Yüzyılın ilk Yarısı İstanbul Limanı ve Diğer Limanlarımız Arasındaki Bir Haftalık Deniz Ticari Taşımacılığının Analizi", Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sf. 109, BOA Cevdet İktisat, Sıra No.1101, Dosya No.23.
- URL-1: <http://www.bartın.gov.tr/su-terazisi> Erişim tarihi: 10.02.2022.
- Yıldızcı, A.C., (2001). Kent Mobilyaları Kavramı ve İstanbul'daki Kent Mobilyalarının İrdelenmesi. I. Uluslararası Kent Mobilyaları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 29-34.
- Yazar, T., Turkaya, A., Öztürk, H. (2016). Teknoloji Ve Kültürel Etkileşim Açısından Estetik Üretim Olarak Kent Mobilya Tasarımları. Social and Legal Studies, 2(1), 1-23.

Modifiye edilmiş ahşabın hızlandırılmış yaşlandırması: Isıl işlemlerle örnekler ile asetillendirilmiş örneklerin kıyaslanması

Eylem D. Tomak^{1,*}, Ahmet Can^{1,2}, Mahmut A. Ermeydan¹, Mehmet A. Aydın¹

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

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 19.01.2023
Kabul: 15.03.2023
Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada amaç, ısı işlemlerle örnekler ile asetillendirilmiş örneklerin toprak üstü kullanım yerlerinde maruz kalabileceği UV ışığı başta olmak üzere dış ortamın bozunduruç faktörlerine karşı dayanıklılığının hızlandırılmış yaşlandırma testi ile belirlenmesidir. Bu amaçla ısı işlemlerle çam ve dişbudak örnekleri ile asetillendirilmiş çam odunu örnekleri toplam 400 saat boyunca değişik döngülerde UV ışığı ve suya maruz bırakılmıştır. Örneklerin teste başladıktan 100, 200 ve 400 saat sonra renk ve yüzey kimyası (ATR-FTIR) analizi ile makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçlarda, ısı işlemlerle örneklerin yaşlandırma test süresi uzadıkça koyu olan başlangıç renklerinin açılmaya başladığı ve toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin giderek arttığı bulunmuştur. Buna karşın asetillendirilmiş örneklerde ilk 100 saat sonrasındaki renk değişimi test süresince dikkate değer ölçüde değişmemiş ve test boyunca neredeyse stabil olmuştur. Asetillendirilmiş örneklerin rengi hafif açılma eğilimindedir. Kontrol çam ve dişbudak örneklerinde toplam renk değişimi test süresince hafif bir artış eğiliminde olup, en büyük değişim ilk 100 saatlik test süresinde gerçekleşmiştir. Bu örneklerin rengi test süresince koyulaşma eğilimindedir. 100 saat sonrasında kontrol çam ve ısı işlemlerle dişbudak örneklerinde çatlaklar gözlenmiş ve test süresince bu çatlaklar giderek artmış ve derinleşmiştir. Yüzey kimyası analizleri, örneklerdeki renk değişimini desteklemekle birlikte örneklerin lignininde yaşlanmanın ilk aşısından itibaren bozunmalar olduğunu göstermiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma testinin bozunduruç faktörlerine karşı, asetillendirilmiş örnekler ısı işlemlerle örneklerden, ısı işlemlerle örnekler ise kontrol örneklerinden daha iyi bir performans sergilemiştir.

Anahtar Kelimeler – Isıl işlem, asetillendirilmiş odun, yaşlandırma testi, renk değişimi, yüzey kimyası

Accelerated weathering of modified wood: Comparison of heat treated samples with acetylated samples

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bursa Technical University, Bursa, Turkey
^{1,2}Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History


Received: 19.01.2023
Accepted: 15.03.2023
Published: 15.04.2023

Research Article


Abstract – The aim of this study is to determine the accelerated weathering resistance of heat-treated samples and acetylated samples to the weathering factors of the outdoors, especially UV light. For this purpose, heat-treated pine and ash samples and acetylated pine wood samples were exposed to UV light and water at different cycles for a total of 400 hours. Color measurements, surface chemistry (ATR-FTIR), and macroscopic evaluation of the samples were performed after 100, 200, and 400 hours of the test period. In the results, it was found that as the weathering test period of the heat-treated samples increased, the dark initial color began to lighten, and the total color change (ΔE^*) values gradually increased. In the case of acetylated wood, the color change after the first 100 hours did not change remarkably during the test and was almost stable throughout the test. Acetylated samples tend to lighten slightly. Total color change in control pine and ash samples tended to increase slightly during the test, with the greatest change occurring during the first 100 hours of the test period. The color of these samples tends to darken during testing. After 100 hours, cracks were observed in the control pine and heat-treated ash samples, and these cracks gradually increased and deepened throughout the test. Surface chemistry analyses supported the color change in the samples, and showed that the lignin of the samples degraded from the first stage of weathering period. Acetylated samples performed better than heat-treated samples, and heat-treated samples performed better than control samples against the degrading factors of the accelerated weathering test.

Keywords – Heat-treatment, acetylated wood, accelerated weathering, color change, surface chemistry

¹  eylem.dizman@btu.edu.tr

²  ahmet.can@btu.edu.tr

³  mahmut.ermeydan@btu.edu.tr

⁴  ttmydn@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Hücre çeperlerinin temel kimyasal yapısının değiştirilmesi tekniklerine odun modifikasyon yöntemleri denir. Modifikasyon yöntemleri, kimyasal modifikasyon, fiziksel modifikasyon, termal modifikasyon ve enzimatik modifikasyon olarak gruplandırılabilir (Hill, 2006). Yeşil inovasyon olarak da tanımlanabilen kimyasal modifikasyon yöntemlerinde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ahşap malzemenin yapısının değiştirilmesi ile çevreye dost, yıkanma özelliği göstermeyen, kalıcı, dış mekânlarda abiyotik ve biyotik zararlılara karşı dayanıklı, sertliği ve boyutsal kararlılığı iyileştirilmiş, ultraviyole (UV) ışınlarına karşı dayanımı iyi olan ahşap malzemeler eldesi söz konusudur (Hill, 2006). Yeşil innovasyon başlığında değerlendirilmesinin temel sebebi ise ürün hizmet ömrünü tamamladığında çevreye ya da insanlara herhangi bir zehirli etki göstermeksizin geri dönüşümünün olması veya liflere ayrılarak başka bir ürüne dönüştürülebilir olmasıdır (Montanari vd., 2021).

Odun modifikasyon yöntemlerinin etki mekanizması birbirinden farklıdır (Ormondroyd vd., 2015; Sandberg vd., 2017). Lümenlerin ve hücre çeperinin kimyasal maddeler ile doldurulması pasif modifikasyon işlemleri olarak, odun hücre çeperindeki polimerler ile kimyasal maddelerin reaksiyonu, çapraz bağlanma oluşturması ve hücre çeper zincirinin kısaltılması (degradasyonu) aktif modifikasyon işlemleri olarak sınıflandırılmıştır. Dünya genelinde ısı işlem, asetilasyon, melamin reçinesi, dimetilol dihidroksi etilen üre (DMDHEU), furfurilasyon, silikon/silan ile yağ/vaks/parafin işlemleri endüstrileşen modifikasyon yöntemlerindedir. Isıl işlem yönteminde temel prensip, iç çapraz bağlanma ve zincir kısaltılması; asetilasyonda hücre çeperinin kimyasal ile doldurulması ve odun hücre çeperindeki polimerler ile kimyasal maddelerin reaksiyonu ile zincir kısaltılması; melamin reçinesi işleminde hücre boşluğu ile çeperinin kimyasal ile doldurulması ve zincir kısaltılması; DMDHEU işleminde hücre çeperinin kimyasal ile doldurulması ve odun hücre çeperindeki polimerler ile kimyasal maddelerin reaksiyonu, çapraz bağlanma ile zincir kısaltılması; furfurilasyonda hücre boşluğu ile çeperinin kimyasal ile doldurulması, çapraz bağlanma ve zincir kısaltılması; silikon/silan modifikasyonunda hücre çeperinin ve boşluğun kimyasal ile doldurulması ve odun hücre çeperindeki polimerler ile kimyasal maddelerin reaksiyonu, çapraz bağlanma ile zincir kısaltılması; yağ/vaks/parafin işlemlerinde ise sadece hücre boşluğunun doldurulmasıdır (Ormondroyd vd., 2015; Sandberg vd., 2017). Ülkemizde bu yöntemlerden üretim tesisi olarak sadece ısı işlem yani termal modifikasyon üretimi vardır. Modifikasyon yöntemlerinden ısı işlem ve asetilasyon ile elde edilen ürünler ülkemizde kullanılmaktadır.

Odun dış ortam koşullarına bırakıldığında yapısındaki aromatik bir polimer olan lignin nedeniyle foto-degradasyona uğrar. Lignin, güneş ışığını emmesiyle aromatik ve serbest radikaller oluşur ve bunun sonucunda da ligninle beraber diğer hücre çeper bileşenleri olan selüloz ve hemiselülozlar da bozunmaya başlar (Derbyshire ve Miller, 1981; Feist ve Hon, 1984; Evans vd., 1996). Hücre çeper bileşenlerinin modifikasyonu ile odun foto-degradasyona karşı daha dayanıklı hale getirebilir (Evans, 2009). Çeşitli odun türlerinin ısı işlem sonrasında hızlandırılmış yaşlandırmasını konu alan çalışmalar literatürde mevcuttur (Ayadi vd., 2003; Temiz vd., 2006; Yıldız vd., 2013; Karamanoğlu ve Akyıldız, 2013; Aydemir vd., 2019; Anish vd., 2022). Yıldız vd. (2013) ısı işlemli örnekleri 400 saatten 1600 saate kadar hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuştur. Sonuçlarda, ısı işlemli örnekler, kontrol örneklerine kıyasla UV'ye karşı daha iyi dayanım sergilese de uzun yaşlandırma sürelerinde yüzeylerde oluşan renk değişimlerine engel olamamıştır. Ayrıca ısı işlemli örneklerde 1600 saatlik yaşlanma sonrasında mekanik özelliklerde önemli azalmalar tespit etmiştir. Benzer bir görüş yani ısı işlemin odunu kısa bir zaman diliminde koruyabildiği Ayadi vd. (2003) tarafından raporlanmıştır. Isıl işlemli odunda doğal dış ortam koşullarındaki *Aureobasidium pullulans*'ın kolonileşmesinin azaldığı ve odunda mikroorganizmalarca meydana gelen renklenmenin azaldığı da ayrıca rapor edilmiştir (Evans, 2009). Isıl işlemin kontrol örneklerine kıyasla foto-degradasyona karşı daha etkili olmasının nedeni, ısı işlemde ligninin çapraz bağlanma oluşturmasına, yapısının modifiye edilmesine ve modifiye edilen bu yapının serbest radikal oluşumunu ve düşük molekül ağırlıklı degradasyon ürünlerinin oluşmasını azaltmasına ve böylece ısı işlemli odunun yüzeyindeki ligninin

foto-degradasyona daha az duyarlı olmasına atfedilmiştir (Nuopponen vd., 2004; Yıldız vd., 2011). Feist ve Sell (1987) ise ısıtılmış odunda denge rutubet miktarı daha düşük olduğu için, foto-degradasyona karşı etkinlik sağlanacağını rapor etmiştir. Çünkü odundaki rutubet miktarı foto-degradasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Asetillendirilmiş odunların hızlandırılmış yaşlandırma testi ise yine literatürde mevcuttur (Feist vd., 1991; Dunningham vd., 1992; Evans vd., 2000; Chang ve Chang, 2001; Mitsui ve Tolvaj, 2005; Temiz vd., 2006; Mitsui, 2010). Odunun %10-20 ağırlık artışında asetillendirilmesi ile sararmanın (Tarkow vd., 1946; Plackett vd., 1992), çatlamanın (Dunningham vd., 1992) ve yüzey erozyonunun (Feist vd., 1991) azaltılabileceği rapor edilmiştir. Asetillendirilmiş odunda, yaşlanma sonrasında sağlanan renk stabilitesi, fenolik hidroksil grupların bloke edilerek kinon oluşumunun engellenmesine atfedilmiştir (Kalinins, 1984; Evans, 2009). Çatlak ve erozyonun azaltılması, artan boyutsal stabilite ve hidrofobiklik özelliğine atfedilmiştir. Ancak dış ortam koşullarına uzun süreler bırakılması durumunda sağlanan foto-stabilite etkinlik, asetillenmemiş yüzeylerden dolayı zamanla azalmaktadır (Evans vd., 2000).

Bu çalışmada, ülkemizde yapı endüstrisinde kullanılan 2 farklı modifikasyon yönteminin (ısıtılmış işlem ve asetillendirme) dış ortam koşullarına karşı dayanımı piyasada sıklıkla tercih edilen çam ve dişbudak odun örnekleri kullanılarak araştırılmıştır. Bu amaçla odun örnekleri 400 saat boyunca hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutulmuş, ardından örneklerin renk ve yüzey kimyası incelenerek bu 2 yöntem birbiri ile kıyaslanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örnek hazırlama

200-212 °C'de ısıtılmış çam ve dişbudak örnekleri ile asetillendirilmiş çam odunu örnekleri ve bunların kontrolleri endüstriyel olarak ilgili firmalardan temin edilmiştir. Herhangi bir kusur, budak ve çatlak bulandırmayan odun örnekleri 1 x 5 x 7 cm boyutlarında kesilmiş, tüm yüzeyler 180'lik kum zımpara kâğıdı ile hafifçe zımparalanmış, ardından numaralandırılarak 2 hafta boyunca 20°C ve %65 bağıl nemde kondisyonlanmıştır. Toplam 15 adet örnek hazırlanmıştır. Tablo 1'de çalışmanın deneme grupları ve örnek sayısı görülmektedir.

Tablo 1

Çalışmanın deneme grupları ve örnek sayısı

Gruplar	Örnek sayısı
Isıtılmış çam odunu (HT-Çam)	3 adet
Isıtılmamış çam odunu (K-Çam)	3 adet
Isıtılmış dişbudak odunu (HT-Dişbudak)	3 adet
Isıtılmamış dişbudak odunu (K-Dişbudak)	3 adet
Asetillendirilmiş çam odunu (A-Çam)	3 adet

2.2. Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi

Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi, Atlas marka UV cihazında gerçekleştirilmiş olup, ASTM G154-12a standardı esas alınmıştır. Yaşlandırma 1 numaralı prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler sıcaklık, ultraviyole ışığı ve çeşitli nem döngülerine 400 saat boyunca maruz kalmıştır. Test, 340nm lambalar, 0.89 W/m² /nm ışınımında, 60(±3)°C sıcaklıkta 8 saat ultraviyole ışık ve ardından 50(±3)°C sıcaklıkta 4 saat kondenzasyon döngüsünde gerçekleştirilmiştir. 100 saat, 200 saat ve 400 saatte örnekler cihazdan alınmış daha sonra örnek yüzeyindeki su damlaları dikkatli bir şekilde peçete ile silinmiş ve örnek yüzeylerinde renk ölçümü, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmış, ardından örnekler ölçümler sonrası tekrar test cihazına yerleştirilmiştir.

2.3. Renk ölçümleri

Örneklerin degradasyona maruz kalan yüzeylerinde oluşabilecek renk ve deformasyonları net olarak tespit edebilmek için periyodik olarak aynı noktalarda ölçüm alınmaya çalışılmıştır. Konica Minolta CM2600D marka cihaz ile ASTM D2244 ve Hunterlab dökümanları dikkate alınarak yapılan renk ölçümleri test öncesi örneklerin belirlenen noktalarında yapılmış, hızlandırılmış yaşlandırmanın bozundurucu faktörleri nedeniyle meydana gelen değişimler için bu ölçümler başlangıç sayılmıştır. Renk ölçümlerinde cihazın parametreleri: gözlemci açısı 10°, ölçüm deliği çapı 8 mm, ışık kaynağı (Illuminant) C, D65 olmuştur. Bir örnek üzerinde 8 farklı noktadan ölçüm alınmıştır. Renk koordinatları ve toplam renk değişimi aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad [1]$$

$$\Delta a^* = [a^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad [2]$$

$$\Delta b^* = [b^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad [3]$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad [4]$$

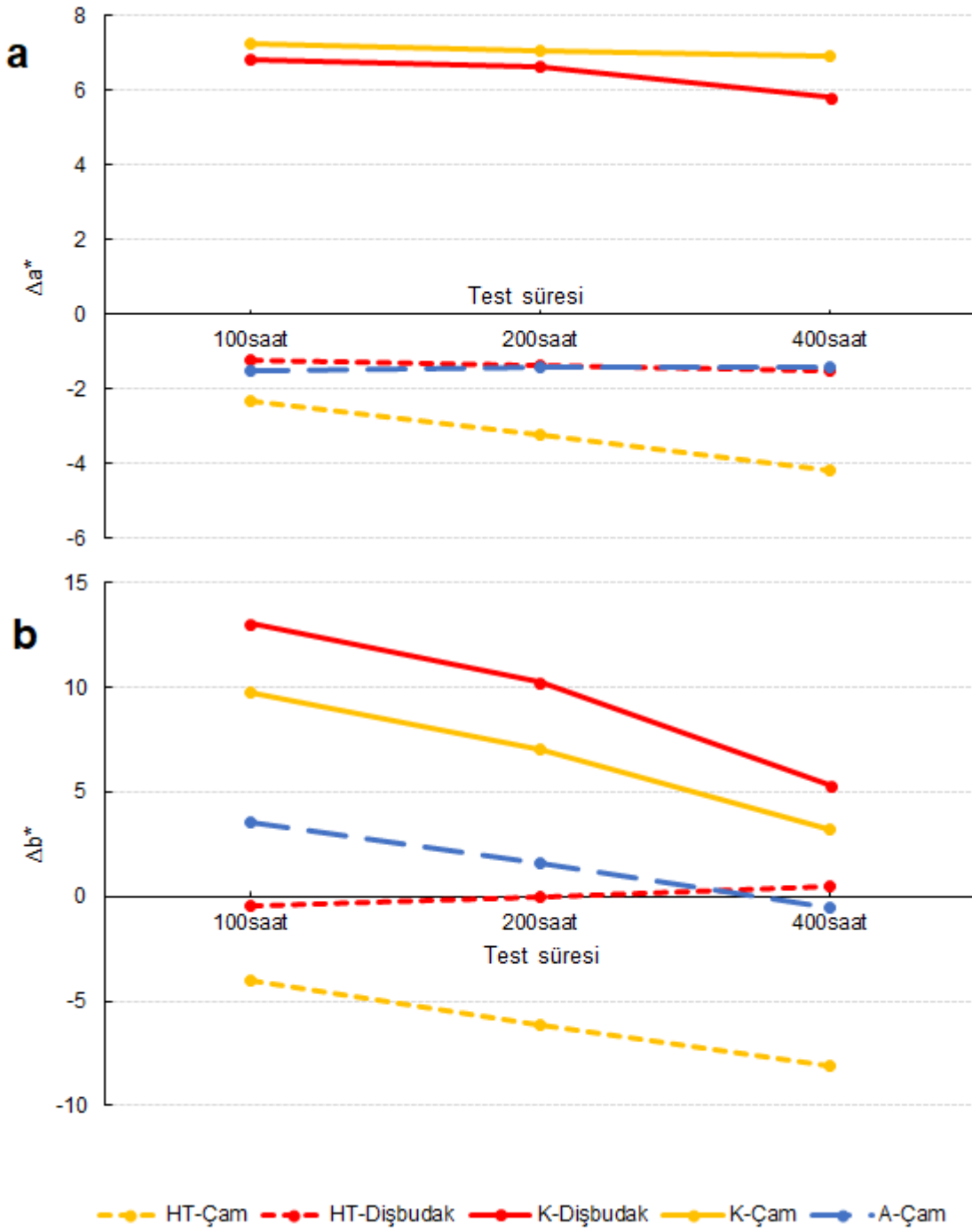
2.4. FTIR analizi

Her bir örnek gruplarının FTIR analizleri, Bruker Optics Tensor 37 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. ATR ünitesi ile odun yüzeyinden alınan ölçümler aynı yüzey alanından minimum 2 ölçüm olarak yapılmıştır. Dalga boyu aralığı 400-4000 cm⁻¹ olarak esas alınmıştır ve 4 cm⁻¹ resolasyonda spektrum alınacak şekilde yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Örneklerin renk değişimi

Şekil 1'de dış ortam testine bırakılan örneklerin Δa^* ve Δb^* renk değişim parametrelerindeki değişim görülmektedir. Şekil 1a'da modifiye edilmiş örneklerde yeşil renk koordinatı ($-\Delta a^*$) görülürken bu örneklerin kontrollerinde kırmızı renk koordinatı ($+\Delta a^*$) görülmektedir. Isıl işlemlerle çam örneklerde Δa^* değeri 100 saatten 400 saate kadar sürekli bir azalış gösterirken, ısıl işlemlerle dişbudak örneklerinde azalma daha az gözlenmiştir. 100 saatten 400 saate kadar Δa^* değerlerinin asetillendirilmiş odun için neredeyse stabil kaldığı görülmektedir. Kontrol çam ve dişbudak örneklerinde ise Δa^* değeri test süresince hafif bir azalma eğilimindedir. Test süresince Δa^* değerleri açısından en az değişim ısıl işlemlerle dişbudak ve asetillendirilmiş çam örneklerinde görülmüştür. Şekil 1b'de ısıl işlemlerle dişbudak örnekleri hariç tüm örneklerin Δb^* değerlerinin test süresi ile beraber azaldığı görülmektedir. Test sonunda ısıl işlemlerle çam ve asetillendirilmiş çam örnekleri mavi renk koordinatına sahipken ($-\Delta b^*$), diğer örnekler sarı renk koordinatına ($+\Delta b^*$) sahip olmuştur. Test süresince Δb^* değerleri açısından en az değişim ısıl işlemlerle dişbudak örneklerinde görülmüştür. Δa^* ve Δb^* renk değişim parametrelerindeki benzer bulgular ısıl işlemlerle örneklerde Yıldız vd. (2013) tarafından da gözlenmiş olup, bu durum lignindeki fotokimyasal reaksiyonların kromoforik gruplar oluşturmasına atfedilmiştir (Pandey, 2005; Yıldız vd., 2013).



Şekil 1. Örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası Δa^* ve Δb^* değerlerindeki değişim

Şekil 2a'da görüleceği üzere kontrol dişbudak ve çam odunu örnekleri sürekli koyulaşma gösterirken ($-\Delta L^*$), ısıtılmış dişbudak ve çam odunu örnekleri sürekli açılma eğilimi ($+\Delta L^*$) göstermiştir. Isıtılmış örneklerde başlangıç koyu rengin yaşlandırma süresi ile gümüş gri renge dönüşmesi, Temiz vd. (2006), Huang vd. (2012) ve Yıldız vd. (2013) ile uyuzmaktadır. Asetillendirilmiş örneklerin ΔL^* değeri ise 100 saat ile 400 saat arasında neredeyse stabil kalmıştır ve örnekler açık renk göstermiştir. UV nedeniyle koyu renkli örneklerin açıldığı, açık renkli örneklerin ise koyulaştığı rapor edilmiştir (Feist, 1983). Isıtılmış örnekler koyulaştığından dolayı, UV nedeniyle renklerinde açılma gözlenmiştir. ΔL^* değerleri açısından en iyi sonuç asetillendirilmiş çam odununda elde edilirken bunu ısıtılmış çam odunu takip etmiştir. Isıtılmış dişbudak örneklerinin rengindeki açılma diğer gruplara kıyasla en fazla olmuştur. Öyle ki ısıtılmış

dişbudak odununun 100 ile 400 saat arasındaki ΔL^* değerindeki değişim, kontrol örneklerinden daha fazla bulunmuştur.

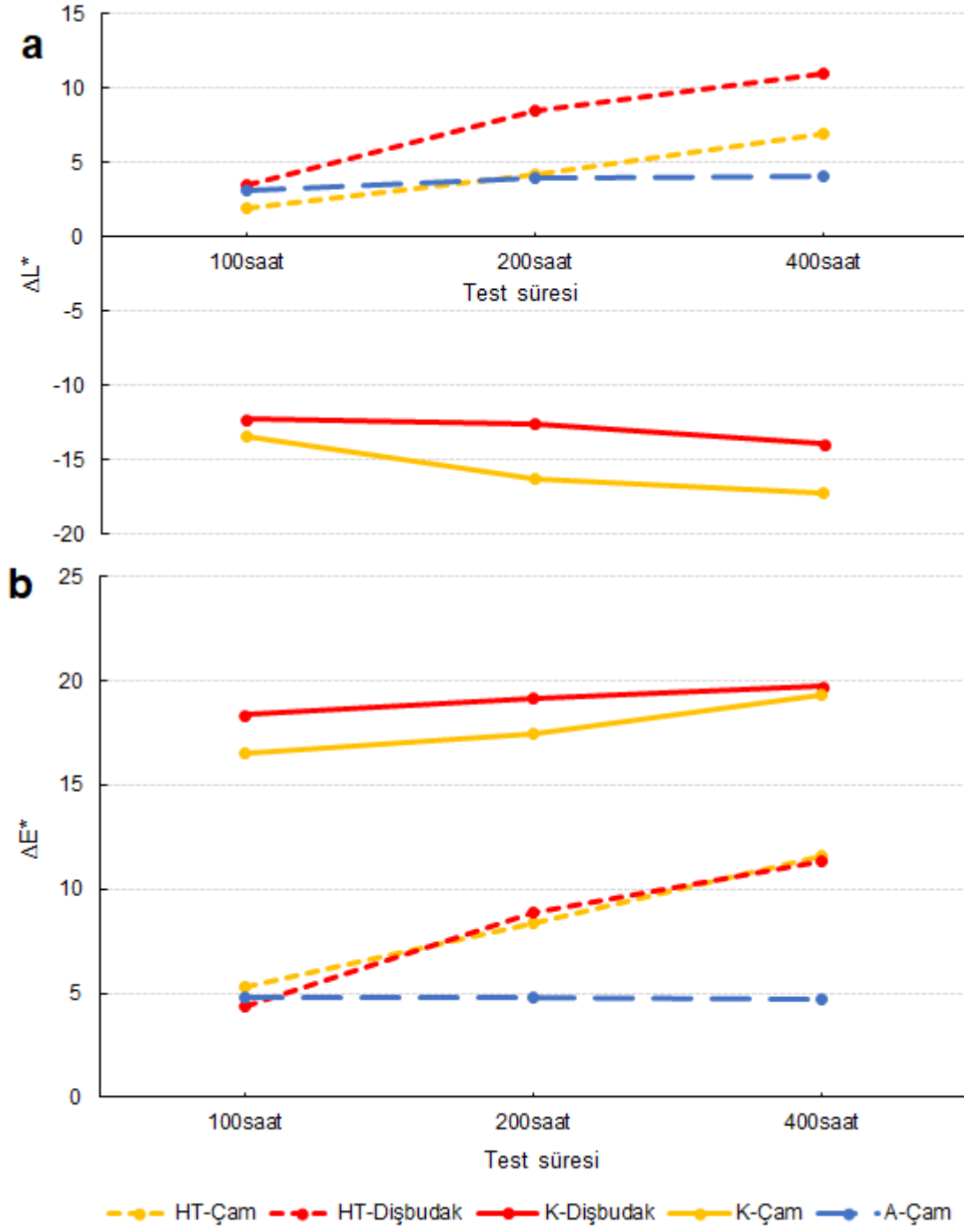
Toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri (Şekil 2b), asetillendirilmiş örneklerde 400 saat boyunca stabil kalmıştır. Oysa ısı işlemlili çam ve dişbudak örneklerinde renk değişimi test süresince sürekli bir artış eğiliminde olup, test süresince her iki grubun renk değişimi birbirine benzer elde edilmiştir. Testin ilk 100 saati ile 400 saat sonrasındaki renk değişim değeri ısı işlemlili çam odununda %120, ısı işlemlili dişbudak odununda %160 oranında artmıştır. En büyük renk değişimi kontrol örneklerinde elde edilmiştir. İlk 100 saatte dişbudak kontrol örneklerine kıyasla daha düşük renk değişimi gösteren çam kontrol örnekleri 400 saat sonrasında benzer bir değer vermiştir. Testin ilk 100 saati ile 400 saat sonrasındaki renk değişim değeri kontrol çam odununda %17, kontrol dişbudak odununda %7 oranında artmıştır. Tablo 2’de toplam renk değişim aralıkları (Gürgen, 2021) ile araştırılan grupların bu tabloya göre sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre bu çalışmada araştırılan örneklerde en iyi sonucu asetillendirilmiş çam odunu örnekleri verirken, ısı işlemlili örneklerde büyük renk değişiklikleri, kontrol örneklerinde ise tamamen farklı renk sınıfında yer almıştır. Modifiye edilen örnek grubunun kontrole kıyasla daha iyi bir performans sergilemesi, ligninin yapısının modifiye edilmesine (Ayadi vd., 2003; Yıldız vd., 2013) ve foto-degradasyona uğrayan reaktif yapıların bloke edilmesine (Temiz vd., 2006) ve böylece daha az bozunmasına bağlanabilir.

Tablo 2

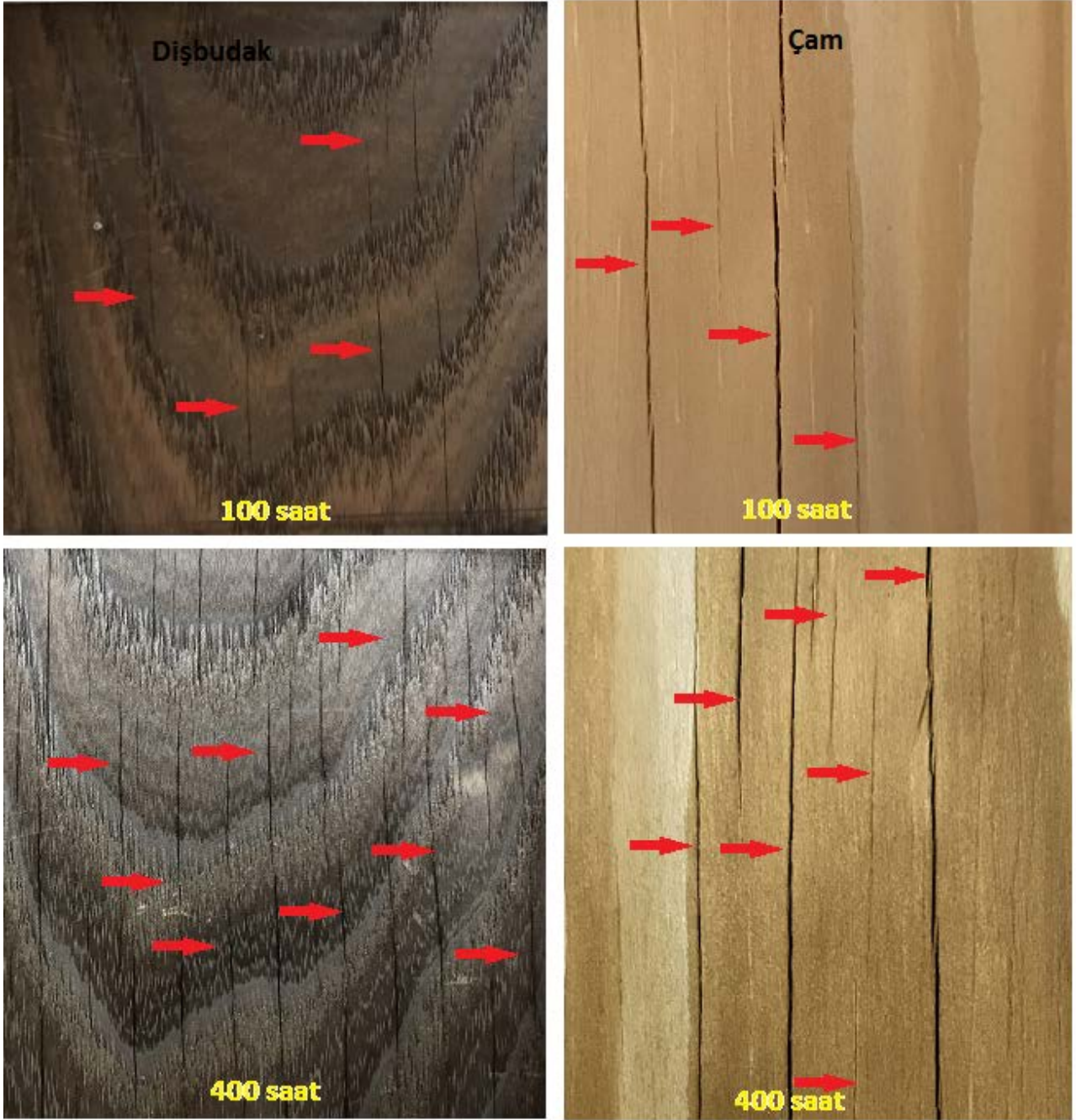
Toplam renk değişim (ΔE^*) aralığı (Gürgen, 2021) ve grupların sınıflandırması

ΔE^* aralığı	Değişim	100 saat	200 saat	400 saat
$0.2 < \Delta E^*$	Görünmez farklılıklar	-	-	-
$0.2 < \Delta E^* < 2$	Küçük farklılıklar	-	-	-
$2 < \Delta E^* < 3$	Yüksek kaliteli bir filtre ile renk değişimi görülebilir	-	-	-
$3 < \Delta E^* < 6$	Orta kaliteli bir filtre ile renk değişimi görülebilir	A-Çam, HT-Çam ve HT-Dişbudak	A-Çam	A-Çam
$6 < \Delta E^* < 12$	Büyük renk değişiklikleri	-	HT-Çam ve HT-Dişbudak	HT-Çam ve HT-Dişbudak
$\Delta E^* > 12$	Tamamen farklı renk	K-Çam ve K-Dişbudak	K-Çam ve K-Dişbudak	K-Çam ve K-Dişbudak

Sarıçam kontrol ve ısı işlemlili dişbudak örneklerinin 100 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma testinde yüzeylerde çatlak oluşumları gözlenmiştir. Test süresi uzadıkça bu çatlakların sayısının arttığı ve çatlakların daha da derinleştiği görülmüştür. Bu örneklerin resimleri Şekil 3’de verilmiştir. Sıcaklık ve rutubet değişiklikleri nedeniyle odun içerisinde oluşan stres nedeniyle mikro çatlaklar oluşmaktadır. Mikro çatlaklar zamanla makro çatlağa dönüşmekte ve yaşlandırma test süresi uzadıkça çatlak oluşumu artmaktadır (Feist, 1983). Isı işlemlili dişbudak örneklerinde çatlağın oluşması bu ağaç türü odunlarının halkalı traheli ve geniş özşınlarına sahip olmasından dolayı kaynaklanmış olabilir. Dişbudak ve meşe gibi halkalı traheli odunlarda, büyük porlar ve geniş özşınları yaşlandırma nedeniyle daha pürüzlü yüzeyler vermektedir (Nzokou vd., 2011). Isı işlem nedeniyle gevrekleşen yapı da çatlak oluşumunu arttırmış olabilir. Diğer gruplarda ise herhangi bir çatlak oluşumuna denk gelinmemiştir. Çam kontrol örneklerinde 100 saat sonrasında oluklaşma problemleri görülmüştür.



Şekil 2. Örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası ΔL^* ve ΔE^* değerlerindeki değişim

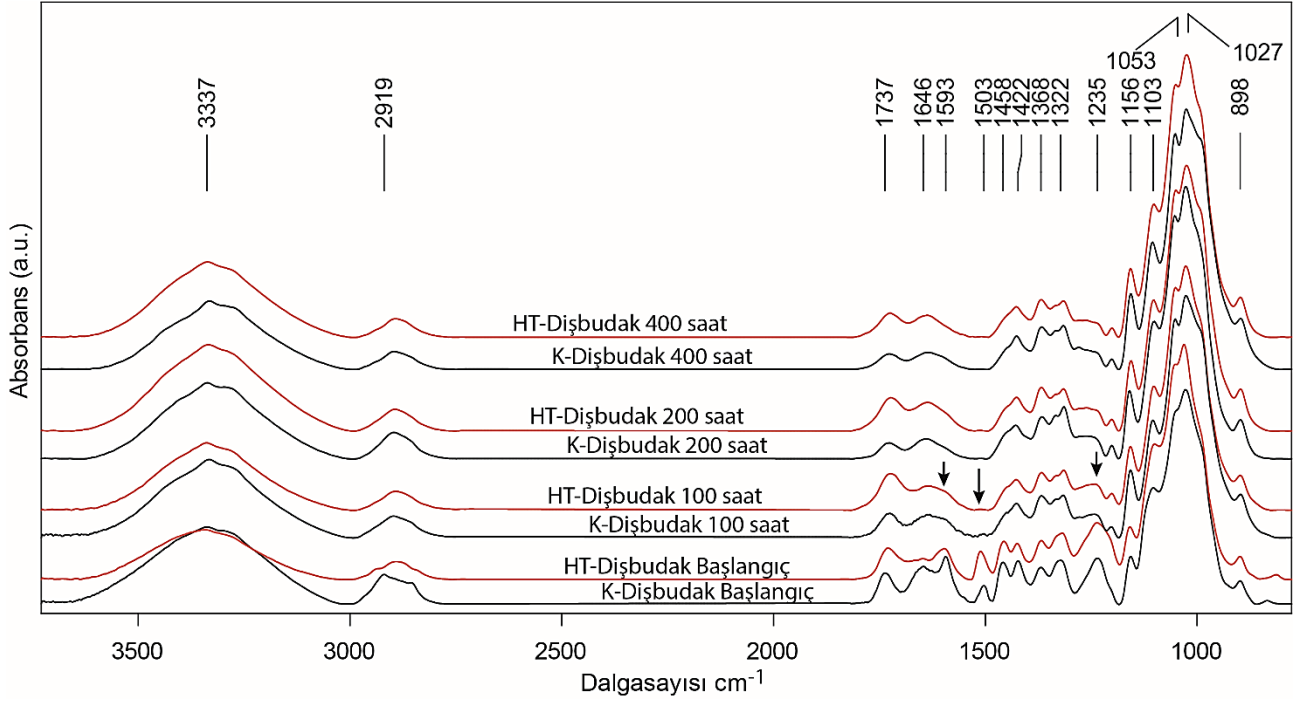


Şekil 3. Isıl işlemlenmiş dişbudak ve çam kontrol örneklerinde görülen çatlaklar

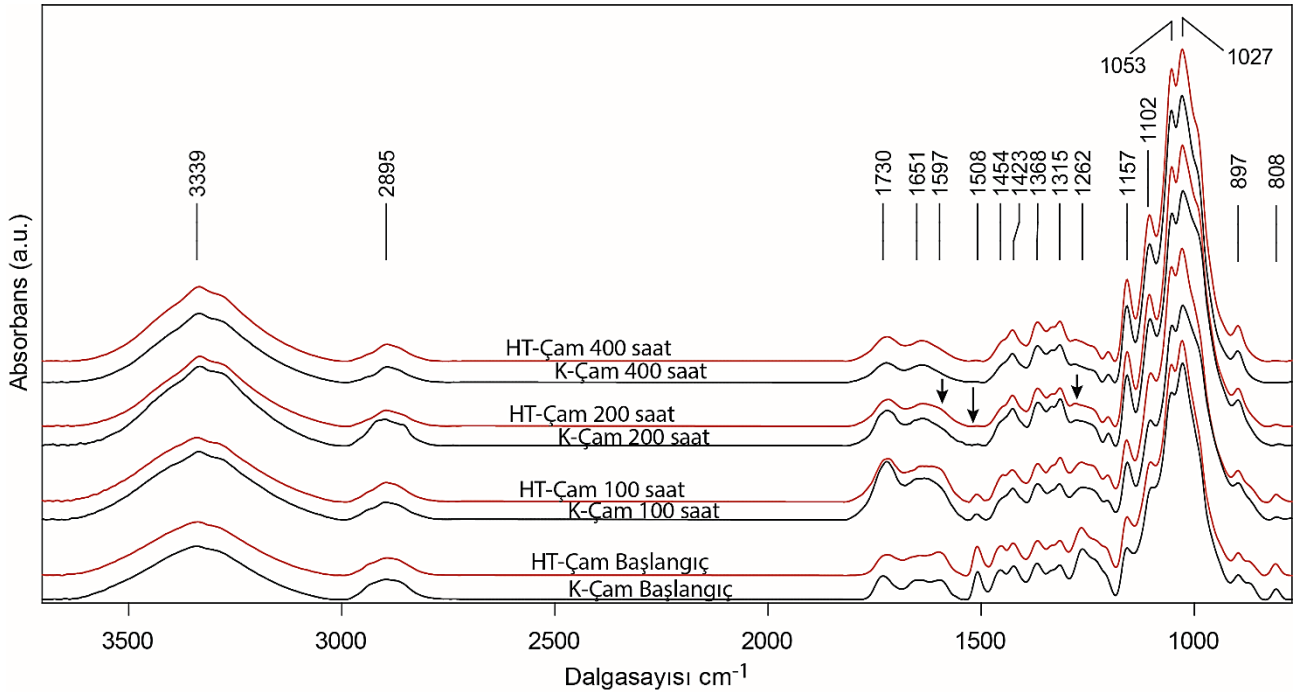
3.2. Örneklerin yüzey kimyasındaki değişim

Hızlandırılmış yaşlandırma testi süresince (başlangıç, 100., 200. ve 400. saatler) kontrol dişbudak ve ısıl işlemlenmiş dişbudak örneklerinin FTIR spektrumları Şekil 4'te, kontrol çam ve ısıl işlemlenmiş çam örneklerinin FTIR spektrumları Şekil 5'te, kontrol çam ve asetillenmiş çam örneklerinin FTIR spektrumları ise Şekil 6'da gösterilmiştir. Kontrol ve ısıl işlemlenmiş dişbudak odununun FTIR spektrumları incelendiğinde, başlangıçta ısıl işlemle kaynaklı lignin ve hemiselüloz bölgesinde ($1600-1650\text{ cm}^{-1}$) farklar olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan 100 saatlik UV maruziyetinde örnek spektrumlarında 1503 cm^{-1} bandını ortadan kaybettiği gözlemlenmiştir. Bu bandın aromatik C=C titreşiminden kaynaklandığı ve sonuç olarak bu pikin yoğunluğunun azalması, yüzeydeki lignin yapısının fotodegradasyonunu gösterdiği bilinmektedir (Pandey,

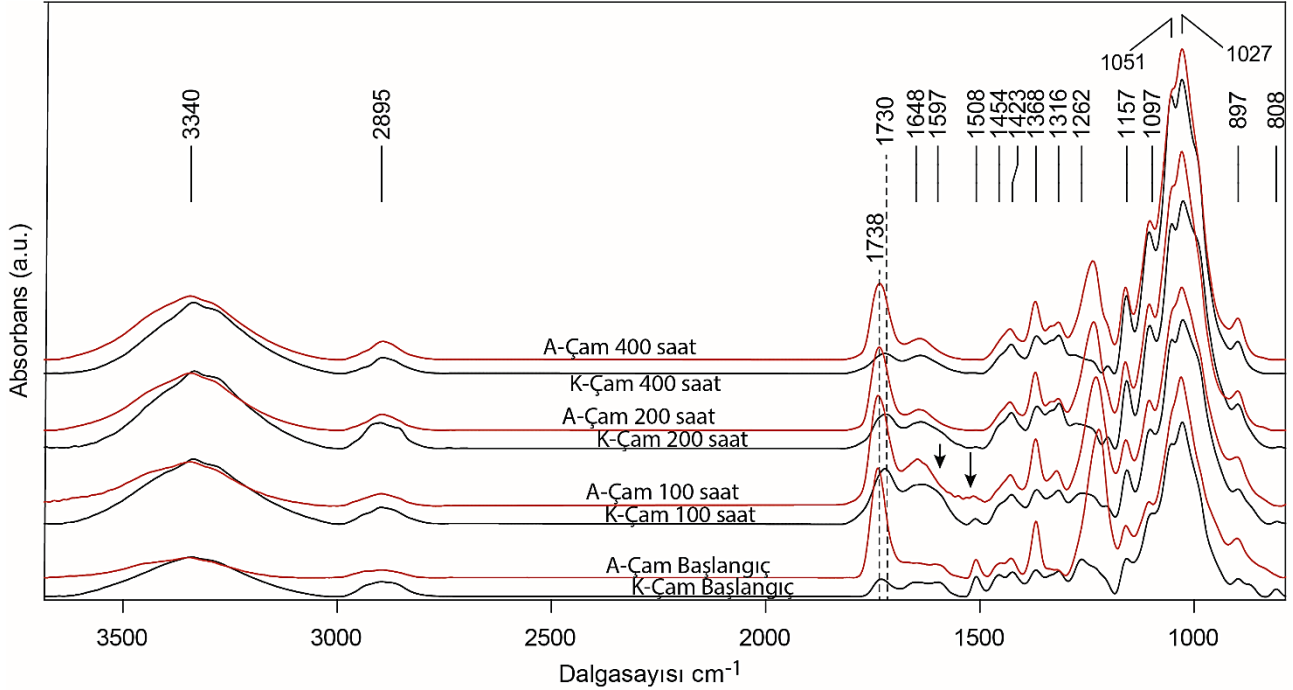
2005). Ayrıca, aromatik lignin yapılarının bozunması (1503 ve 1593 cm^{-1} 'de aromatik iskelet titreşiminin kaybı) kinon oluşumu ile birlikte konjuge karbonil gruplarının artışıyla (1700 – 1650 cm^{-1} bölgesi) birlikte gözlenmektedir. Bu gözlem, lignin bozunması ve ortaya çıkan kinon oluşumuyla ilişkilidir (Müller vd., 2003). Benzer bozunmalar ısıtılmış çam örneklerinde (Şekil 5) ve asetillendirilmiş çam örneklerinde (Şekil 6) ise 100 saatten sonra gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Hızlandırılmış yaşlandırma testi süresince kontrol ve ısıtılmış dişbudak örneklerinin FTIR spektrumları



Şekil 5. Hızlandırılmış yaşlandırma testi süresince kontrol ve ısıtılmış çam örneklerinin FTIR spektrumları



Şekil 6. Hızlandırılmış yaşlandırma testi süresince kontrol ve asetillendirilmiş çam örneklerinin FTIR spektrumları

Şekil 6’da asetillenmiş çam örneklerinin FTIR spektrumlarında asetil grubuna ait karbonil band titreşimi (1738 cm^{-1}) açıkça fark edilmektedir. Hızlandırılmış yaşlandırma süresince her ne kadar kimyasal modifiyeli asetillendirilmiş çamın renk değişimleri çok kısıtlı gözlemlense de, yüzeyde lignin kimyasında değişiklikler olduğu bulunmuştur. Aynı şekilde yüzeyde asetil karbonillerinin yoğunluğunda da azalmalar gözlemlenmiştir.

Bir başka dikkat çeken titreşim, hidroksil gruplarının titreşim bölgesi olan 3340 cm^{-1} bandı bölgesidir. Isıl işlemlili dişbudak ve asetillenmiş çamın hidroksil titreşim yoğunluğunun başlangıçta kontrole kıyasla düşük olduğu gözlemlenmiştir. Dişbudak ısıl işleminin ve asetillendirme işleminin hidroksil gruplarının başlangıçta bloke ettiği, UV etkisiyle bu durumunda zamanla azaldığı anlaşılmaktadır.

4. Sonuçlar

- Çalışmada, dişbudak ve çam odun örnekleri 400 saat boyunca hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutulmuş, 100, 200 ve 400 saat sonrasında yüzeylerdeki renk değişimi ile kimyasal yapıdaki değişim incelenmiştir.
- Renk ölçüm sonuçlarında, 100 saatten 400 saate kadar Δa^* , ΔL^* ve ΔE^* değerlerinin asetillendirilmiş odun için neredeyse stabil kaldığı görülmüştür.
- Yaşlandırma test süresi ile kontrol dişbudak ve çam odunu örnekleri sürekli koyulaşma gösterirken, ısıl işlemlili dişbudak ve çam odunu örnekleri sürekli açılma eğilimi göstermiştir.
- Test süresince Δa^* değerleri açısından en az değişim ısıl işlemlili dişbudak ve asetillendirilmiş çam örneklerinde, Δb^* değerleri açısından en az değişim ısıl işlemlili dişbudak örneklerinde görülmüştür.
- ΔL^* değerleri açısından en iyi sonuç asetillendirilmiş çam odununda elde edilirken bunu ısıl işlemlili çam odunu takip etmiştir.

- Toplam renk değişikliğinin sınıflandırmasında, en iyi sonucu asetillendirilmiş çam odunu örnekleri verirken, ısıl işlemlili örneklerde büyük renk değişiklikleri, kontrol örneklerinde ise tamamen farklı renk sınıfında yer almıştır.
- Sarıçam kontrol ve ısıl işlemlili dışbudak örneklerinin yüzeylerinde testin başladığı ilk süre diliminden itibaren çatlak oluşumları gözlenmiştir.
- FTIR testi sonucunda, UV ışınlarının tüm örneklerde 100. saat ve sonrasında yüzeyde lignin yoğunluğunun azalmasına işaret ettiği gözlemlenmiştir.

Teşekkür

Yazarlar ısıl işlemlili örneklerin temini için Novawood, Gerece, Bolu firmasına teşekkür ederler.

Yazar Katkıları

Eylem D. Tomak: Çalışmayı planlamış, örneklerin teminin yapmış, analizi planlamış ve makaleyi yazmıştır.

Ahmet Can: Örneklerin yaşlandırma testini yapmış, verileri toplamış, analizini yapmış ve makaleyi düzeltmiştir.

Mahmut A. Ermeydan: Verileri toplamış, analizini yapmıştır ve makaleyi düzeltmiştir.

Mehmet A. Aydın: Verileri toplamış, örnekleri kesip hazırlamış ve makaleyi düzeltmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Anish, M. C., Giridhar, B. N., Nair, S., Anantha, N. S. ve Pandey, K. K. (2022). Influences of extractives and thermal modification on the UV resistance of Albizia lebbeck wood. *Wood Material Science ve Engineering*, 1-9.
- ASTM D2244-21, Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates.
- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B. ve Merlin, A. (2003). Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 61(3), 221-226.
- Aydemir, D., Alsan, M., Can, A., Altuntas, E. ve Sivrikaya, H. (2019). Accelerated weathering and decay resistance of heat-treated wood reinforced polypropylene composites. *Drvna industrija*, 70(3), 279-285.
- Chang, S. T. ve Chang, H. T. (2001). Comparisons of the photostability of esterified wood. *Polymer Degradation and Stability*, 71(2), 261-266.
- Derbyshire, H. ve Miller, E. R. (1981). The photodegradation of wood during solar irradiation. Part 1: Effects on the structural integrity of thin wood strips. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 39, 341-350.
- Dunningham, E. A., Plackett, D. V. ve Singh, A. P. (1992). Weathering of chemically modified wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 50(11), 429-432.
- Evans, P. D. (2009). Review of the weathering and photostability of modified wood. *Wood Material Science and Engineering*, 4(1-2), 2-13.
- Evans, P. D., Thay, P. D. ve Schmalzl, K. J. (1996). Degradation of wood surfaces during natural weathering. Effects on lignin and cellulose and on the adhesion of acrylic latex primers. *Wood Science ve Technology*, 30, 411-422.

- Evans, P. D., Wallis, A. F. A. ve Owen, N. L. (2000). Weathering of chemically modified wood surfaces. *Wood Science and Technology*, 34(2), 151-165.
- Feist, W. C. (1983). Weathering and protection of wood. *Proceedings seventy-ninth annual meeting of the American wood-preservers' association*, 79,195–205
- Feist, W. C. ve Hon, D. N.S. (1984). Chemistry of weathering and protection. In R. M. Rowell (Ed.), *Chemistry of solid wood* (pp. 401454). Washington DC: ACS.
- Feist, W. C. ve Sell, J. (1987). Weathering behavior of dimensionally stabilized wood treated by heating under pressure of nitrogen gas. *Wood ve Fiber Science*, 19, 183-195.
- Feist, W. C., Rowell, R. M. ve Ellis, W. D. (1991). Moisture sorption and accelerated weathering of acetylated and methacrylated aspen. *Wood ve Fiber Science*, 23, 128-136.
- Gürgen, A. (2021). *Multi-fonksiyonel bazı bileşiklerin odun korumada sinerjik etkilerinin belirlenmesi ve çok amaçlı optimizasyonu* (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Hill, C. A. (2007). *Wood modification: chemical, thermal and other processes*. John Wiley & Sons.
- Huang, X., Kocaefe, D., Kocaefe, Y., Boluk, Y. Ve Pichette, A. (2012). A spectrophotometric and chemical study on color modification of heat-treated wood during artificial weathering. *Applied Surface Science*, 258(14), 5360-5369.
- Hunter Associates Laboratory, CIEL* a*b* color scale. 2008. Applications note- Insight on Color, Henter-Lab, 8(9), 1-4.
- Kalnins, M. A. (1984). Photochemical degradation of acetylated, methylated, phenylhydrazine-modified and ACC-treated wood. *Journal of Applied Polymer Science*, 29, 105-115.
- Karamanoğlu, M. ve Akyıldız, M. H. (2013). Colour, gloss and hardness properties of heat treated wood exposed to accelerated weathering. *Pro Ligno*, 9(4), 729-738.
- Mitsui, K. (2010). Acetylation of wood causes photobleaching. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 101(3), 210-214.
- Mitsui, K. ve Tolvaj, L. (2005). Color changes in acetylated wood by the combined treatment of light and heat. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63(5), 392-393.
- Montanari, C., Olsén, P. ve Berglund, L. A. (2021). Sustainable wood nanotechnologies for wood composites processed by in-situ polymerization. *Frontiers in Chemistry*, 9, 483.
- Müller U., Rätzsch M., Schwanninger M., Steiner M., Zöbl H. (2003) Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 69, 97–105.
- Nuopponen, M., Wikberg, H., Vuorinen, T., Maunu, S. L., Ja'msa", S. ve Viitaniemi, P. (2004). Heat-treated softwood exposed to weathering. *Journal of Applied Polymer Science*, 91, 2128-2134.
- Nzokou, P., Kamdem, P.D. ve Temiz, A. (2011). Effect of accelerated weathering on discoloration and roughness of finished ash wood surfaces in comparison with red oak and hard maple. *Progress in Organic Coatings*, 71, 350–354.
- Ormondroyd, G., Spear, M. ve Curling, S. (2015). Modified wood: review of efficacy and service life testing. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, 168(4), 187-203.
- Pandey, K. K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polymer degradation and stability*, 87(2), 375-379.
- Plackett, D. V., Dunningham, E. A. ve Singh, A. P. (1992). Weathering of chemically modified wood. Accelerated weathering of acetylated radiata pine. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 50, 135-140.
- Sandberg, D., Kutnar, A. ve Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies-a review. *Iforest-Biogeosciences and forestry*, 10(6), 895.
- Tarkow, H., Stamm, A. J. ve Erickson, E. C. O. (1946). Acetylated wood. *US Forest Products Laboratory Report*, 1593, 115.

- Temiz, A., Terziev, N., Jacobsen, B. ve Eikenes, M. (2006). Weathering, water absorption, and durability of silicon, acetylated, and heat-treated wood. *Journal of Applied Polymer Science*, 102(5), 4506-4513.
- Yıldız, S., Tomak, E. D., Yıldız, U. C. ve Ustaomer, D. (2013). Effect of artificial weathering on the properties of heat treated wood. *Polymer degradation and stability*, 98(8), 1419-1427.
- Yıldız, S., Yıldız, U. C. ve Tomak, E. D. (2011). The effects of natural weathering on the properties of heat-treated alder wood. *BioResources*, 6(3), 2504-2521.

Ekstraktiflerin dut odununun dış ortam dayanımına etkisi

Mahmut A. Ermeydan^{1,*}, Rıza Dizman¹, Eylem D. Tomak¹, Ahmet Can^{1,2}

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

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

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 19.01.2023

Kabul: 17.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada amaç, dut ağacı (*Morus spp.*) odun ekstraktiflerinin toprak üstü kullanım yerlerinde maruz kalabileceği UV ışığı başta olmak üzere dış ortamın bozundurucu faktörlerine karşı dayanıklılığının belirlenmesidir. Bu amaçla dut odun örnekleri öncelikli olarak sikloheksan/etanol (2/1) ardından aseton/su (7/3) ve son olarak da su ile toplam 21 gün boyunca üç aşamalı ekstraksiyona maruz bırakılmıştır. Ekstrakte edilen ve edilmeyen örnekler, denize yakın ve denize uzak 2 farklı alanda 6 ay süresince doğal dış ortam koşullarına bırakılmıştır. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı, renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmiştir. Sonuçlarda ekstraksiyon işlemi örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünü yaklaşık %50 oranında arttırmış ve rengini %4 oranında açılmasına neden olmuştur. Örneklerin yaşlandırma test süresi uzadıkça rutubet miktarının arttığı, ekstrakte edilen örneklerin ekstrakte edilmeyen örneklerle, denize yakın alanda bekletilen örneklerin denizden uzaktaki alanda bekletilen örneklerle kıyasla daha fazla rutubet miktarına sahip olduğu bulunmuştur. Ekstrakte edilmeyen örneklerde, yaşlandırma test süresince meydana gelen yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilen örneklerle kıyasla daha fazla olmuştur. Denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmeyen örneklerin pürüzlülüğü, denize yakın alanda bekletilen örneklerle kıyasla daha fazla bulunmuştur. Yaşlandırılan örneklerde, test süresinin ilk 3 ayında ΔL^* değerlerinde artma, daha sonra azalma, buna karşın Δa^* ve Δb^* değerlerinde ise azalma eğilimi gözlenmiştir. 1. ay ile 6. ay arasında toplam renk değişimindeki (ΔE^*) değişim ekstrakte edilmeyen örneklerde ekstrakte edilen örneklerle kıyasla daha az bulunmuştur. Yüzey kimyası analizleri, örneklerdeki renk değişimini desteklemekle birlikte örneklerin lignininde yaşlanmanın ilk aşamasından itibaren bozunmalar olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler – Dut, yaşlandırma testi, renk değişimi, ekstraktif, pürüzlülük

Effect of extractives on the weathering resistance of mulberry wood

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bursa Technical University, Bursa, Turkey

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

Article History

Received: 19.01.2023


Accepted: 17.03.2023


Published: 15.04.2023

Research Article


Abstract – The aim of this study is to determine the weathering resistance of mulberry tree (*Morus spp.*) wood extractives against natural weathering factors, especially UV light. For this purpose, mulberry wood samples were first extracted with cyclohexane/ethanol (2/1), then acetone/water (7/3), and finally with water for a total of 21 days in three stages. Extracted and unextracted samples were exposed to natural outdoor conditions for 6 months in 2 different areas which were close to the sea and far from the sea. Moisture content, color and surface roughness measurements, surface chemistry (ATR-FTIR), and macroscopic evaluation of the samples were made 1, 3 and 6 months after starting the test. In the results, the extraction process increased the initial surface roughness of the samples by approximately 50% and lightened the color by 4%. It was found that the moisture content of the samples increased as the weathering test period of the samples increased, the extracted samples had more moisture than the unextracted samples, and the samples in the area close to the sea had more moisture than the samples kept in the area far from the sea. The surface roughness of the unextracted samples during the weathering test was higher than the extracted samples. The roughness of the unextracted samples kept away from the sea was found to be higher than the samples kept near the sea. The ΔL^* values of the weathered samples tended to increase as the test time increased in the first 3 months, but then decreased, whereas the Δa^* and Δb^* values tended to decrease. The total color change (ΔE^*) between the first month and six months was found to be lower in the unextracted samples compared to the extracted samples. Surface chemistry analyses supported the color change in the samples, and showed that the lignin of the samples degraded from the first month of weathering period.

Keywords – Mulberry, natural weathering, color change, extractives, roughness

¹  mahmut.ermeydan@btu.edu.tr

²  rrdizman@hotmail.com

³  eylem.dizman@btu.edu.tr

⁴  ahmet.can@btu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Günümüzde dut (*Morus spp.*) ağacı odunu çeşitli kullanım alanlarında değerlendirilmektedir. Odunu çok dayanıklı olup, tarım ve müzik aletleri yapımında, mobilyacılıkta, kağıt üretiminde, çuval yapımında, sandık üretiminde, spor aletlerinde ve takunya gibi eşyaların yapımında kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993; Erdoğan ve Pırlak, 2005).

Dut odunlarında bir pentahidroksiflavon olan morin maddesi bulunur ve bu nedenle odunu sarımsı renktedir. Öz odunu koyu renkli olup diri odunu sarı renktedir (Anşin ve Özkan, 1993). Dut ağaçlarının odun özellikleri hakkında ülkemizde birçok çalışma bulunsa da (Uysal ve Kurt, 2005; Gündüz vd., 2009; Şen ve Yalçın, 2010; Gürleyen vd., 2017; Ayata vd., 2018; Çakıroğlu vd., 2018; Şirin ve Gündüz, 2019) daha çok meyvesi, yaprakları ve dut yetiştiriciliği hakkında çalışmalara odaklanılmıştır. Gündüz vd. (2009) ak dut ağacının anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmış ve bazı anatomik özellikler (trahe teğet ve radyal çapları, özışını özellikleri) hakkında bilgiler vermiştir. Şirin ve Gündüz (2019) tarafından ak dut ağacı gövde ve dal odununun bazı anatomik özellikleri (trahe sayısı, özışını hücresi özellikleri ve lif hücresi özellikleri) karşılaştırılmıştır. Dut odununun janka sertlik değerleri Gürleyen vd. (2017) ve Ayata vd. (2018) tarafından, deniz canlılarına karşı dayanımı Şen ve Yalçın (2010) tarafından, CNC’de işleme özellikleri Çakıroğlu vd. (2018) tarafından araştırılmıştır. Dut odunundan üretilen LVL’lerin boyutsal stabilitesi ise Uysal ve Kurt (2005) tarafından incelenmiştir. Dut odununun hızlandırılmış yaşlandırması konusunda literatürde sınırlı sayıda araştırma vardır (Çavuş, 2021). Çavuş (2021) dut odununun vernik ile yüzeylerini kapladıktan sonra hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuş ve ardından örneklerin mekanik özellikleri ile renk değişimini incelemiştir.

Odunun korumasız bir açık alanda kullanılması sonucunda yüzeyinde meydana gelen bozulmalara açık hava etkisi denir. Dış ortam faktörlerinin başında elektromanyetik güneş ışınları (ultraviyole ve görünür ışık), moleküler oksijen (O_2), su, sıcaklık ve çevresel kirlilik gelmektedir (Williams, 2005). Odunun tüm önemli kimyasal bileşenleri açık hava koşullarında degrade olmaktadır. İlk önce lignin depolimerize olmakta ve düşük molekül ağırlıklı lignin parçaları yağmur ile odundan yıkanmaktadır. 140 yıl boyunca hava şartlarına maruz kalmış bir odun yüzeyinin (yüzeyinde gri tabaka) tamamen veya neredeyse tamamına yakınının selülozdan oluştuğu ve çok düşük oranda lignin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Odunun ultraviyole (UV) ışını ile degradasyonu, odunun metoksil ve lignin içeriğinde azalmaya, asidite ve karbonil içeriğinde ise bir artışa neden olmaktadır (Evans vd., 2005). Odun hücre çeper polimerlerinin yanı sıra, odunda çok az miktarda bulunan ekstraktifler de odunun bazı özelliklerinde önemli rol oynamaktadır. Odundaki ekstraktifler terpenler, terpenoidler, fenoller, lignanlar, tanenler, flavonoidler vd. olarak bilinmektedir (Pandey, 2005). Çeşitli organik bileşiklerden oluşan ekstraktifler lignin ve karbohidratlara kıyasla daha düşük enerjilerde fotodegradasyona uğrayabilirler ve odunun renk değişimine katkıda bulunabilirler (Williams, 2005). Görünür ışığın ekstraktifleri degrade edebilecek enerjiye sahip olduğu da ayrıca belirtilmiştir (Williams, 2005; Pandey, 2005). Ekstraktifçe zengin ağaç türü odunları, dış ortam faktörlerine maruz bırakıldığında renginin koyulaşmadan önce açılma eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Feist ve Hon, 1984). Derbyshire vd. (1996) ekstraktiflerin yapısının ve miktarının fotodegradasyonda önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Buna karşın, Nzokou ve Kamdem (2006) ekstrakte edilen ve edilmeyen kiraz, meşe ve çam odunu örneklerini hızlandırılmış yaşlandırma testine bırakmış ve sonuç olarak ekstraktiflerin antioksidant özellik gösterdiğini ve yüzeylerde bozunmanın azaltılmasında fayda sağladığını belirtmiştir. *Cryptomeria japonica* ve *Acacia confusa* odun örneklerinde ekstraktiflerin odunun fotodegradasyonunda çok önemli rol oynadığı ve bozunmanın ekstraktifler nedeniyle azaldığı Chang vd. (2010) tarafından bulunmuştur. Benzer görüşler Chang vd. (2014, 2015, 2017) tarafından da rapor edilmiştir. Pandey (2005) akasya odunu örneklerini ekstrakte etmiş ve ardından hızlandırılmış yaşlandırma testine maruz bırakmış, sonuç olarak ekstraktifsiz örneklerin test süresi boyunca sürekli bir renk değişimine uğradığını, buna karşın ekstrakte edilmiş örneklerde ise testin ilk başlarında hızlı bir renk değişimi olduğunu, daha sonra test süresi arttıkça bu renk değişiminin azaldığını bulmuştur. Ekstrakt katkılı üst yüzey

işlem uygulamalarında ahşap yüzeylerin UV ışınlarına karşı direnç göstermesinde umut verici sonuçlar alınmıştır (Saha vd., 2011; Kocaefe ve Saha, 2012; Saha vd., 2013; Tomak vd., 2018a, 2018b; Peng et al., 2020). Bitki polifenollerini yaşamın birçok aşamasında faydalanılan geleneksel bileşiklerdir. Günümüzde polifenolik bileşiklere ilgi daha çok bu bileşiklerin antioksidant olma özelliği nedeniyle (Gönültaş, 2013).

Bu çalışmada, ekstrakte edilen ve edilmeyen dut odunu örnekleri denize yakın ve denizden uzak 2 farklı alanda 6 ay süresince doğal dış ortam koşullarına bırakılmıştır. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı, renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma ile literatürdeki boşlukların doldurulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örnek hazırlama

Herhangi bir kusur, budak, çatlak bulundurmeyen ve Bursa’da bir mobilyacıdan temin edilen dut ağacı (*Morus* spp.) odun örnekleri 1 x 5 x 5 cm (radyal x teğet x lifler) boyutlarında kesilmiş, tüm yüzeyler 180’lik kum zımpara kağıdı ile hafifçe zımparalanmış, ardından numaralandırılarak bir etüvde 103°C’de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tam kuru ağırlıkları alınmıştır. Toplam 24 adet örnek hazırlanmış olup, örnekler 4 gruba ayrılmıştır. Tablo 1’de çalışmanın deneme deseni görülmektedir.

Tablo 1

Çalışmanın deneme deseni

Açık alan arazi	Ekstraksiyon	Örnek sayısı
Denize yakın alan (Alan 1)	Ekstrakte edilmiş (E)	6 adet
	Ekstrakte edilmemiş (UE)	6 adet
Denizden uzak alan (Alan 2)	Ekstrakte edilmiş (E)	6 adet
	Ekstrakte edilmemiş (UE)	6 adet

2.2. Ekstraksiyon

Ekstrakte edilecek örnekler öncelikli olarak sikloheksan/etanol (2/1, v/v) çözeltisi içerisine atılarak 7 gün boyunca 250 rpm hızdaki orbital bir çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Ardından çözelti geri alınmış ve örnekler aseton/su (7/3, v/v) ve son olarak da saf su ile her biri 7 gün olacak şekilde toplam 21 gün boyunca 250 rpm hızdaki orbital bir çalkalayıcıda üç aşamalı ekstraksiyona maruz bırakılmıştır. Ekstraksiyon sonrası örnekler 2 hafta boyunca 20°C ve %65 bağıl nemde kondisyonlanmış ardından etüvde 103°C’de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tam kuru ağırlıkları alınmıştır. Ekstraksiyon öncesi tam kuru ağırlıklar (Meö) ile ekstraksiyon sonrası tam kuru ağırlıklardan (Mes) faydalanılarak ekstraksiyon nedeniyle meydana gelen ağırlık kaybı (%) aşağıdaki formül [1] yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \left[\frac{Meö - Mes}{Meö} \right] \times 100 \quad [1]$$

2.3. Doğal dış ortam yaşlandırma testi

Ekstrakte edilen ve edilmeyen örnekler, güney yönünde zemin ile 45°’lik açı yapan, yerden yüksek ve korozyona uğramayan bir malzemeden yapılmış dış ortam test düzeneğine yerleştirilerek güvenlik kontrollü, güneş ve yağmur suyu alımını engellemeyen, çevresinde bina vb. etkenler olmayan, zemininde su birikintisi görülmeyen 2 farklı alana bırakılmıştır. Bu alanlarda biri deniz kenarı olan Denizatı/Biga/Çanakkale’deki (40°20’58.5”N 27°22’07.3”E) bir arazidir. Arazinin denize ulan uzaklığı 100 m’dir (Alan 1). Diğeri de denizden uzak Biga/Çanakkale’de (40°14’16.1”N 27°16’02.7”E), rakımın 6 m olduğu bir arazidir (Alan 2). Örnekler araziye 16 Temmuz 2022 tarihinde konmuştur. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı,

renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmış ardından ölçümler sonrası tekrar test düzeneğine yerleştirilmiştir. 1 aylık ölçümler 16 Ağustos 2022, 3 aylık ölçümler 16 Ekim 2022 ve 6 aylık ölçümler 16 Ocak 2023 tarihlerinde yapılmıştır.

2.4. Renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri

Örneklerin degradasyona maruz kalan yüzeylerinde oluşabilecek renk ve deformasyonları net olarak tespit edebilmek için periyodik olarak aynı noktalarda ölçüm alınmaya çalışılmıştır. Konica Minolta CM2600D marka cihaz ile yapılan renk ölçümleri test öncesi örneklerin belirlenen noktalarında yapılmış, doğal dış ortam koşullarının bozundurucu faktörleri nedeniyle meydana gelen değişimler için bu ölçümler başlangıç sayılmıştır. Renk ölçümlerinde cihazın parametreleri: gözlemci açısı 10° , ölçüm deliği çapı 8 mm, ışık kaynağı (Illuminant) C, D65 olmuştur. Teğet kesitte, bir örnek üzerinde 4 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo Surfest SJ-310 cihazı ile ISO 4287-1997 standartlarına göre belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, elmas uçlu bir tarama detektörü (R-tipi) kullanılarak, stylus ucu radyüsü $2 \mu\text{m}$, kesme uzunluğu $\lambda_c = 0.8 \text{ mm}$, örnekleme uzunluğu 12.5 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 0.5 mm/sn hızla liflere dik doğrultuda gerçekleşmiştir. Ra ve Rz değerleri kayıt edilmiş olup, yüzey pürüzlülük parametrelerinden Ra, ortalama pürüzlülük değerini; Rz, maksimum pürüzlülük derinliğini ifade etmektedir. Pürüzlülük ölçümleri doğal dış ortam testi öncesi örneklerin benzer yerlerinden alınmış ve bu ölçümler başlangıç sayılmıştır. Bir örnek üzerinde teğet kesitte, liflere dik olacak şekilde 2 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

Renk ve yüzey pürüzlülük değerlerinin % değişim oranı, 1 ve 6. ay sonrasındaki renk değişimi ve pürüzlülük değerlerinden hesaplanmıştır.

2.5. FTIR analizi

Her bir örnek grubunun FTIR analizleri, Bruker Optics Tensor 37 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. ATR ünitesi ile odun yüzeyinden alınan ölçümler aynı yüzey alanından minimum 2 ölçüm olarak yapılmıştır. Dalga sayısı aralığı $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ olarak esas alınmıştır ve 4 cm^{-1} resolasyonda spektrum alınacak şekilde yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Örneklerin renk değişimi

21 gün boyunca ekstraksiyon işlemine tabi tutulan örneklerde ekstraksiyon nedeniyle meydana gelen ağırlık kaybı %1.28 olarak bulunmuştur. Örneklerin ekstraksiyon öncesi hava kurusu haldeki yoğunluğu 0.66 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin test süresince rutubet miktarı (%) Tablo 2' de gösterilmektedir. Test süresi uzadıkça denize yakın alanda bekletilen örneklerin rutubet miktarının arttığı görülmüştür. Denizden uzak alanda bekletilen örneklerde ise 1. aydan 3. aya kadar bir artış ancak 6. ayda rutubette bir azalış görülmüştür. Bu durum deniz kenarında bağıl nemin daha yüksek olmasından ve ölçüm zamanlarındaki meteorolojik hava durumundan kaynaklanmış olabilir. Rutubet miktarları açısından ekstrakte edilen örnekler ile edilmeyen örnekler kıyaslandığında ekstrakte edilen örneklerde rutubet miktarı biraz daha fazla bulunmuştur. Ekstraktif maddelerin rutubet miktarını azaltması bunun bir sebebi olabilir. Nitekim ekstraktif maddelerce zengin öz odun, diri oduna kıyasla daha düşük rutubete sahiptir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

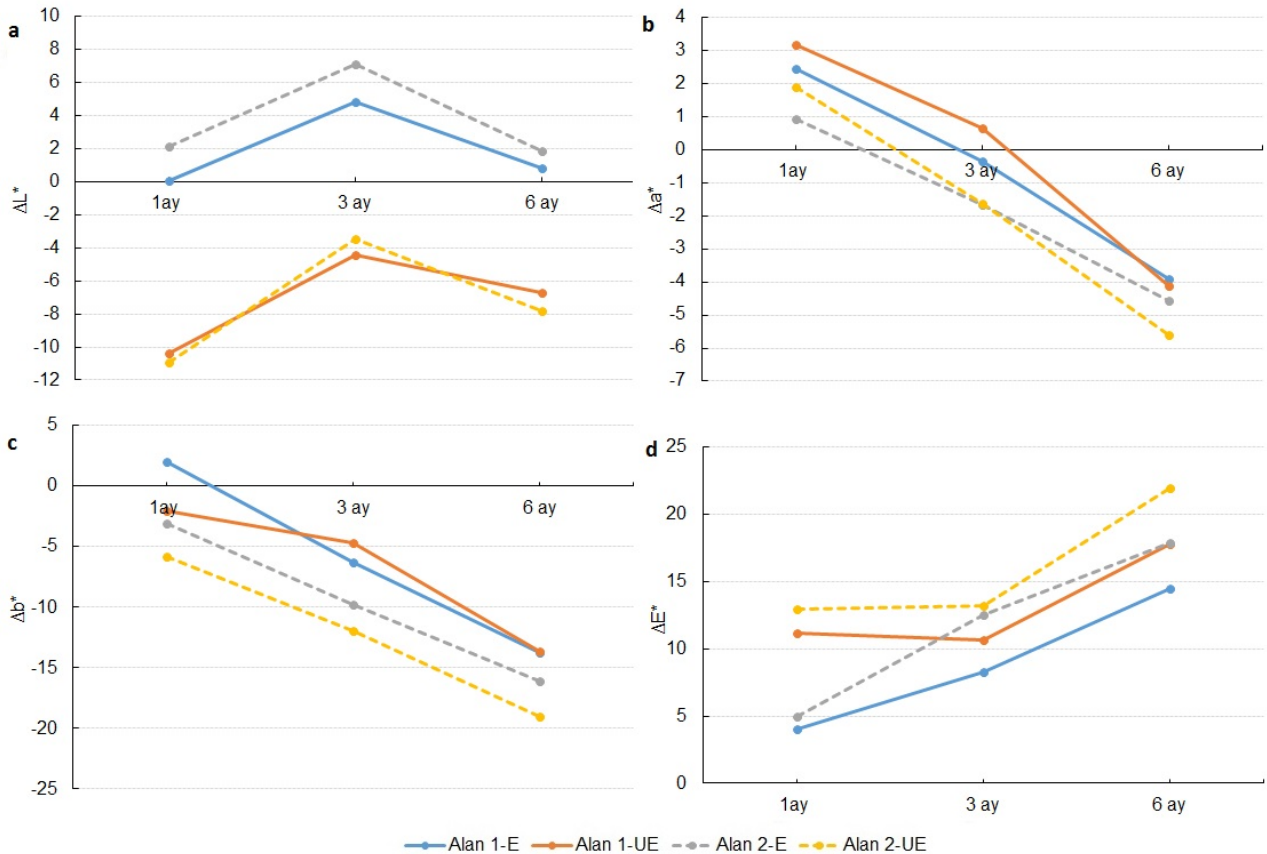
Tablo 2

Örneklerin rutubet miktarı (%)

Açık alan arazi	Ekstraksiyon	1. ay	3. ay	6. ay
Alan 1	E	8.45 (0.19)*	9.07 (0.42)	15.48 (0.59)
	UE	7.61 (0.15)	9.12 (0.83)	12.91 (0.88)
Alan 2	E	8.86 (0.19)	9.70 (0.59)	8.92 (0.43)
	UE	8.39 (0.24)	9.36 (0.63)	6.77 (1.02)

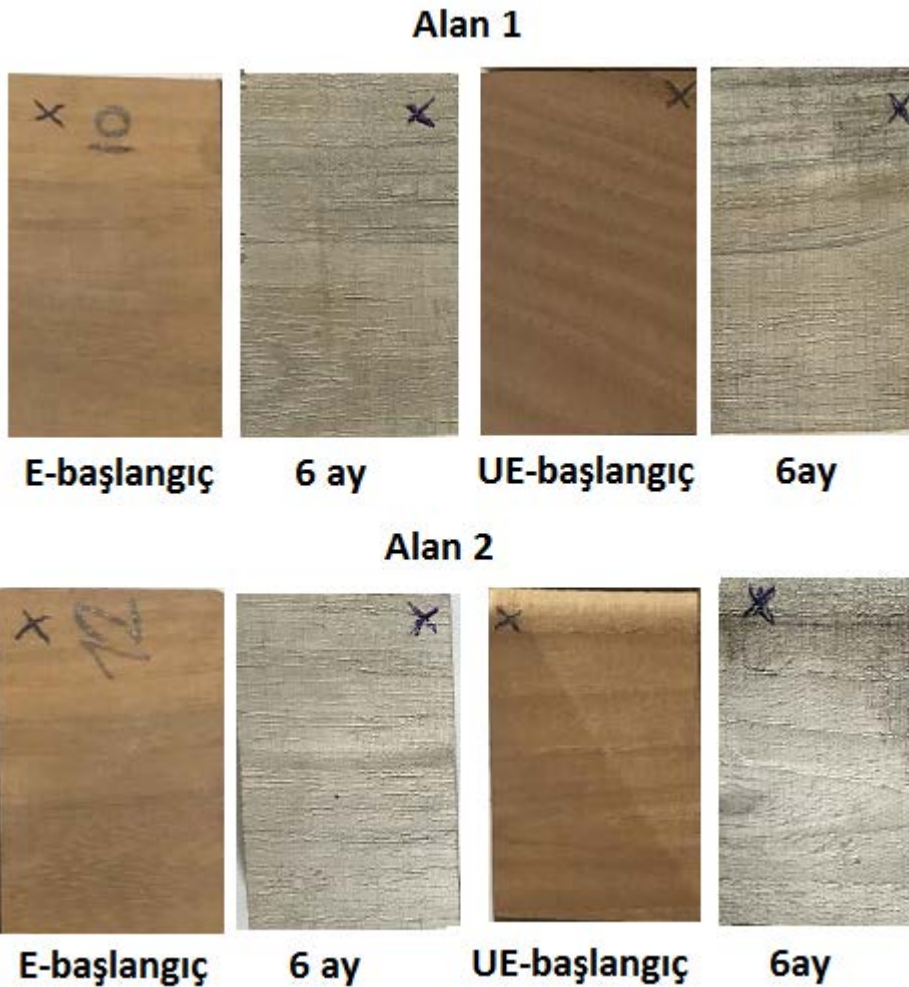
*Parantez içindeki veriler standart sapma değerleridir.

Şekil 1’de dış ortam testine bırakılan örneklerin renk değişim parametreleri görülmektedir. Şekil 1a’da görüleceği üzere tüm örneklerin rengi dış ortam faktörleri nedeniyle ilk 3 ayda açılma eğiliminde, sonraki 3 aylık süre diliminde yani 6. ayda koyulaşma eğilimindedir. Ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha koyu renge sahiptir. Ekstrakte edilmemiş örneklerde denize yakın alan ile denizden uzak alan arasında ΔL^* değerleri açısından göze çarpan önemli bir farklılık gözlenmemiştir, ancak, ekstrakte edilen örnekler açısından, denizden uzak alandaki örnekler daha açık renkli bulunmuştur. Ekstrakte edilmeyen ve denize yakın alanda bekletilen örneklerin ΔL^* değerleri açısından daha iyi stabilite sağladığı gözlenmiştir. Şekil 1b’de Δa^* değerlerinin tüm örnekler için test süresi ile beraber azaldığı görülmektedir. Δa^* değerlerinde gerek deniz kenarındaki alanda gerekse denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha fazla azalmaya neden olmuştur. Şekil 1c’de tüm örneklerin Δb^* değerlerinin test süresi ile beraber azaldığı görülmektedir. Δb^* değerleri denize yakın alanda bekletilen ekstrakte olmamış örneklerde, ekstrakte olmuş örneklerle kıyasla daha az azalma eğilimi göstermiştir. Ekstraksiyonun gözlenebilir bir etkisi denizden uzak alanda bekletilen örneklerde görülmemiştir. Δb^* değerleri açısından en iyi stabilite deniz kenarında bekletilen ekstrakte edilmemiş örneklerde görülmüştür.



Şekil 1. Dış ortam testine maruz bırakılan örneklerde renk değişimi

Toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri (Şekil 1d), ekstrakte edilmiş örneklerde sürekli bir artış gösterirken, ekstrakte edilmemiş örneklerde ilk 3 ay boyunca neredeyse stabil kalmış, daha sonra bir artış göstermiştir. Pandey (2005) ekstraktifli örneklerin yüzeyindeki fenolik ekstraktiflerin foto-degradasyon oranını arttırdığını ve bu nedenle odun yüzeylerindeki delignifikasyonun arttığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Tondi vd. (2013) UV ışınlarını daha fazla absorbe eden aromatik olarak zengin koyu yüzeyler eldesinden bahsetmiştir. Toplam renk değişimi değerleri, 1. ay ile 6. ay arasında, deniz kenarında bekletilen ekstrakte edilmiş örneklerde %259 oranında, ekstrakte edilmemiş örneklerde %59 oranında; denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmiş örneklerde %258 oranında, ekstrakte edilmemiş örneklerde %70 oranında değişim göstermiştir. Bu değerlerden ekstrakte edilmemiş örneklerde başlangıç rengine kıyasla daha az bir renk değişimi elde edildiği ortaya çıkmıştır. Tondi vd. (2012) tanen ile muamele edilen örneklerin toplam renk değişimine karşı stabilitesi kontrol örneklerine göre daha iyi seviyede bulunmuştur. Şekil 2’de örneklerin 6 ay sonrasındaki resimleri başlangıç resimlerine kıyasla gösterilmiştir. Resimlerden örneklerin başlangıç renginin ekstraksiyon işlemi ile renginin açıldığı ancak 6 aylık test sonunda tüm örneklerin benzer bir renk aldığı görülmüştür.



Şekil 2. Örneklerin başlangıç ve 6 ay sonraki resimleri

3.2. Örneklerin yüzey pürüzlülük değişimi

Örneklerin ortalama (R_a) ve maksimum (R_z) yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 3’de gösterilmektedir. Ekstraksiyon işlemi örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünü %50’lere varan oranda arttırmıştır. Ekstraksiyon

nedeniyle yüzey bileşenlerinin yapısındaki değişimler ve odundan uzaklaşan ekstraktifler yüzeyin daha pürüzlü olmasına sebebiyet vermiş olabilir. Doğal dış ortam test süresi uzadıkça yüzeylerde pürüzlülük daha fazla olmuştur. Testin başında tespit edilen yüzey pürüzlülüğü ile test sonunda tespit edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında (değişim oranı, %); ekstrakte edilmeyen örneklerde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilen örneklere kıyasla daha fazla olmuştur. Odundaki ekstraktifler UV ışınlarını absorbe ettikleri için yüzeyde daha fazla bozunma meydana getirdiğinden daha pürüzlü bir yüzey elde edilmiş olabileceğinin sonucuna varılmıştır. Tondi vd. (2013) tanen esaslı bir kimyasal ile muamele edilen odunun UV yaşlandırması sonrasında örnek boyutlarında süreklilik arz eden boyutsal değişiklikleri ve rijit ve kırılğan tanen polimerinin oluşan stres nedeniyle çatlaklar oluşurmasını gözlemlemiştir. Ekstraktif katkılı ahşap muamelelerde yüzeylerde artan pürüzlülük ayrıca Yalçın ve Ceylan (2017) ve Tomak vd. (2018a) tarafından raporlanmıştır. 6 ay sonrasında örneklerin bekletildiği her 2 arazide benzer pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

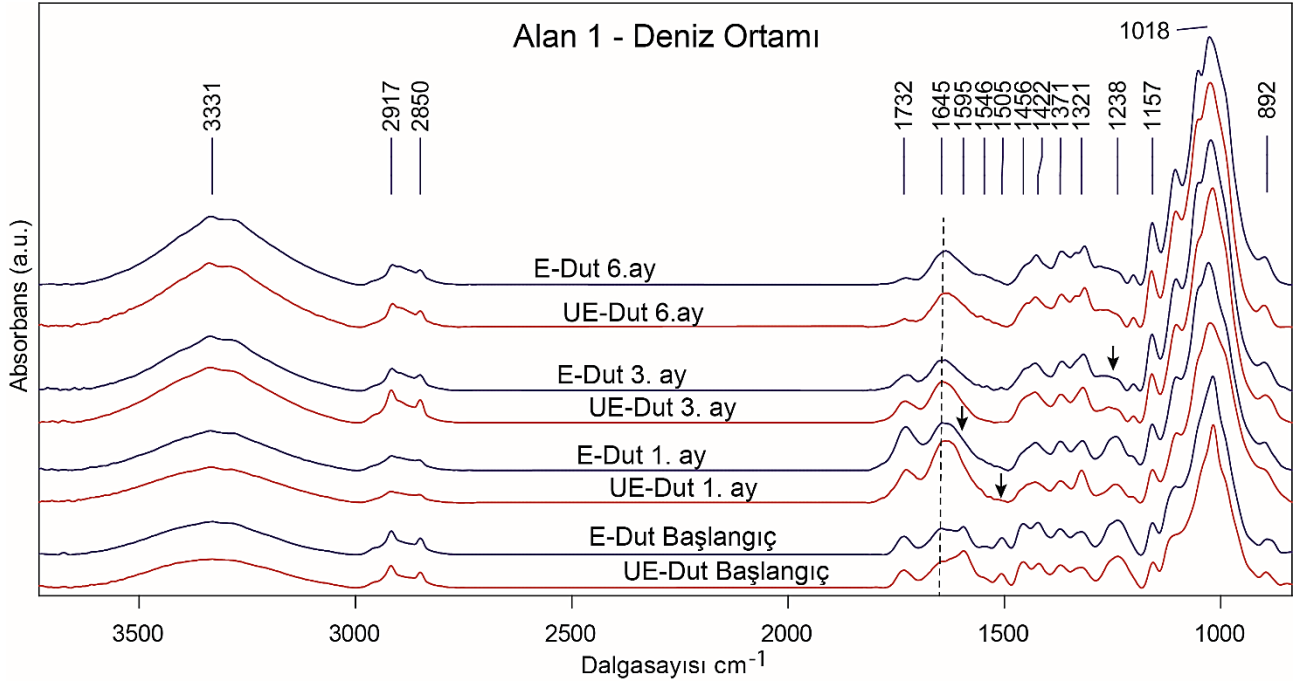
Tablo 3

Örneklerin ortalama (Ra) ve maksimum (Rz) yüzey pürüzlülük değerleri

Arazi	Ekst.	Başlangıç	1. ay	3. ay	6. ay	Değişim oranı	
Alan 1	E	Ra	8.05 (1.30)	8.10 (1.39)	8.21 (0.44)	8.77 (2.33)	%9
		Rz	48.52 (8.43)	50.73 (8.20)	50.82 (1.42)	54.02 (3.92)	%11
	UE	Ra	3.62 (1.36)	5.81 (2.56)	7.49 (2.04)	10.82 (2.75)	%199
		Rz	25.88 (8.74)	40.92 (7.99)	48.03 (8.46)	64.46 (5.75)	%149
Alan 2	E	Ra	7.78 (2.19)	8.36 (2.52)	8.48 (1.43)	8.60 (1.48)	%11
		Rz	50.39(10.77)	50.86 (6.98)	51.02 (5.97)	53.28 (5.43)	%6
	UE	Ra	4.50 (1.59)	7.49 (1.99)	8.41 (3.20)	10.50 (2.83)	%133
		Rz	38.10 (6.95)	53.79(9.21)	58.20 (9.09)	63.64 (10.25)	%67

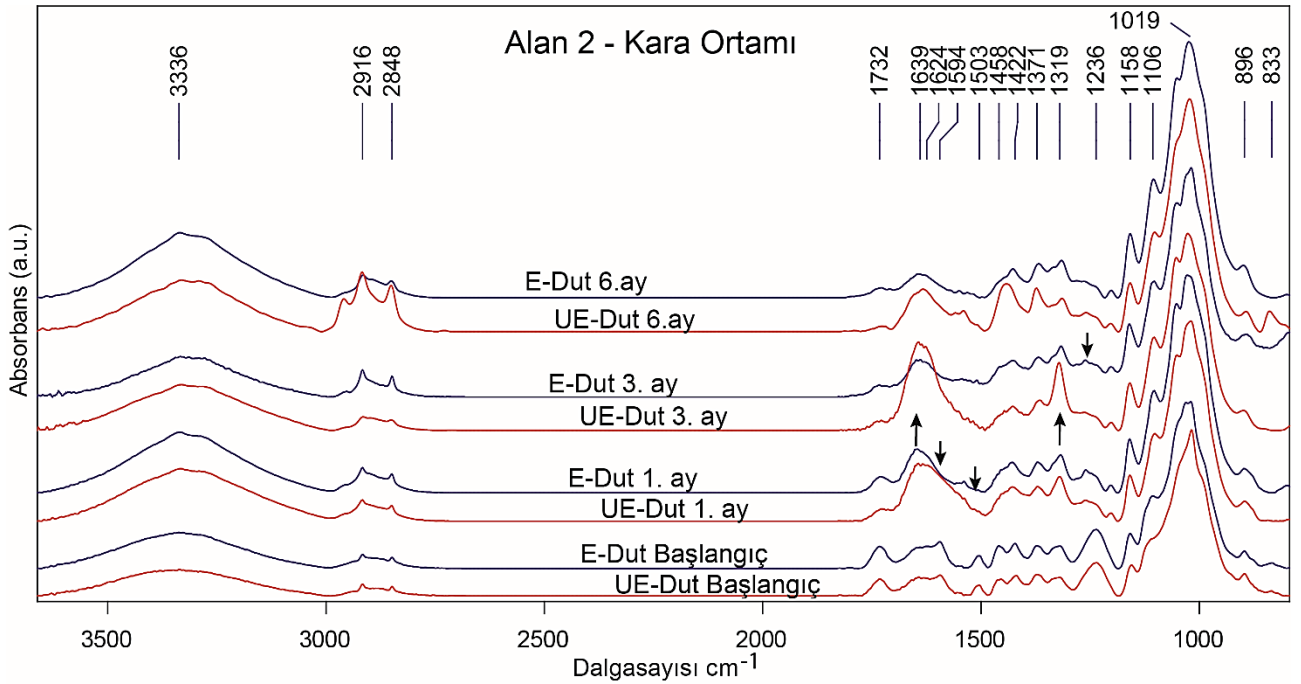
3.2. Örneklerin yüzey kimyasındaki değişim

Şekil 3 ve 4'te sırasıyla denize yakın ve denizden uzak alanlarda yaşlandırma testine maruz bırakılan ekstrakte edilmiş (E) ve ekstrakte edilmemiş (UE) dut örneklerinin FTIR spektrumları gösterilmiştir. Hem denize yakın alana maruz bırakılan hem de denizden uzak alana maruz bırakılan E ve UE dut örneklerinin FTIR spektrumları incelendiğinde, başlangıçta ekstraksiyon işleminin FTIR spektrumlarında kayda değer bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 3 ve 4, E ve UE başlangıç spektrumları). Yine hem denize yakın hem denizden uzak alanda, 1. ayda güneşe maruz kalan tüm örneklerin spektrumlarında 1503 cm^{-1} bandının ortadan kaybolduğu gözlemlenmiştir. Bu bandın lignin polimerinin aromatik C=C titreşiminden kaynakladığı bilinmekte olup, bu pikin yoğunluğunun azalması yüzeydeki ligninin degradasyonu sonucu ile ilişkilidir (Pandey, 2005). Diğer yandan, her iki ortamda hem ekstrakte hem de ekstrakte edilmemiş örneklerin aromatik lignin yapılarının bozunması sonucu 1503 ve 1593 cm^{-1} 'de aromatik iskelet titreşiminin kaybı ve kinon oluşumu ile birlikte konjuge karbonil gruplarının artışı görülmektedir (1640 cm^{-1} band bölgesi) (Müller vd., 2003).



Şekil 3. Alan 1’de 6 aylık yaşlandırma testi süresince ekstrakte edilmiş (E) ve edilmemiş (UE) dut odunu örneklerinin FTIR spektrumları

Bu gözlemler dışında, denize yakın alanda ekstrakte ve ekstrakte edilmemiş örneklerin bozunma eğiliminin 3. aydan itibaren tamamen paralel olduğu anlaşılmaktadır. Ancak denizden uzak alanda, ekstrakte olmamış (UE) örneğin bozunma eğiliminin ekstrakte (E) örnekten farklı olduğu, bozunmuş madde miktarındaki farklılıkların 1650 cm^{-1} bölgesindeki band yoğunluğundaki farktan anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Alan 2’de 6 aylık yaşlandırma testi süresince ekstrakte edilmiş (E) ve edilmemiş (UE) dut odunu örneklerinin FTIR spektrumları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, literatürde yaşlandırmayı inceleyen çalışmalarda çok fazla araştırılmayan dut odununun ekstraksiyon işlemi sonrasında doğal dış ortam koşullarının bozundurucu faktörlerine karşı performansı, renk ölçümleri ve yüzey kimyası ölçümleri ile incelenmiştir. Bu amaçla dut odunu örnekleri 21 gün boyunca 3 aşamalı ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuş, ardından 6 ay boyunca doğal dış ortam testine maruz bırakılmıştır. Teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra ölçümler alınmıştır. Bu test sürelerinde ekstrakte edilen örneklerde rutubet miktarı, ekstrakte edilmeyen örneklerle kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Denize yakın alanda bekletilen örneklerin yine rutubet miktarı denizden uzak alanda bekletilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Test süresince ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha koyu renge sahiptir. Ekstrakte edilmeyen ve denize yakın alanda bekletilen örneklerin ΔL^* ve Δb^* değerleri açısından daha iyi stabilite sağladığı gözlenmiştir. Ekstrakte edilmemiş örneklerde başlangıç rengine kıyasla daha az bir renk değişimi elde edildiği ΔE^* değerlerindeki değişim oranları ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilen örneklerde başlangıç yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilmemiş örneklerle kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Ancak doğal dış ortam testi sonrasında ekstrakte edilmemiş örneklerde daha fazla pürüzlü yüzeyler elde edilmiştir. Özetle, dut odununun doğal dış ortam testinde ekstraksiyon işlemi renk değişimi üzerinde olumsuz etkiye sahip olurken, daha az pürüzlü yüzeyler eldesine de imkan tanımıştır. FTIR analizi sonucunda, ekstrakte ve ekstrakte yapılmamış örneklerin benzer kimyasal bozunma trendi gösterdikleri, 1.ayın sonunda lignin bozunmasının çoktan başlamış olduğu ve 3.ayda yüzeyde neredeyse tamamlandığı, yine aynı aylardaki ölçümlerde paralel spektrumlar verdikleri anlaşılmaktadır.

Yazar Katkıları

Mahmut A. Ermeydan: Çalışmayı planlamış, ekstraksiyon işlemini yapmış, analizi planlamış ve makaleyi yazmıştır.

Rıza Dizman: Örneklerin yaşlandırma testini yapmış, verileri toplamış ve analizini yapmıştır.

Eylem D. Tomak: Verileri toplamış, analizini yapmıştır ve makaleyi düzeltmiştir.

Ahmet Can: Verileri toplamış, örnekleri hazırlamış ve makaleyi düzeltmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Anşin, R. ve Özkan, Z. C. (1993). *Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın, 167, Trabzon
- Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B. C., ve Efe, F. T. (2018). Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, *2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, (pp.1490-1494).Samsun, Türkiye.
- Erdin, N., Bozkurt, Y. (2013). *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No:5145.
- Chang, T. C., Chang, H. T., Wu, C. L. Ve Chang, S. T. (2010). Influences of extractives on the photodegradation of wood. *Polymer Degradation and Stability*, 95(4), 516-521.
- Chang, T. C., Lin, H. Y., Wang, S. Y. ve Chang, S. T. (2014). Study on inhibition mechanisms of light-induced wood radicals by Acacia confusa heartwood extracts. *Polymer degradation and stability*, 105, 42-47.
- Chang, T. C., Hsiao, N. C., Yu, P. C. ve Chang, S. T. (2015). Exploitation of Acacia confusa heartwood extract as natural photostabilizers. *Wood Science and Technology*, 49(4), 811-823.
- Chang, T. C. ve Chang, S. T. (2017). Multiple photostabilization actions of heartwood extract from Acacia confusa. *Wood Science and Technology*, 51(5), 1133-1153.
- Cavus, V. (2021). Weathering performance of mulberry wood with UV varnish applied and its mechanical properties. *BioResources*, 16(4), 6791.
- Çakıroğlu, E. O., Demir, A. ve Aydın, İ. (2018). Bazı Ahşap Türlerinin En Düzgün Yüzeyleri İçin CNC İşlem Bıçaklarının Belirlenmesi, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, (pp.201-213). Artvin, Türkiye.

- Derbyshire, H., Miller, E. R. ve Turkulin, H. (1996). Investigations into the photodegradation of wood using microtensile testing. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 55(5), 287-291.
- Erdoğan, Ü. ve Pırlak, L. (2005). Ükemizde dut (*Morus spp.*) üretimi ve değerlendirilmesi. *Alatarım*, 4(2), 38-43.
- Evans, P., Chowdhury, M. J., Mathews, B., Schmalzl, K., Ayer, S., Kiguchi, M., ve Kataoka, Y. (2005). Weathering and surface protection of wood. *Handbook of environmental degradation of materials*, 277-297.
- Feist, W. C. ve Hon, D. N. S. (1984). *Chemistry of weathering and protection*. R. Rowell (Ed.), The chemistry of solid wood, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 401-451.
- Gönültaş, O. (2013). *Doğu Ladini (Picea orientalis) ve Meşe (Quercus spp.) Kabukları Tanenin Biotutkal Üretiminde Kullanılması* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez-SorguSonucYeni.jsp>
- Gündüz, G., Yıldırım, N., Şirin, G. ve Onat, S. M. (2009). Ak Dut Ağacının Anatomik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 5(1), 131-149.
- Gürleyen, T., Güler, C. ve Ünsal, Ö. (2017). Bazı Ağaç Türlerine Uygulanan Janka Sertlik Direncinde Isıl İşlemin (Thermowood) Etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 876-888.
- Kocafe, D. ve Saha, S. (2012). Comparison of the protection effectiveness of acrylic polyurethane coatings containing bark extracts on three heat-treated North American wood species: Surface degradation. *Applied surface science*, 258(13), 5283-5290.
- Müller U., Rätzsch M., Schwanninger M., Steiner M., Zöbl H. (2003) Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 69, 97–105.
- Nzokou, P. ve Kamdem, D. P. (2006). Influence of wood extractives on the photo-discoloration of wood surfaces exposed to artificial weathering. *Color Research & Application*, 31(5), 425-434.
- Pandey, K. K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polymer degradation and stability*, 87(2), 375-379.
- Peng, Y., Wang, Y., Chen, P., Wang, W. ve Cao, J. (2020). Enhancing weathering resistance of wood by using bark extractives as natural photostabilizers in polyurethane-acrylate coating. *Progress in Organic Coatings*, 145, 105665.
- Saha, S., Kocafe, D., Krause, C., Boluk, Y. ve Pichette, A. (2013). Enhancing exterior durability of heat-treated jack pine by photo-stabilization by acrylic polyurethane coating using bark extract. Part 2: Wetting characteristics and fluorescence microscopy analysis. *Progress in Organic Coatings*, 76(2-3), 504-512.
- Saha, S., Kocafe, D., Boluk, Y. ve Pichette, A. (2011). Enhancing exterior durability of jack pine by photo-stabilization of acrylic polyurethane coating using bark extract. Part 1: Effect of UV on color change and ATR-FT-IR analysis. *Progress in Organic Coatings*, 70(4), 376-382.
- Şen, S. ve Yalçın, M. (2010). Türkiye Denizlerinde Bazı Tropik Ve Yerli Ağaç Türlerinde Oluşan Tahribatın İncelenmesi. III. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (pp. 1631-1638), Trabzon, Türkiye.
- Şirin, G., ve Gündüz, G. (2019). Ak Dut Ağacı Dal ve Gövde Odununun Anatomik Açısından Karşılaştırmalı Analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 84-89.
- Tomak, E. D., Arıcan, F., Gönultas, O. Ve Parmak, E. D. S. (2018a). Influence of tannin containing coatings on weathering resistance of wood: Water based transparent and opaque coatings. *Polymer Degradation and Stability*, 151, 152-159.
- Tomak, E. D., Yazıcı, O. A., Parmak, E. D. S. ve Gönultas, O. (2018). Influence of tannin containing coatings on weathering resistance of wood: combination with zinc and cerium oxide nanoparticles. *Polymer Degradation and Stability*, 152, 289-296.
- Tondi, G., Schnabel, T., Wieland, S. Ve Petutschnigg, A. (2013). Surface properties of tannin treated wood during natural and artificial weathering. *International Wood Products Journal*, 4(3), 150-157.
- Tondi, G., Palanti, S., Wieland, S., Thevenon, M.F., Petutschnigg, A. ve Schnabel T. (2012). Durability of Tannin-Boron-Treated Timber, *Bioresources*, 7(4), 5138-5151.
- Uysal, B. ve Kurt, Ş. (2005). Dimensional stability of laminated veneer lumbers manufactured By using different adhesives after the steam test. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 681-691.
- Williams, R. S. (2005). Weathering of wood. *Handbook of wood chemistry and wood composites*, 7, 139-185.
- Yalçın, M. ve Ceylan, H. (2017). The effects of tannins on adhesion strength and surface roughness of varnished wood after accelerated weathering. *Journal of Coatings Technology and Research*, 14(1), 185-193.

The Impact of a Water Repellent Chemical (Ruco-DryEco®) Used in Textile Industry on Certain Physical Properties of Wood

Suat Altun^{1*}, Veysel Kapçak²

¹Karabük University, Faculty of Technology, Department of Industrial Design Engineering, Karabük, Türkiye
²Bursa Uludağ University, Vocational School of Harmancık, Bursa, Türkiye

Article History

Received: 03.08.2022

Accepted: 28.12.2022

Published: 15.04.2023

Research Article



Abstract – This study investigated the impact of a water repellent chemical used in the textile industry on certain physical properties of wood materials. Uludağ fir (*Abies bornmülleriana* Mattf) and Oriental beech wood (*Fagus orientalis* Lipsky) were used as wood materials and Ruco-DryEco®, a water-based, fluorine-free product for textile industry, was used as chemical material. This product is used at a concentration of 3% in the treatment of textiles. In the impregnation of wood material samples, 3 different concentrations of solution were used. After the impregnation with 5% and 10% concentrations, the study was repeated at 50% concentration because the expected water repellency was not achieved. Weight percent gain (WPG), bulking effect (BE), water uptake rate (WU), water repellent efficiency (WRE), volumetric swelling (S) and anti-swelling efficiency (ASE) values of the samples treated with this chemical were determined. The results obtained were compared with the control group samples. According to the data obtained, WPG and BE values increased as the solution concentration increased. In addition, the increase in impregnation time and the use of crosslinker also caused a relatively small increase in WPG values. The study revealed that impregnation time did not have much effect on BE. The WU of the samples decreased slightly compared to the control group. As the amount of water repellent adhering to the material increased, WU also decreased. S values of all treatment groups decreased compared to the control group. However, impregnation with low concentration solutions did not provide a significant ASE. For both wood species, higher ASE values were obtained as the solution concentration increased.

Keywords – Water repellent efficiency, volumetric swelling, anti-swelling efficiency, dimensional stability, wood preservation

Tekstil Sektöründe Kullanılan Bir Su İtici Kimyasalın (Ruco-DryEco®) Ahşap Malzemenin Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi

¹Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye
²Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Harmancık MYO, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 03.08.2022


Kabul: 28.12.2022


Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi

Öz – Bu çalışmada, tekstil sektöründe kullanılan bir su itici kimyasalın ağaç malzemenin bazı fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Ağaç malzeme olarak Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf) ve Doğu kayını odunu (*Fagus Orientalis* Lipsky), kimyasal malzeme olarak tekstil sektöründe kullanılan, florokarbon içermeyen su bazlı bir ürün olan Ruco-DryEco® ticari isimli kimyasal kullanılmıştır. Bu ürün tekstil ürünlerinin işleminde %3 derişimde kullanılmaktadır. Ağaç malzeme örneklerinin empenyesinde 3 farklı derişimde çözelti kullanılmıştır. % 5 ve % 10 derişimde çözeltiler ile yapılan empenye sonrası beklenen su iticiliğın sağlanamaması nedeni ile çalışma %50 derişimde tekrarlanmıştır. Bu kimyasal ile muamele edilen numunelerin yüzde ağırlık artışı (YAA), şişirme etkisi (ŞE), su alma oranı (SAO), su itici etkinlik (SİE), hacimsel genişleme (HG) ve genişlemeyi önleyici etkinlik (GÖE) değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu örneklerine göre kıyaslanmıştır. Elde edilen verilere göre, çözelti derişimi arttıkça YAA ve ŞE değerleri artmıştır. Ayrıca empenye süresinin artışı ve bağlayıcı kullanımı da YAA değerlerinde nispeten az da olsa artışa neden olmuştur. ŞE üzerinde ise empenye süresinin çok fazla etkili olmadığı görülmüştür. Örneklerin SAO kontrol grubuna kıyasla bir miktar düşmüştür. Malzemeye tutunan su itici madde miktarı arttıkça SAO da azalmıştır. Tüm işlem gruplarının HG değerlerinin kontrol grubuna oranla azaldığı görülmüştür. Ancak düşük derişimli çözeltilerle empenye önemli bir GÖE sağlamıştır. Her iki odun türü için de çözelti derişimi arttıkça daha yüksek GÖE değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Su itici etkinlik, hacimsel genişleme, genişlemeyi önleyici etkinlik, boyutsal kararlılık, odun koruma

¹  saltun@karabuk.edu.tr

²  vkapcak@uludag.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Introduction

Wood will always maintain its importance and value as it is an environment, nature and human-friendly material. It is also an important industrial raw material due to its physical and aesthetic properties as well as its low processing cost. However, wood has some disadvantages such as moisture exchange, biodegradation and dimensional change that limit its use (Kumar 1994; Galperin *et al.*, 1995).

Showing a hygroscopic feature as a structure, wood material shrink or swell by absorbing or desorbing water depending on the relative humidity and temperature of the environment. In order to reduce this undesirable tendency of wood to change size, there are two basic processes: treatment with water repellents and dimensional stabilization. Although these two concepts are used interchangeably, they are actually completely different approaches to controlling moisture in wood. Water repellent treatment can be defined as the ability to prevent or control the rate of liquid water uptake of wood, while dimensional stability can be defined as the ability to prevent or reduce swelling and shrinkage caused by moisture uptake. Dimensional stability depends on the dimensions of the material rather than the rate of water uptake (Rowel and Banks, 1985). At the same time, the mechanical properties of the wood material decrease with increasing moisture content below the fiber saturation point (Gerhards, 1982).

Since water repellents do not form a chemical bond with wood, they are applied to wood by dipping and vacuum impregnation methods. As a result of these processes, weak Van Der Waals bonds are formed between water repellents and wood (Koski, 2008; Can, 2018). Immersion in wax, linseed oil, solid paraffin, petrolatum or silicone oil are the most common examples of water repellent treatment applications (Rowel and Banks, 1985; Var, 2001; Pelit *et al.*, 2017). It has been reported that the water repellent effect decreases with the extension of the soaking time in samples treated with such water repellents (Var, 2001; Can, 2018). Sivrikaya *et al.* (2020) stated that impregnation with tallow also significantly slows down the water uptake of wood, but cannot completely prevent it.

There are also chemical methods using vinyl monomers such as styrene, vinyl chloride, methyl methacrylate, acrylonitrile and t-butyl styrene to give water repellent properties to wood. These monomer groups do not bond with hydroxyl groups in the cell wall, they only fill the cell cavities and polymerize in these areas (Küsefoğlu, 1988). Reducing the use of such chemicals would be beneficial for environmental health.

One of the main components of wood material is cellulose and the most important reason for the expansion of wood material is the water molecules that settle in the amorphous regions of cellulose chains. A significant portion of the fabrics used in the textile industry are cotton-based fabrics and the main ingredient of cotton is cellulose. Therefore, it is considered that water repellent chemicals used in the production of cotton fabrics in the textile sector can also be used for wood materials. In the textile industry, water repellent properties are mostly given to fabric surfaces by conventional methods using fluorinated compounds, but due to the harmful effects of these compounds on human and environmental health, fluorine-free alternative chemicals and methods have been investigated (Bahners *et al.*, 2008). For this purpose, studies have been carried out on the water repellency properties of chemicals such as super hydrophobic mixtures containing silicagel nano particles, perfluoro oxylate, fluorine-free durable nanosilane mixtures in cotton fabrics (Ağrıan *et al.*, 2008). Due to its relatively low cost and good results, dimethylol dihydroxyethylene urea (DMDHEU) is also widely used as an anti-wrinkle agent in the textile industry. However, due to the generation of free formaldehyde during this process, studies have been intensified on alternatives that cause less harmful emissions (Huang *et al.*, 2007). Wood modification with DMDHEU has also been studied. DMDHEU treatment has been proven to increase the dimensional stability of wood and reduce water uptake (Sandberg *et al.*, 2017; Emmerich *et al.*, 2019, Sivrikaya and Can, 2022). However, it is also noted that this treatment has disadvantages such as brittleness, cracking tendency and high formaldehyde emission from the product (Sandberg *et al.*, 2017).

In this study, the possibilities of using a water repellent chemical used in the textile industry for wood materials were investigated. Ruco-DryEco®, which does not contain fluorine and can be used as an aqueous solution,

was chosen as a water repellent textile chemical, taking into account that it is an environmentally friendly product. This chemical can be used alone or in combination with a special crosslinking chemical. The study samples were treated using 6 different solutions, taking into account the effect of solution concentration and cross-linker usage, and it was aimed to determine the effect of this treatment on the water uptake, water repellent efficiency, volumetric swelling and anti-swelling efficiency values of the wood material.

2. Material and Method

2.1. Wood Material

In this study, Uludağ fir (*Abies bornmülleriana* Mattf) and Oriental beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) woods, which are widely preferred in furniture and woodworking industries, were used as wood materials. Wood materials were procured from timber enterprises located in Balıkesir - Dursunbey district. The timbers obtained with a thickness of approximately 10 cm were stacked and left for natural drying for 4 months. Then, small test samples were prepared in accordance with TS 2470 (Turkish Standards Institute [TSE], 1975a). In addition, care was taken to ensure that the samples were free of defects such as cracks, knots, fiber curl, fungus and mold growth.

2.2. Chemicals

Ruco-DryEco®, a fluorocarbon-free water-based product available in the textile industry, and Ruco-Link® Bew, a solvent-free crosslinking agent provided by the manufacturer for this chemical, were used as water repellent materials. These chemicals were obtained from Rudolf Duraner GmbH Bursa, Turkey. Product information was provided by the manufacturer (Rudolf Duraner GmbH). The chemical is a white emulsion with a density of 1.1 g/cm³ at 20°C and a pH value of approximately 3.0-7.0 and can be easily diluted with cold water. The product, which has a cationic structure with a mixture of dendrimers and polymers in a super branched structure, is defined as a fluorine-free water repellency chemical for fabrics made from all kinds of textile fibers (Ruco-DryEco, 2017).

2.3. Preparation of Test Samples

Test and control samples were cut from air-dried timber into draft pieces measuring 25x90x600 mm. These drafts were kept for 3 weeks at 20±3 °C temperature and 65±5% relative humidity until they reached constant weight. Samples with dimensions of 20x20x100 mm were prepared from the drafts that reached equilibrium moisture of content. Before the impregnation process, the test and control samples were kept in an oven at 103 ± 2 °C in accordance with TS 2472 (TSE, 1975c) until they reached constant weight, their weights were measured with a sensitivity of 0.01 g and their oven dry weights were determined. The dimensions of the samples were also measured with a digital caliper with a precision of 0.01 mm and a digital comparator with a precision of 0.01 and their oven dry volumes and densities were calculated.

Three different concentrations were used in the impregnation of the test samples. According to the information provided by the manufacturer, the water repellent chemical is used as an aqueous solution at a concentration of 3% in the impregnation of cotton-based textile products. Based on this information, the study was repeated at 50% concentration since the expected water repellency was not achieved after impregnation with 5% and 10% concentration solutions. The water repellent chemical used can be used both with crosslinker and alone. Accordingly, in order to determine the effect of crosslinker, both water repellent chemical solutions only and solutions containing 50% crosslinker compared to water repellent chemical were used in 6 different ways (Table 1). In order to determine the effect of the impregnation time on the penetration of the water repellent chemical in the dipping method, 2 different times, 2 and 4 hours, were applied. A total of 26 groups of samples were prepared, including 2 wood species, 6 solutions for each wood, 2 impregnation times and 1 control group. 10 samples were used for each group.

Table 1
Properties of impregnation solutions

Solution code	RucoDry	Crosslinker	Distilled water
5%RD	5 %	-	95 %
5%RD+C	5 %	2.5 %	92.5 %
10%RD	10 %	-	90 %
10%RD+C	10 %	5 %	85 %
50%RD	50 %		50 %
50%RD+C	50 %	25 %	25 %

RD: RucoDry Eco, C: Crosslinker

2.4. Impregnation

After the oven dry samples were impregnated for 2 and 4 hours separately according to the dipping method, their wet weights were determined by weighing with a precision of 0.01 g. For the polymerization of the water repellent chemical, the samples were treated in an oven at 150 °C for 10 minutes. The samples were then kept under normal conditions for 24 hours and then dried in an oven at 103 ± 2 °C until they reached constant weight and their oven dry weights after impregnation were determined by weighing again with the same precision. The post-treatment volumes of the samples were also calculated by measuring their dimensions with an accuracy of 0.01 mm.

Air dry and oven dry densities of the test samples before impregnation were determined according to TS 2472 (TSE, 1975c) and moisture content was determined according to TS 2471 (TSE, 1975b).

2.5. Determination of Physical Properties

Weight percent gain (WPG) and bulking effect (BE) values after impregnation were determined according to the following equations.

$$WPG = \frac{m_{i0} - m_0}{m_0} \times 100 \quad (2.1)$$

$$BE = \frac{V_{i0} - V_0}{V_0} \times 100 \quad (2.2)$$

m_0 : oven dry weight before treatment (g)

V_0 : oven dry volume before treatment (cm³)

m_{i0} : oven dry weight after treatment (g)

V_{i0} : oven dry volume after treatment (cm³)

Water uptake (WU) and volumetric swelling (S) values of the samples were determined in accordance with TS 4086 (TSE, 1982). After treatment, the samples with known dry volume and weight were immersed in distilled water at room temperature so that they were completely submerged. Then, every 24 hours, the samples were taken out of the water and the excess water was removed with tissue paper and the weights and volumes were determined. The procedure was terminated at the end of the 7th day when it was determined that the volume of the samples did not increase. The WU and water repellent efficiency (WRE) values of the samples were calculated according to the following equations:

$$WU = \frac{m_{is} - m_{i0}}{m_{i0}} \times 100 \quad (2.3)$$

$$WRE = \frac{WU_t - WU_c}{WU_c} \times 100 \quad (2.4)$$

m_{is} : weight of soaked samples (g)

m_{i0} : oven dry weight after treatment (g)

WU_c : water uptake of the control samples (%)

WU_t : water uptake of treated samples (%)

In determining the S value, the principles specified in TS 4086 (TSE, 1982) were followed and the calculation was made on the samples used in the water uptake tests. The radial, tangential and longitudinal dimensions of the treated and control samples used in the aforementioned experiments were measured with an accuracy of 0.01 mm in the oven dry state. Subsequently, the dimensions of the control and treated samples in the swelled state were determined by measurements from the same points. S and anti-swelling efficiency (ASE) values were calculated according to the following equations.

$$S = \frac{V_{is} - V_{i0}}{V_{i0}} \times 100 \quad (2.5)$$

$$ASE = \frac{S_t - S_c}{S_c} \times 100 \quad (2.6)$$

V_{i0} : oven dry volume after impregnation (cm³)

V_{is} : volume after immersing in water (cm³)

S_c : volumetric swelling of the control samples (%)

S_t : volumetric swelling of treated samples (%)

2.6. Statistical Analysis

Statistical analysis of the experimental data was carried out using analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test. ANOVA was used to determine whether the effect of water repellent chemical treatment on the physical properties of Oriental beech and Uludağ fir wood was significant. Duncan's test was used to compare the groups, to determine the significant differences between these groups and to determine which group or groups these differences originated from.

3. Findings and Discussion

3.1. Weight Percent Gain

The WPG values and Duncan test results of the wood materials after impregnation with Ruco-DryEco are given in Figure 1 and Table 2, respectively. According to these data, as the solution concentration increases, WPG also increases. In addition, the increase in impregnation time and the use of crosslinkers also cause a relatively small increase in WPG values. In the use of crosslinkers, there was binding between the chemical molecules in the cell cavities and therefore the amount of retention increased. It is seen that the most important factor in WPG is the concentration of the solution. Approximately 9% WPG was detected in samples with 50% concentration and using crosslinker. Similarly, Li *et al.* (2020) obtained 9.5% WPG in bamboo wood impregnated with 50% DMDHEU, a chemical used in the textile industry. Sivrikaya and Can (2022) stated that WPG values ranging from 15% to 30% were obtained in direct proportion to the solution concentration in impregnation processes of poplar wood with DMDHEU at different concentrations with 5 bar pressure, and similar results were found in the literature. Since the pressure between 5-15 bar was used in impregnation with DMDHEU, it was possible to obtain higher WPG values.

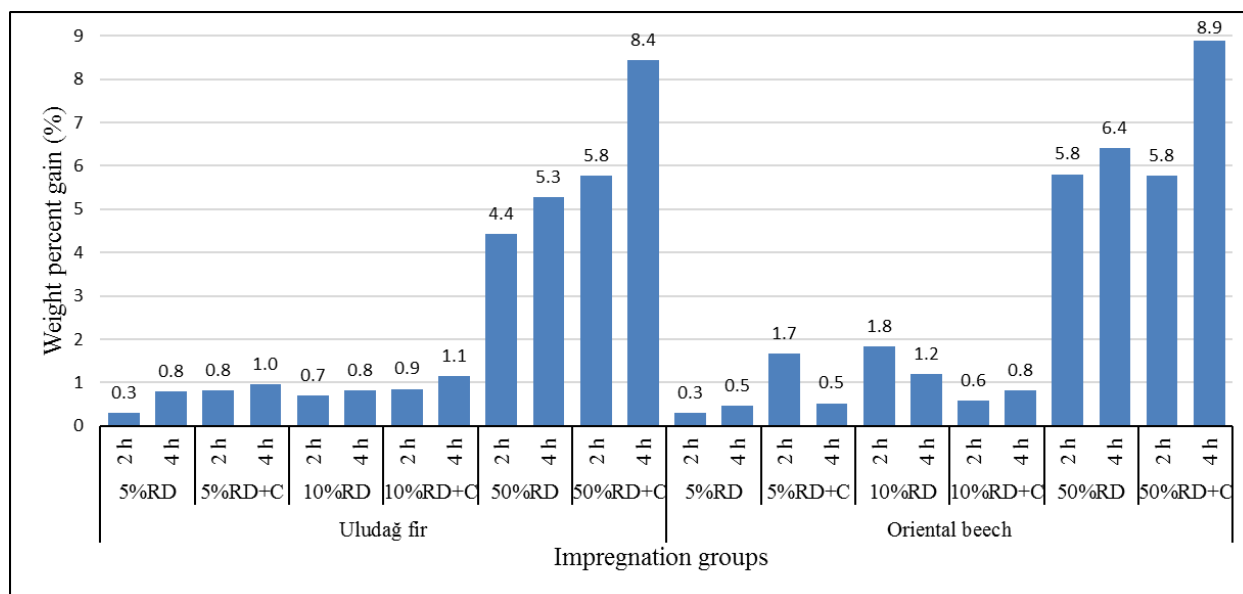


Figure 1. Effect of Ruco-DryEco treatment on WPG in Uludağ fir and Oriental beech wood

The study revealed that the effects of wood species, solution and impregnation time factors on WPG value were statistically significant. When evaluated in terms of wood species and impregnation time, higher WPG occurred in Oriental beech and 4 hours treatment. According to the results of Table 2, there is no statistically significant difference between 5% RD+C and 10% RD+C groups and between 5% RD+C and 10%RD groups in terms of WPG. The difference between all other groups was statistically significant. The highest WPG was obtained in the 50% RD+C group. It was determined that the use of crosslinker significantly increased the WPG values.

Table 2

Duncan test results for the effect of solution concentration on WPG

Impregnation solution	WPG (%)		HG
	X	(SD)	
5%RD	0.47	(0.07)	a
10%RD+C	0.85	(0.09)	b
5%RD+C	0.99	(0.24)	bc
10%RD	1.14	(0.21)	c
50%RD	5.48	(0.41)	d
50%RD+C	7.21	(0.42)	e

RD: RucoDry Eco, C: Crosslinker, X: Mean, SD: Standart deviation, HG: Homogeneity group, different letters denote significant difference, statistically

3.2. Bulking Effect

The volume increase that occurs in wood materials during impregnation or chemical modification, i.e. the bulking effect (BE), is used as an indicator of whether the chemical penetrates into the cell wall. The change in BE after impregnation with Ruco-DryEco is given in Figure 2. As expected, BE values show a parallel change with WPG values. It was determined that the effect of impregnation time on BE values was not significant, especially at 5% and 10% concentrations, both time and crosslinker effect did not cause a significant change. The highest BE values were found as 4.1% in Uludağ fir and 6.1% in Oriental beech impregnated with 50% RD+C. Sivrikaya and Can (2022) obtained 6.44% BE in the impregnation of poplar wood with DMDHEU at 30% concentration. Although the materials and chemicals used are different, we can say that almost the same amount of impregnation solution penetrates the cell wall.

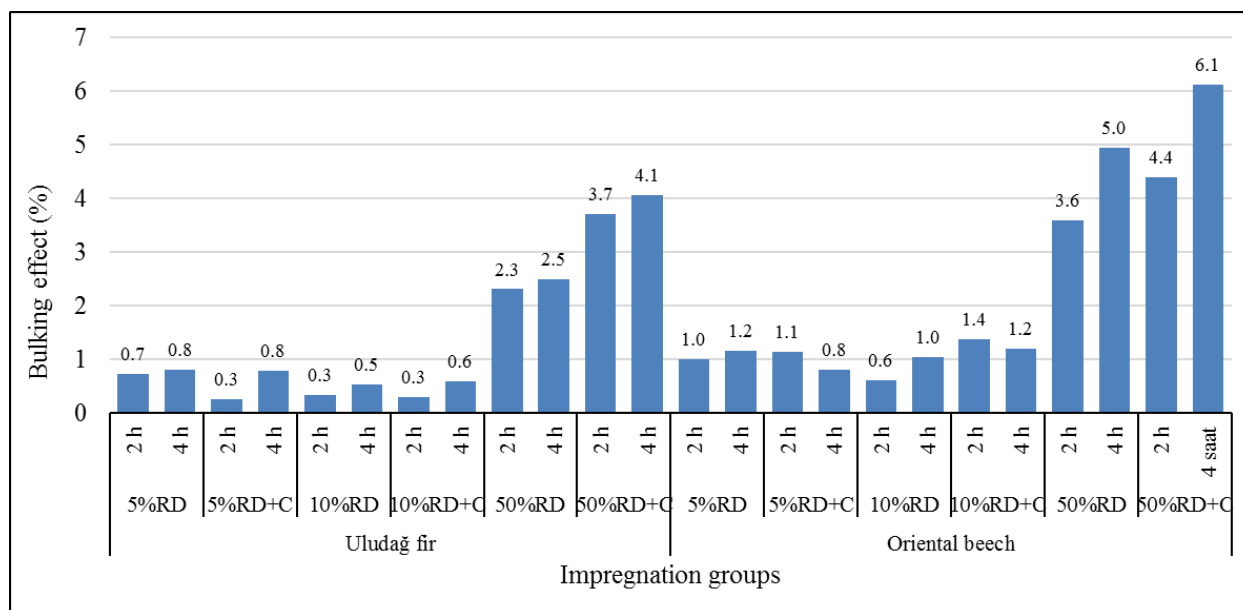


Figure 2. BE values of Ruco-DryEco treatment on Uludağ fir and Oriental beech wood

According to the results of analysis of variance for the effect of wood species, solution and impregnation time factors on BE value, while the factors were effective individually, other binary and ternary interactions did not show a statistically significant effect on BE value except for the binary interaction of wood type x solution. The result of Duncan test for the effect of solution concentration on BE is given in Table 3. According to this, there is no statistically significant difference between the groups at 5% and 10% concentration with or without crosslinker. The highest BE value was found in the 50%RD+C group. It can be said that the use of crosslinker only shows its effect significantly in impregnation with high concentrations of solution. As the solution concentration increases, and therefore the crosslinker ratio increases, the amount of chemicals entering the cell wall and crosslinker there also increases. The BE determined in Oriental beech is higher than that obtained in Uludağ fir. In Oriental beech, which has a higher density, the chemical penetrated more into the cell wall and caused more volumetric swelling.

Table 3

Duncan test results for the effect of solution concentration on BE

Impregnation solution	Bulking effect (%)		
	X	(SD)	HG
10%RD	0.63	(0.18)	a
5%RD+C	0.75	(0.25)	a
10%RD+C	0.87	(0.29)	a
5%RD	0.93	(0.25)	a
50%RD	3.34	(0.90)	b
50%RD+C	4.58	(0.95)	c

RD: RucoDry Eco, C: Crosslinker, X: Mean, SD: Standart deviation, HG: Homogeneity group, different letters denote significant difference, statistically.

3.3. Water Uptake

The WU change of the samples impregnated with Ruco-DryEco is given in Figure 3 for Uludağ fir and Figure 4 for Oriental beech. The WU of the samples decreases slightly compared to the control group. This decrease is inversely proportional to the solution concentration and thus WPG values, and as the WPG increases, the

water uptake rate decreases. At the end of 168 hours, the lowest WU values were found in the samples impregnated with 50%RD+C with approximately 45% in Uludağ fir and 57% in Oriental beech.

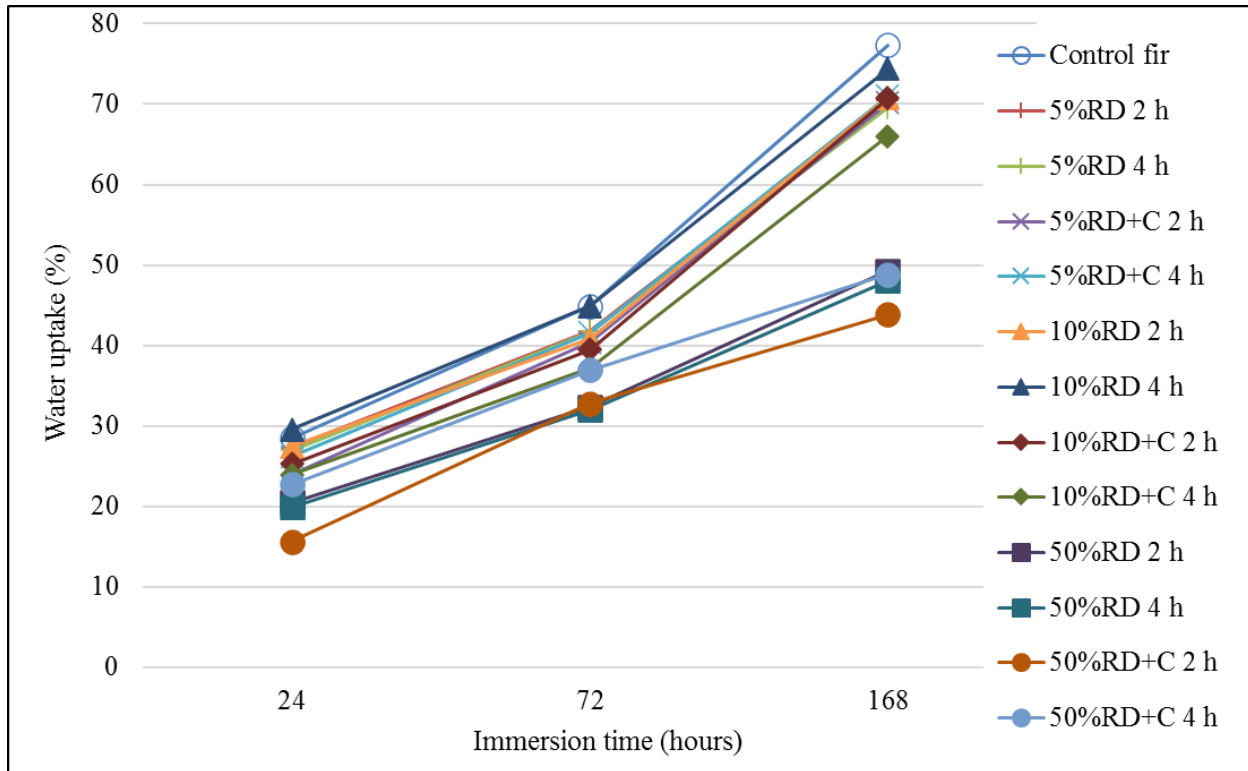


Figure 3. WU values of Uludağ fir samples impregnated with Ruco-DryEco

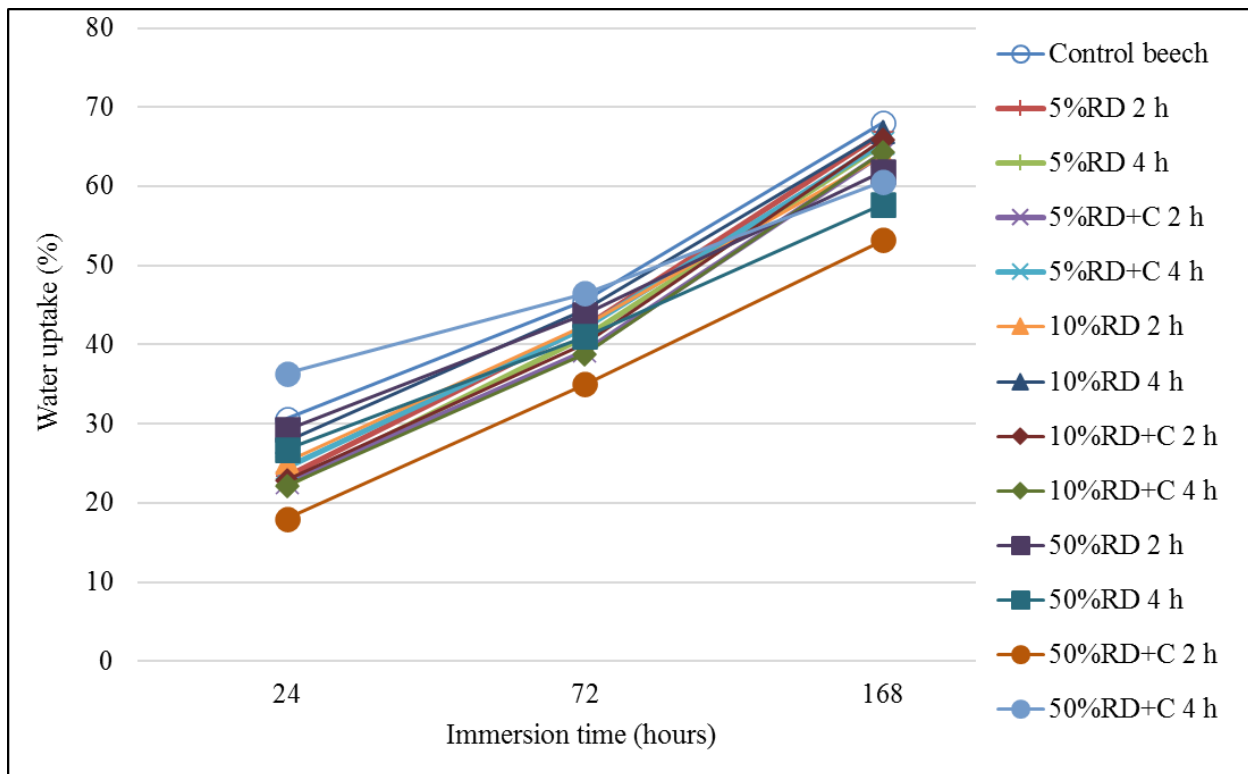


Figure 4. WU values of Oriental beech samples impregnated with Ruco-DryEco

According to the results of analysis of variance, wood species and solution concentration had a significant effect on WU at 24, 72 and 168 hours, while impregnation time had no statistically significant effect ($p=0.191$)

on WU at 168 hours. Duncan test results for the effect of solution concentration on WU are given in Table 4. In all solution concentrations, WU decreased statistically significantly compared to the control group. At 24 hours, there was no significant difference between the solution groups with different concentrations, but as the exposure time to water increased, the difference between the values increased, and at the end of 168 hours, the water uptake of the low concentration groups approached the control group, while the water uptake of the 50% concentration solution groups was statistically significantly less. It was determined that the use of crosslinker was effective in reducing the water uptake, but the most important factor was the solution concentration.

Table 4

Duncan test results for the effect of solution concentration on WU

WU at 24 hours			WU at 72 hours			WU at 168 hours		
Solution	X (SD)	HG	Solution	X (SD)	HG	Solution	X (SD)	HG
50%RD+C	23.16 (8.33)	a	50%RD	37.30 (7.02)	a	50%RD+C	51.64 (6.86)	a
10%RD+C	23.54 (1.61)	a	50%RD+C	37.80 (6.11)	a	50%RD	54.25 (7.09)	b
50%RD	24.10 (5.23)	b	10%RD+C	38.89 (2.43)	a	10%RD+C	66.76 (3.98)	c
5%RD+C	24.31 (2.04)	b	5%RD+C	40.81 (2.81)	b	5%RD+C	67.70 (4.32)	cd
5%RD	24.98 (2.64)	b	5%RD	41.74 (2.03)	bc	5%RD	68.05 (4.07)	cd
10%RD	27.48 (3.50)	c	10%RD	43.13 (4.66)	c	10%RD	68.99 (4.87)	d
Control	29.54 (5.13)	d	Control	45.23 (4.27)	d	Control	72.72 (6.31)	e

RD: RucoDry Eco, C: Crosslinker, X: Mean, SD: Standart deviation, HG: Homogeneity group, different letters denote significant difference, statistically.,

Similarly, Krause (2006) determined that impregnation with DMDHEU, which closes the water conduction pathways by settling in the cell wall and cavities of the wood, decreased the WU value of the wood, slowed the rate of water uptake in the short term in the water uptake experiment, but increased it in the long term (Emmerich *et al.*, 2019). A similar result was determined in bamboo wood treated with DMDHEU (Li *et al.*, 2020). Gökmen and Sivrikaya (2021) obtained approximately 90% WU in fir impregnated with 20% tall oil at the end of 168 hours; Can and Sivrikaya (2016) stated that the lowest WU value at the end of 72 hours in Uludağ fir impregnated with different solvents and concentrations of tall oil was obtained in 20% tall oil impregnation dissolved in methanol with 62%, and that this process slowed down the water absorption rate of the wood but did not completely prevent it. In impregnation with Ruco-Dry Eco, the chemical settles in the cell wall and cavities, thus slowing the water uptake of the wood, but it does not bond to the cell wall and therefore loses its effect over time.

WRE values obtained in impregnation with Ruco-Dry Eco are given in Figure 5. It is seen that the highest WRE value with 40.1% was obtained in the impregnation of Uludağ fir with 50%RD+C. The WRE values calculated in 24 hours were mostly higher in impregnation with low concentration solutions. In the impregnation of both Uludağ fir and Oriental beech with 50% concentration solutions, the WRE values calculated at 168 hours were higher. The higher WRE value calculated at 24 hours in the lower concentration groups indicates that the treatment with water repellent chemical slows down the entry of water into the material, but loses its effect as the exposure time to water increases. It can be interpreted that the chemical used does not bond with the wood material and is exposed to leaching over time and therefore loses its effect. Considering the swelling effect of the chemical in the groups with high concentrations, it can be said that the gaps where water can enter are also reduced, the chemical takes longer to leach out and therefore the WRE values are higher than the other groups.

In accordance with these results, Var (2001), in his study in which he impregnated beech, alder, spruce and scots pine woods with paraffin, wax and linseed oil using the dipping method, stated that the water uptake rate decreased by 50%, the water repellency effect increased with the extension of the impregnation period, but the water repellency effect decreased with the extension of the soaking time of the samples in water after the

impregnation process. This was interpreted as the water repellent effect was inversely proportional to the water exposure time.

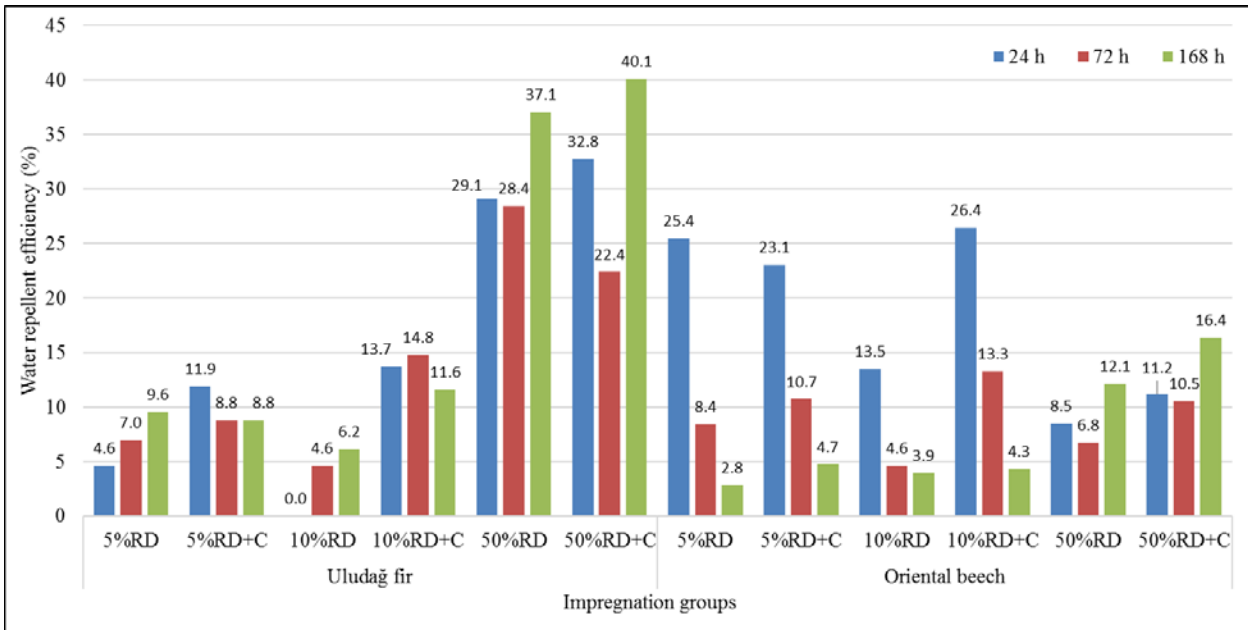


Figure 5. WRE values of impregnation with Ruco-Dry Eco

3.4. Volumetric Swelling

The S values of Uludağ fir impregnated with Ruco-Dry Eco are given in Figure 6 and the change in S values of Oriental beech is given in Figure 7. For both woods, lower S values were obtained with impregnation with 50% concentration solutions. At the end of 168 hours, the lowest S values were determined as 10.4% in Uludağ fir and 12.1% in Oriental beech impregnated with 50% RD+C.

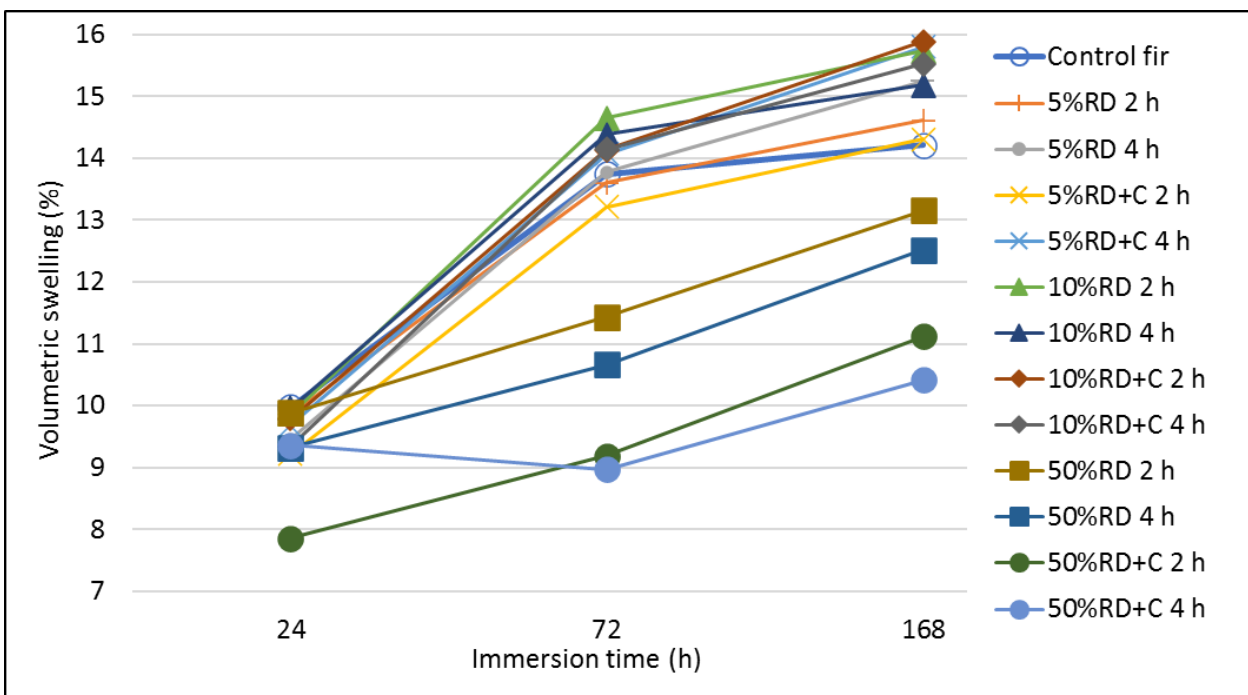


Figure 6. Swelling values of Uludağ fir samples impregnated with Ruco-Dry Eco

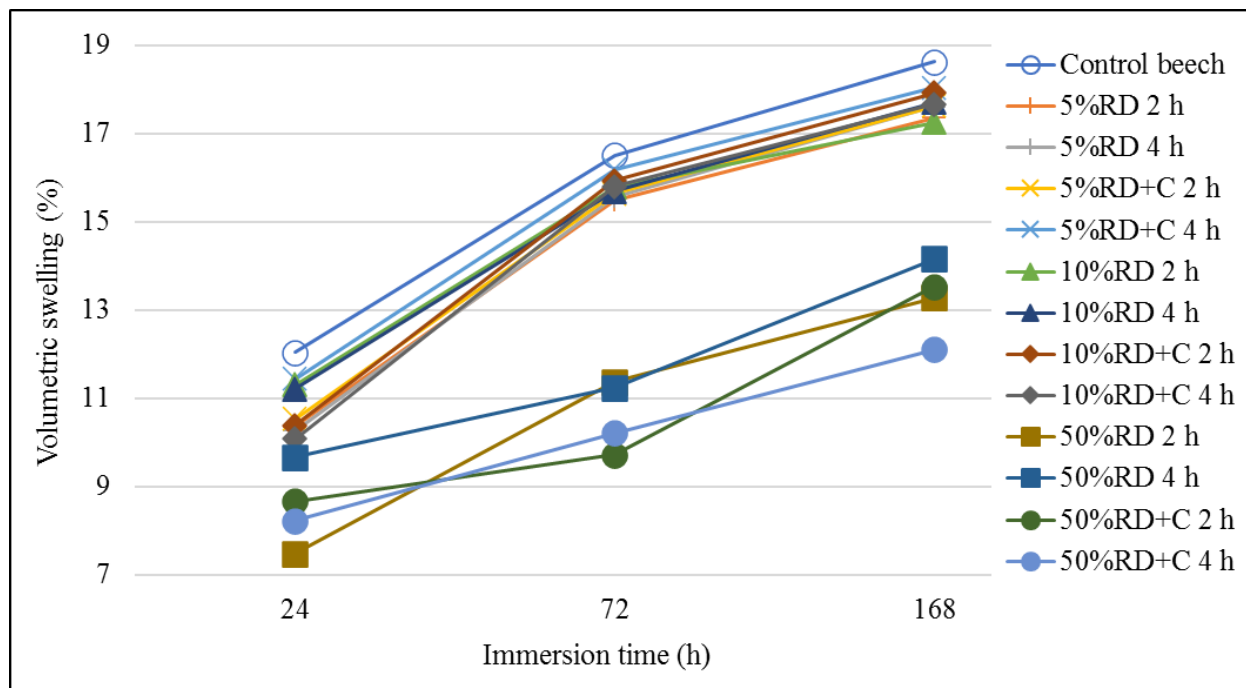


Figure 7. Swelling values of Oriental beech samples impregnated with Ruco-Dry Eco

The results of the analysis of variance showed that the effect of wood type and solution concentration on S was statistically significant, but the effect of impregnation time was not significant ($p=0.190$ for 24 hours; $p=0.833$ for 72 hours; $p=0.923$ for 168 hours). Therefore, impregnation time was not taken into account in the calculation of the mean ASE values. Duncan's test results for the effect of solution concentration on S are given in Table 5.

Table 5

Duncan test results for the effect of solution concentration on swelling

Swelling (%) 24 hours			Swelling (%) 72 hours			Swelling (%) 168 hours		
Solution	X (SD)	HG	Solution	X (SD)	HG	Solution	X (SD)	HG
50%RD+C	8.53 (2.21)	a	50%RD+C	9.52 (2.92)	a	50%RD+C	11.79 (1.83)	a
50%RD	9.08 (2.12)	a	50%RD	11.18 (2.14)	b	50%RD	13.28 (1.66)	b
10%RD+C	9.90 (0.81)	b	5%RD	14.61 (1.25)	c	5%RD	16.21 (1.58)	c
5%RD	9.98 (0.95)	b	5%RD+C	14.78 (1.86)	c	Kontrol	16.42 (2.65)	c
5%RD+C	10.22 (1.15)	b	10%RD+C	15.01 (1.32)	c	5%RD+C	16.44 (2.57)	c
10%RD	10.58 (1.34)	bc	10%RD	15.12 (1.09)	c	10%RD	16.47 (1.30)	c
Control	11.01 (1.32)	c	Control	15.13 (1.54)	c	10%RD+C	16.75 (1.45)	c

RD: RucoDry Eco, C: Crosslinker, X: Mean, SD: Standart deviation, HG: Homogeneity group, different letters denote significant difference, statistically.

At the end of 24 hours, there is no significant difference between the S values of the samples impregnated with 50% RD and 50% RD+C and between the S values of the samples impregnated with 5% and 10% concentration solutions. When the S values determined at 72 hours and 168 hours were examined, it was determined that there was no statistically significant difference between the other treatment groups and the control group except

for the 50% concentration groups, while there was a statistically significant difference between the 50%RD and 50%RD+C groups both among themselves and with all other treatment groups. The use of crosslinker seems to be effective on S only in high concentration solutions. In impregnation with Ruco-Dry Eco, it is seen that only 50% concentration solution can be effective on S, while low concentration treatments have no effect as the water exposure time is prolonged.

ASE values of the samples impregnated with Ruco-Dry Eco are given in Figure 8. For both woods, lower ASE values were obtained for impregnation with low concentration solutions. Even in Uludağ fir, ASE values at 72 and 168 hours were close to zero or negative. However, since there is no statistically significant difference between the S values of these groups, negative values have no meaning. ASE values at 24 hours were higher in these groups. This result shows that impregnation with low concentrations of Ruco-Dry Eco only reduces water uptake and thus S for a short time, but has no effect on ASE in the long term. The highest ASE values of 34% for Uludağ fir and 39.6% for Oriental beech were obtained at 72 hours when impregnated with 50% RD+C. However, at the end of 168 hours, ASE decreases to 24.3% and 31.2%, respectively. It was evaluated that the impregnating agent does not chemically bind to the material and loses its effect as the exposure time to water increases (Var, 2001), and even some of it dissolves and mixes with water and its swelling effect on the material decreases (Can, 2018). Therefore, the ASE values calculated at 168 hours may have been lower than those calculated at 72 hours. The use of crosslinker also resulted in an average ASE increase of 13% in Uludağ fir and 4.7% in Oriental beech.

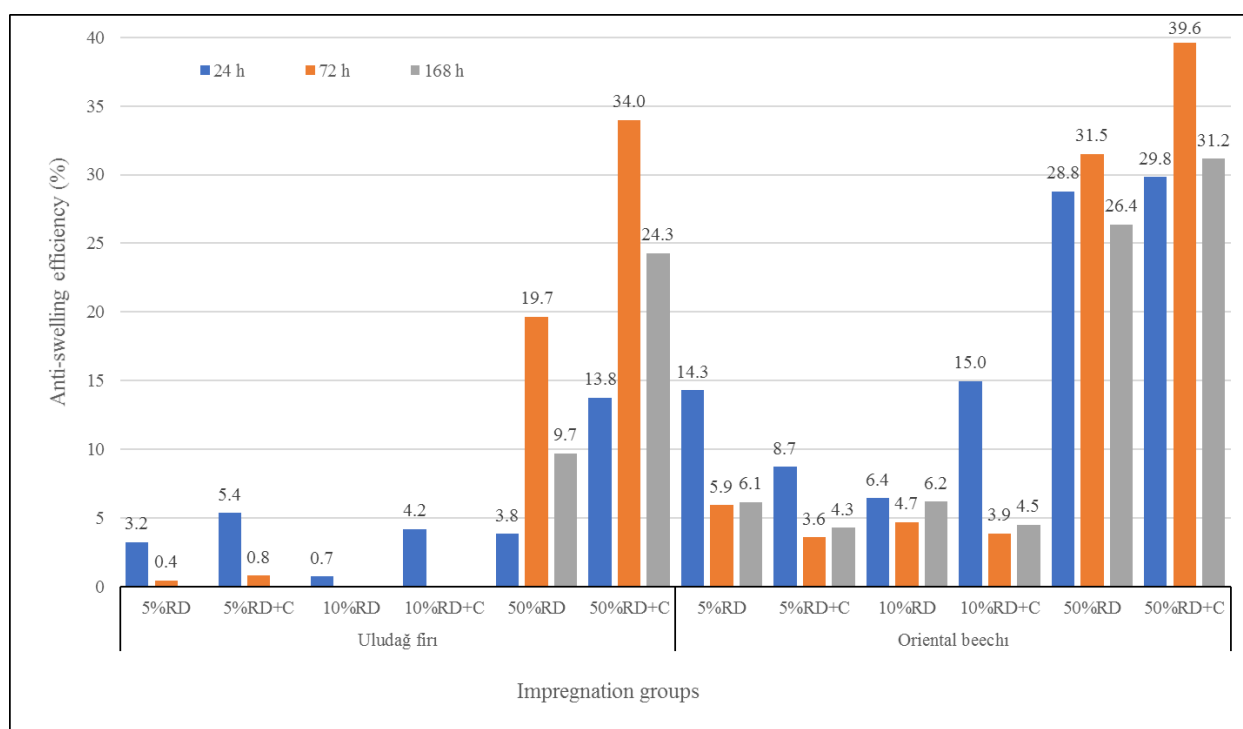


Figure 8. ASE values of samples impregnated with Ruco-Dry Eco

Chen *et al.* (2020) reported the highest 15.3% ASE at the end of 192 hours in poplar wood impregnated with epoxidized linseed oil/carnauba wax suspension. In a similar study, Demirel *et al.* (2018) obtained approximately 70% ASE in scots pine impregnated with epoxidized soybean oil, which is effective by binding to the cell wall of the wood. As a result of heat treatment with the Thermowood method, ASE values of up to 50% can be obtained in wood material (Sefil, 2010). Although ASE values up to 70% were determined in wood treated with DMDHEU, this value is generally in the range of 30-40% (Sandberg *et al.*, 2017), and 30-35% ASE values were obtained in beech (Bollmus, 2011). ASE value can reach 80% in chemical modification such as acetylation (Çetin *et al.*, 2005; Temiz *et al.*, 2006). But all these methods require significant machinery

and equipment investment, and chemical modification also releases harmful chemical by-products and uses a very difficult and laborious process.

4. Results and Recommendations

This study investigated the impact of impregnation with Ruco-Dry Eco, an environmentally friendly water repellent chemical used in the textile industry, on the water absorption and volumetric swelling properties of Uludağ fir and Oriental beech and the results obtained are summarized below.

- In impregnation with Ruco-Dry Eco, WPG and BE values were obtained in direct proportion to the solution concentration. The use of crosslinker in the solutions also caused an increase in the WPG and BE values obtained.
- WU values of Uludağ fir and Oriental beech impregnated with Ruco-Dry Eco vary inversely with WPG and BE values.
- No significant WRE and ASE could be obtained with Ruco-Dry Eco impregnated with 5% and 10% concentration solutions. With 50% solution concentration and crosslinker usage, 40.1% WRE and 34% ASE were obtained in Uludağ fir and 16.4% WRE and 39% ASE were obtained in Oriental beech after 168 hours.
- The use of crosslinker in impregnation with Ruco-Dry Eco increased both WRE and ASE values.
- The ASE values of impregnation with Ruco-Dry Eco decreased as the water exposure time of the materials increased. These results showed that the chemical does not adhere to the material and some of it is washed away, thus reducing its effect.
- Although impregnation with Ruco-Dry Eco does not provide very high water repellency and dimensional stability compared to chemical modification, it can be preferred due to its environmentally friendly nature. It is recommended to use a 50% concentration of solution and crosslinker to achieve sufficient water repellency.
- Since the WRE and ASE values of impregnation with Ruco-Dry Eco decrease with longer exposure to water and are therefore likely to be washed out of the material, it is recommended for use in indoor environments with high humidity rather than in outdoor environments where there is direct contact with water.

Acknowledgement

In this study, data from the master's thesis prepared by Veysel Kapçak at the Karabuk University Institute of Science and Technology were used. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Author Contributions

Suat Altun: Designed the study, analyzed the data and drafted the manuscript and revisions.

Veysel Kapçak: Carried out the experiments, data collection, and reporting.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

References

- Ağırhan, A., Kanat, E., Özek, Z. (2008). Nano partiküllü su iticilik maddeleriyle işlem görmüş pamuk ve polyester kumaşların karşılaştırılması. *Tekstil ve Mühendis*, 69, 7-13. Access address: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/137322>
- Bahners, T., Textor, T., Opwis, K., Schollmeyer, E. (2008). Recent approaches to highly hydrophobic textile surfaces. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 22(3-4), 285-309.

<https://doi.org/10.1163/156856108X295437>

- Bollmus, S., (2011). Biologische und technologische Eigenschaften von Buchenholz nach einer Modifizierung mit 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea (DMDHEU) [Biological and technological properties of beech wood after modification with 1.3-dimethylol-4.5-dihydroxyethylurea (DMDHEU)]. PhD Thesis, University of Goettingen, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, Goettingen.
- Can, A., Sivrikaya, H. (2016). Dimensional stabilization of wood treated with tall oil dissolved in different solvents. *Maderas Ciencia y tecnologia*, 18 (2), 317-324. Access address: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000029>
- Can, A. (2018). Su itici maddeler ile kombine edilmiş bazı emprenye maddelerinin performansının incelenmesi (Doktora Tezi). Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Chen, J., Wang, Y., Cao, J., and Wang. (2020). Improved Water Repellency and Dimensional Stability of Wood via Impregnation with an Epoxidized Linseed Oil and Carnauba Wax Complex Emulsion, *Forests*, 11, 271. Access address: <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/3/271>
- Çetin, N.S. ve Özmen, N. (2005). Modification of wood with environmentally friendly chemicals to improve decay resistance. *J. of Environmental Biology*, 26 (4), 735-740.
- Emmerich, L., Bollmus, S., Militz, H. (2019). Wood modification with DMDHEU (1.3-dimethylol-4.5-dihydroxyethyleneurea) – State of the art, recent research activities and future perspectives. *Wood Material Science & Engineering*, 14(1), 3-18. Access address: <https://doi.org/10.1080/17480272.2017.1417907>
- Galperin, A.S., Kuleshov, G.G., Taraskevich, V.I., Smtov, G.M. (1995). Manufacturing and properties of modified wood: A review of 25 years work. *Holzforchung*, 49, 45-50. <https://doi.org/10.1515/hfsg.1995.49.1.45>
- Gerhards, C.C. (1982). Effect of moisture content and temperature on the mechanical properties of wood:an analysis of immediate effects. *Wood and Fiber Science*, 14(1), 4-36. Access address: <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/501/501>
- Gökmen, K., Sivrikaya, H. (2021). Physical and Mechanical Properties of Fir and Poplar Subjected to Tall Oil and Vacuum Heat Treatment. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23 (2), 510-519. Access address: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/61424/896564>
- Huang K.S., Yang, K.L., Lin, S.J., Lian, W.T. (2007). Antiwrinkle treatment of cotton fabric with a mixed sol of TEOS-TTB/DMDHEU. *Journal of Applied Polymer Science*, 106, 2559–2564. Access address: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/app.25281>
- Koski, A. (2008). *Applicability of crude tall oil for wood protection* (Doktora Tezi). Access address: <http://julkika.oulu.fi/files/isbn9789514287237.pdf>
- Köse Demirel, G., Temiz, A., Jebrane, M., Terziev, N., and Gezer, E. (2018). Micro-distribution, water absorption, and dimensional stability of wood treated with epoxidized plant oils. *BioResources*, 13(3), 5124-5138. Access address: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/micro-distribution-water-absorption-and-dimensional-stability-of-wood-treated-with-epoxidized-plant-oils/>
- Krause, A. (2006). Holzmodifizierung mit N-Methylolvernetzern [Wood modification with cross-linking N-methylol compounds]. Dissertation, University of Goettingen, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, Goettingen.
- Kumar, S. (1994). Chemical modification of wood. *Wood and Fiber Science*, 26 (2), 270-280. Access address: <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1584/1584>
- Küsefoğlu, S. (1998). Ahşap – polimetilmetakrilat kompozit malzemeleri: Üretimi ve fiziksel özellikler. *MPM Yayınları*, 338.
- Li, W., Chen, L., Li, Y., Li, X. (2020) Bamboo modification with 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea(DMDHEU) catalyzed by maleic anhydride. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 40 (2), 126-135. Access address: <https://doi.org/10.1080/02773813.2019.1697293>
- Pelit, H., Korkmaz, M., Budakçı, M. (2017). Farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkileri. *4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi*, Düzce, 1027-1036.
- Rowell, Roger M. Banks, W. B. (1985). *Water repellency and dimensional stability of wood*. Gen. Tech. Rep. FPL-50. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Ruco-DryEco. [Broşür](2017). Access address: <http://www.rudolf-duraner.com.tr>
- Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies - a review. *iForest* 10, 895-908. Access address: <https://iforest.sisef.org/contents/?id=ifor2380-010>

- Sefil, Y. (2010). Thermowood yöntemiyle ısı işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri (Yüksek lisans tezi). Access address: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Sivrikaya, H., Can, A. (2022). Physical and Mechanical Properties and Decay Resistance of Poplar Modified with mDMDHEU. *Drvna Industrija*. 73 (2), 193-203. Access address: <https://doi.org/10.5552/drvind.2022.2118>
- Sivrikaya, H., Can, A., Yaman, B., Palanti, S., Morrell, J.J. (2021). Effect of tallow impregnation on moisture behavior and decay resistance of various wood species. *Wood Material Science & Engineering*. 16 (4), 260-268, Access address: <https://doi.org/10.1080/17480272.2020.1862298>
- Temiz A., Terziev N., Jacobsen B., Eikenes M., (2006). Weathering, water absorption, and durability of silicon, acetylated, and heat-treated wood. *Journal of Applied Polymer Science*, 102 (5), 4506-4513. Access address: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.24878>
- Türk Standartları Enstitüsü. (1975a). *TS 2470 - Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metodları ve genel özellikler*. TSE, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü. (1975b). *TS 2471 - Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini*. TSE, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü. (1975c). *TS 2472 - Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini*. TSE, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü. (1982). *TS 4086 - Odunda hacimsel şişmenin tayini*. TSE, Ankara.
- Var, A.A. (2001). Ahşap malzemede su alımının parafin vaks/bezir yağı karışımıyla azaltılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A*, 2, 97-110.

Ofis Mobilyalarında Çevrim İçi Müşteri Şikâyetlerinin Değerlendirilmesi

Cihangir Kasapoğlu¹ Kadir Kayahan^{2,*}

¹Halkla İlişkiler ve Tanıtım Programı, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye
²Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 06.01.2023

Kabul: 03.04.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Müşteri şikâyetleri ürün/hizmet sorunlarını, müşterilerin olumsuz deneyimlerini tespit etmeye ve müşterileri daha iyi anlamaya yardımcı olan değerli bir veri kaynağıdır. Dolayısıyla müşteri sorunlarının temel nedenlerini anlamak, sorunların nasıl iyileştirileceğine ve işletmecilerin dikkatini hangi sorunlara odaklanacağına dair stratejik pazar bilgisi elde etmek için bir fırsat sunar. Şikâyet verilerinin analizine yönelik çalışmalar özellikle mobilya endüstrisinde yeterince çalışılmamış bir konudur. Bu çalışmanın amacı üçüncü parti bir şikâyet platformunda ofis mobilyalarına yönelik şikâyetleri değerlendirerek öne çıkan sorunları belirlemektir. İçerik analizi yöntemlerinden tematik analiz tekniğinin kullanıldığı çalışmada 125 müşteri şikâyeti MAXQDA yazılımı ile 5 ana tema ve 27 alt temaya kodlanarak analiz edilmiştir. Sonuçlar ofis mobilyalarında karşılaşılan başlıca sorunların ürünlerden kaynaklandığını, iade ve değişim ile ilgili şikâyetlerin ise en sık görülen alt tema olduğunu göstermektedir. Çalışma, bir veri kaynağı olarak müşteri şikâyetlerinin değerlendirmesinin önemini daha iyi anlaşılmasını sağlayarak literatüre katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Ofis mobilyaları, , müşteri şikâyeti, MAXQODA, tematik analiz, pazarlama

Assessment of Online Customer Complaints in Office Furniture

¹Public Relations and Publicity Program, Bartın Vocational School, Bartın University, Bartın, Turkey
²Furniture and Decoration Program, Bartın Vocational School, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 06.01.2023


Accepted: 03.04.2023


Published: 15.04.2023

Research Article

Abstract – Customer complaints are a valuable source of data that helps identify product/service issues, customers' negative experiences, and better understand customers. Therefore, understanding the root causes of customer problems provides an opportunity to gain strategic market insight into how to improve problems and which problems to focus the attention of operators on. Studies on the analysis of complaint data are an under-studied issue, especially in the furniture industry. The aim of this study is to determine the prominent problems by evaluating the complaints about office furniture on a third party complaint platform. In the study using the thematic analysis technique, which is one of the content analysis methods, 125 customer complaints were analyzed by coding into 5 main themes and 27 sub-themes with MAXQDA software. The results show that the main problems encountered in office furniture are caused by products, and complaints about return and exchange are the most common sub-theme. The study contributes to the literature by providing a better understanding of the importance of evaluating customer complaints as a data source.

Keywords – Office furniture, customer complaint, MAXQODA, thematic analysis, marketing

¹  cihangir@bartin.edu.tr

²  kkayahan@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Üretim odaklı anlayıştan müşteri odaklı pazarlama anlayışına evrilen işletmeler için müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının keşfedilmesinin önemi gittikçe artmıştır. Dolayısıyla tüketicilerin ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak ve onlara sunulan değeri en üst düzeye çıkarmak için işletmenin operasyonları ve müşteri etkileşimleri hakkında bütüncül bir içgörüyeye sahip olmak rekabetçi pazarda mücadele edebilmenin önemli bir gereksinimidir. Müşterilerin memnuniyetsiz olduğu unsurların ortaya çıkarılarak iyileştirilmesi ve müşteri şikâyetlerinin çözülmesi müşteri ilişkileri yönetimin temel bileşenlerindedir (Cho vd., 2002). Dolayısıyla müşteri şikâyetleri, şirketlerin sorunun temel nedenini düzeltmek ve hizmeti veya ürünü iyileştirmek için kullanması gereken önemli bir pazar bilgisidir (Gruber vd., 2009). Müşteri şikâyetlerinin işletmeler için adeta bir hediye olduğunu belirten Barlow (2022), iyi yönetilen şikâyetlerin çeviklik (düzeltilmesi gereken sorunlara hızla yanıt verme), güven (bir hata yapıldığında kabul etme) ve empati (müşterileriyle ilgilenme) geliştirmelerine yardımcı olabilecek bir mekanizma olduğunu öne sürmüştür. Bu nedenle şikâyetçi müşteriler yaşadığı olumsuz marka deneyiminin düzeltilmesi için firmaya adeta bir imkan tanımaktadır. Bu nedenle şikâyet verileri hizmet kalitesinin artırılmasında değerlidir (Çakıcı & Güler, 2015).

Müşteriler işletmeyle iletişim halinde olduğu herhangi bir temas noktasında yaşadığı memnuniyetsizlik sonucunda eyleme geçmeme, doğrudan tepki ve dolaylı tepki olmak üzere üç farklı tepki göstermektedir. Doğrudan tepkiler, müşterinin işletmeye yaptığı şikâyetler, yasal yollara başvurulması ve üçüncü taraflara şikâyetlerdir. Dolaylı şikâyetler ise markanın değiştirilmesi veya boykot edilmesi şeklinde gerçekleşir (Wirtz & Lovelock, 2021). Hogarth vd., (2001) üçüncü taraflara yapılan şikâyetlerin memnuniyetsizliğinin tek bir durum olmadığı ve diğer tüketicilerin de bilgilenebileceği, şikâyet edilen markayla bir çözüm bulamayan veya sorunu daha ciddi olarak algılayan tüketicilerden geldiğini öne sürmüştür.

Temelde müşteri şikâyetleri, olumsuz ağızdan ağza iletişim (WOM) davranışına veya müşterinin kaybedilmesine neden olabilecek ve çözülmediği takdirde bir şirketin itibarına veya satışlarına kesinlikle zarar verecek olumsuz müşteri deneyimine dayanmaktadır (Breitsohl vd., 2010; Nyer & Gopinath, 2005). Etkili şikâyet sistemi olumsuz ağızdan ağza iletişimi olumluya çevirerek memnuniyetsiz bir müşteriyi memnun ve sadık bir müşteriye dönüştürülebilir; çünkü birçok şirket, şikâyet yönetimine yapılan yatırımları müşteri taahhüdünü artırma ve müşteri sadakati oluşturma aracı olarak görmektedir (Tax vd., 1998). Bu nedenle etkili şikâyet yönetiminin faydaları özellikle şunlardır: (1) müşteriyi elde tutma oranları üzerinde çarpıcı bir etkiye sahip olmak; (2) olumsuz ağızdan ağza iletişimin yayılmasını önlemek; (3) daha olumlu ağızdan ağza iletişimi teşvik etmek, (4) müşterinin kalite algısını artırmak (5) memnun şikâyetçiler için çapraz satış fırsatlarına yol açmak; (6) nihai performansı iyileştirmek; (7) pazarlama zekasını geliştirmek; (8) olumlu bir şirket imajını desteklemek ve (9) yasal işlem olasılığını azaltmaktır (Jean Harrison-Walker, 2001).

Tüketiciler satın alma kararları verirken ağızdan ağza iletişime (WOM) güvenme eğilimindedir (Barreda vd., 2015; Kumar vd., 2023). Web 2.0 teknolojilerinin ortaya çıkışıyla internet etkileşimli bir nitelik kazanarak tüketicilere şikâyet etmeleri için yeni çevrim içi kanallar sağlamıştır (Miquel-Romero vd., 2020). E-şikâyet siteleri ise markaların içgörü elde etmesini sağlayan önemli bir e-WOM platformudur. Tüketiciler bu platformlarda kötü deneyimlerini diğer tüketicilerle paylaşabilmektedir. E-WOM'un çok sayıda insana ulaşma yeteneği, iletişimin farklı internet platformlarında gerçekleşebilmesi, kalıcılığı, gözlemlenebilirliği ve anonimliği nedeniyle işletmeciler için benzersiz bir veri kaynağı haline gelmiştir (King vd., 2014). Dolayısıyla günümüzde işletmeler müşterilerin görüşlerini dijital ortamda takip ederek stratejilerini bu yönde şekillendirmektedir.

Sosyal mesafe kavramının kaçınılmaz olduğu COVID-19 pandemisi döneminde insanlar, aileleri ve arkadaşlarıyla olan ilişkilerini ve kişiliklerini yansıtan en mahrem yerleri olan evlerini çevrim içi toplantı ve kurslara açmak zorunda kaldı. Evlerin salonları iş yeri, ofis ve dersliklere dönüştü (Karıptaş ve Karıptaş, 2021). Beyaz yakalı iş gücünün Covid 19 salgınında zorunlu olan evden çalışma uygulamasının pandemi sonrasında da devam ettiği görülmektedir. Örneğin salgın döneminde dünya üzerindeki birçok işletmede uzaktan çalışma uygulaması olumlu bir performans göstermiş, böylece ihtiyaç duydukları genel alanı azaltan ve her gün daha az

çalışanın ofislere geldiği esnek çalışma uygulamasına geçmeye başlanmıştır (McKinsey, 2021). Ipsos tarafından salgının iş hayatına etkilerine yönelik yapılan araştırmada Türkiye’de Covid 19 salgını sonrasında uzaktan çalışma uygulamasının %13’ten %59’a, çok uluslu şirketlerde ise %21’den %94’e yükseldiği görülmüştür (Ipsos, 2021). Bu uygulama bir değişimi de beraberinde getirerek ofis mobilyalarına olan talep kurumsaldan bireyselle doğru bir eğilim göstermiş, home ofis mobilyalara olan ilgi artmıştır (Bekar & Kutlu, 2022). Böylece ofis mobilyalarındaki müşteri görüşlerinin izlenmesi daha çok önem kazanmıştır.

Türkiye’de mobilya endüstrisinde müşteri görüşlerini inceleyen az sayıda araştırmanın bulunduğu söylenebilir. Örneğin bazı çalışmalarda tüketicilerin mobilya sektörüne yönelik satış sonrası hizmetler hakkındaki görüşleri ölçülmüş ve veriler genellikle anket yöntemi ile toplanmıştır (Cıranoglu, 2018; Çabuk vd., 2012). Firma yöneticilerine uyguladığı anket ile Türkiye’de ofis mobilyaları endüstrisinde yaşanan sorunları araştıran Söğütü vd. (2016), nitelikli iş gücü, nakliye ve ürün teslimatının gecikmesinin başlıca sorunlar olduğunu, müşteri şikâyetlerinin ise büyük çoğunluğunun malzeme ve cihaz sorunlarından kaynaklandığını belirlemiştir. Usta (2006), mobilya sektöründe müşteri tatminsizliği ve şikâyet davranışına odaklandığı çalışmada şikâyetlerin genellikle üründen kaynaklandığını öne sürmüştür. Bu çalışmalarda veriler işletme yöneticilerinden anket yöntemiyle toplanmış, dolayısıyla belirlenen sorunlar müşteriden ziyade üretici firmanın bakış açısından değerlendirilmiştir. Mobilya sektöründeki firmalara gelen şikâyet formlarını inceleyerek müşteri şikâyetlerini sınıflandıran Dağsuyu vd., (2016) AHP yöntemi ile müşteri şikâyetlerinin önem seviyesini belirlemiştir. Bu çalışmaya göre mobilya sektöründeki müşteri şikâyetleri önem sırasına 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 & Cude, 2012). Dolayısıyla literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ofis mobilyalarına yönelik tüketici algısını ölçen yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmaktadır.

Ofis mobilyası üreticilerinde mevcut sorunların belirlenmesine ve çözümüne ilişkin yapılacak araştırmalar, bu endüstride sunulan hizmetin kalitesinin artırılması açısından da önemlidir. Ayrıca şikâyet platformundan elde edilen bu verilerin müşterilerin herhangi bir yönlendirmesi olmadan oluşturduğu kullanıcı kaynaklı içerikler olması nedeniyle daha güçlü olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı ofis mobilyalarına yönelik çevrim içi bir şikâyet platformu olan sikayetvar.com’ da oluşturulan müşteri şikâyetlerinde öne çıkan sorunları belirlemek ve mobilya üreticileri için önerilerde bulunmaktır. Bu kapsamda bu çalışmada şu sorulara yanıt aranacaktır.

- İnternet şikâyet forumunda en sık dile getirilen şikâyetler hangileridir?
- Şikâyetlerde hangi kavramlar üzerinde durulmuştur?
- Şikâyet konuları arasında nasıl bir ilişki söz konusudur?

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın evrenini, tüketicilerin olumsuz müşteri deneyimlerini paylaştığı dijital bir şikâyet forumu olan e-sikayetvar.com’da ofis mobilyaları ile ilgili oluşturduğu şikâyetler oluşturmaktadır. Tüketicilerin şikâyetlerini ilgili işletmelere ulaştırmada etkili bir platform olan sikayetvar.com’da yaklaşık olarak 25 milyon ziyaretçi, 9 milyon bireysel üye ve 167 bin kayıtlı marka bulunmaktadır. Bu platformun tercih edilmesinin nedeni aktif çevrim içi kullanıcılar için çok popüler bir site olması, müşteri şikâyetlerini toplama konusunda nispeten uzun bir geçmişi olması ve iyi organize edilmiş verilere sahip olmasıdır (Lee & Hu, 2004).

2.2. Yöntem

Ofis mobilyaları endüstrisindeki çevrim içi şikâyetlerin keşfinin henüz yeni bir konu olması sebebiyle ve sorunların derinlemesine analiz edilebilmesi için nitel bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Nitel yaklaşım araştırmacıların, müşterilerin şikâyet etme davranışlarını e-şikâyetçilerin yansıttığı açıdan anlaşılmasına olanak tanır ve müşterilerin algılanan deneyimlerine odaklanır. Üçüncü parti şikâyet platformları müşteriler tarafından oluşturulmuş yapılandırılmamış bir veri kaynağıdır. Tüketici araştırmasında nitel yaklaşımlar, yalnızca kısa vadeli tepkileri değil, tüketicilerin, algıları ve motivasyonları hakkında daha iyi iç görüler sağlayabilir (Petrescu & Lauer, 2017). Pazarlama araştırmalarında nitel yaklaşımla toplanan veriler nicel yaklaşımların aksine insanların ne söyledikleri ve ne yaptıklarına odaklanan araştırmalardır ve nicel yaklaşımla bulunmayan bir önsezi ve olayları kavrama imkanı sunan değerli bir yöntemdir (Burns & Bush, 2015:117). Dolayısıyla internet ortamında yapılandırılmamış kullanıcı kaynaklı içeriklerin analizinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Metinlerden elde edilen verilerden sistematik ve objektif bulgular elde etmek için kullanılan bir teknik olan içerik analizi nicel yönüyle kendini gösterse de nitel yönüyle metinler üzerinde analizlerin yapılmasında kolaylıklar sağlamaktadır (Kuş, 2022).

Veri toplama: Araştırmanın verileri sikayetvar.com'da ofis mobilyalarına ilişkin 21 Nisan 2021 ila 27 Ocak 2023 tarihleri arasında yapılan şikâyetler oluşturmaktadır. Platformda 21 Nisan 2020 tarihinden önce ofis mobilyaları ile ilgili herhangi bir şikâyet oluşturulmamıştır. sikayetvar.com sitesinde ofis mobilyası anahtar kelimesi ile yapılan arama sonucunda 161 içeriğe ulaşılmıştır. Bu içeriklerden 36 belge ofis mobilyalarıyla ilgili olmadığı tespit edilerek veri setinden çıkarılmıştır. Dolayısıyla 125 veri analiz edilmiştir. Her bir şikâyet içeriği Phyton yazılımı ile paylaşılan şikâyetin başlığı, şikâyet edilen marka ve şikâyetin durumu (Yayında-Cevaplandı-Çözüldü) bilgilerini içerecek şekilde çekilmiştir.

Verilerin analizi: Verilerin analizinde nitel analiz tekniklerinden biri olan içerik analizi kullanılmıştır. Metinlerden ve diğer iletişim biçimlerinden sistematik, güvenilir veya geçerli ve yinelenebilir çıkarımlar yapmaya yönelik bir araştırma teknikleri ailesi olan içerik analizi, araştırmacılara yeni bir içgörü sağlayarak araştırmacının belirli olgular hakkındaki anlayışını artırır veya pratik eylemler için bilgi sağlar (Krippendorff, 2004). İçerik analizinde araştırılan konuya göre çeşitli tekniklere başvurulabilir. Bu çalışmada ise bir içerik analizi tekniklerinden biri olan tematik analiz tekniği kullanılmıştır. Tematik analiz genel olarak belirli bir mesajın önce birimlere ayrılmasını ve daha sonra bu birimlerin belirli ölçütlere göre sınıflandırılmasını ifade eder (Bilgin, 2006).

Tematik analizin gerçekleştirilmesi için adımlar şunlardır:

Ana temaların belirlenmesi

Alt temaların belirlenmesi

Verilerin kodlanması

Kodların analizi

Analiz sonuçlarının görselleştirilmesi.

Verilerin analizinde MaxQDA Nitel & Karma yöntemler için profesyonel veri analizi yazılımı kullanılmıştır. MaxQDA verilerin kodlama ve temaları nicel olarak değerlendirme ve görselleştirme imkanı sunmaktadır. Temalar, başkaları tarafından benzer şekilde kullanılan ve yeni araştırma durumuna iyi bir şekilde uyarlanabilecek bir kodlama şemasını ortaya çıkarmak için literatürün gözden geçirilmesi gerekir (Boyatzis, 1998). Dolayısıyla temalar önceki araştırmaların (Güven, 2020; Söğütü vd., 2016; Yılmaz vd., 2022; Çabuk vd., 2012; Dağsuyu vd., 2016) itinalı bir şekilde gözden geçirilmesine dayalı olarak oluşturulmuştur.

Bu çalışmada belirlenen ana ve alt temalar tablo 1'de verilmiştir. Böylece 5 ana tema ve 27 alt tema belirlenmiştir. Çalışmanın odak noktasının ofis mobilyaları olması ve ürüne yönelik şikâyetler ile teknik servis, montaj/kurulum, iade sürecini içeren satış sonrası hizmetlerle ilgili detaylı bilgi elde edilmesinin bu endüstri için önemli olması nedeniyle bu temalara ait alt temalar da kodlanmıştır.

Tablo 1

Çalışmada kullanılan ana ve alt temalar

Ana Temalar	Alt Temalar
Ürüne yönelik şikâyetler	<ul style="list-style-type: none"> • Ürünü kullanırken hasar görmesi/arızalanması/kırılması • Ayıplı ürün • Hasarlı ürün gönderimi • Ürün ile ilgili hatalı bilgi verilmesi • Yanlış ürün • Eksik ürün • Kullanılmış ürün • Orijinal olmayan ürün • Ambalajlama/paketlemeden kaynaklı şikâyetler
Satın alma sürecine yönelik şikâyetler	<ul style="list-style-type: none"> • Siparişin takibi ile ilgili sorunlar • Siparişin faturasının verilmemesi • Stokta olmayan ürünlerin satışta olması • Müşteri bilgisi olmadan siparişi iptal etmek
Teslimat ile ilgili şikâyetler	<ul style="list-style-type: none"> • Teslimatın istenilen yere taşınmaması • Nakliye/kargo şirketi ile ilgili sorunlar • Geç teslimat • Siparişlerin ulaşmaması • Yanlış adrese teslim • Haksız nakliye ücretinin alınması
Müşteri hizmetleri ile ilgili şikâyetler	<ul style="list-style-type: none"> • İletişim kurulacak birimlere ulaşamama • Personelin ilgisizliği • Mesajlara cevap alamama • Yeterli çözümün sunulmaması • Personelin olumsuz davranışları
Satış sonrası hizmetler ile ilgili şikâyetler	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik servis ile ilgili şikâyetler • Montaj/kurulum şikâyetleri • İade/Değişim ile ilgili şikâyetler

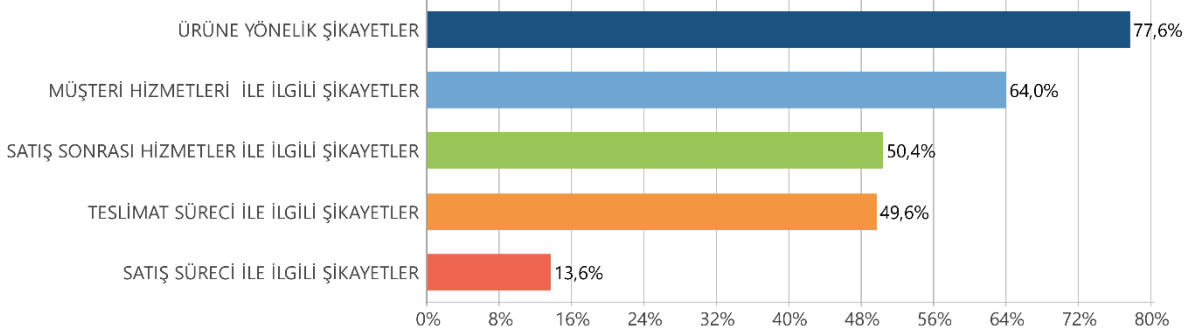
Araştırmada iç tutarlılığın sağlanması için araştırmacılar dışında iki bağımsız araştırmacı tarafından kodlamalar incelenmiş ve belirlenen temalar arasındaki uyum belirlenmiştir. İçerik analizinin güvenilirliğinin test edilmesi iki unsur gözetilmelidir. Bunlardan ilki, verilerin analizinden önce belirlenen verilerin başka araştırmacılar tarafından da erişilebilir olmasıdır; diğeri, ise kodlamanın birden çok araştırmacı tarafından yapılarak kodlayıcılar arasındaki farkın minimum olmasıdır. Kodlamalar arasındaki tutarlılığın sağlanması için mevcut araştırmadaki veriler iki farklı yazar tarafından kodlanmış ve Miles vd., (2014) tarafından önerilen “görüş birliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı) x 100 ” formülü kullanılarak yüzde 90 oranında bir tutarlılık görülmüştür. Böylece araştırmacılarından kaynaklanabilecek ön yargılar azaltılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Erişilen 125 şikâyet içeriğinin 51’inde alışverişin internet üzerinden yapıldığı görülmektedir. Ayrıca internetten yapılan alışverişlerin 17’si ise e-ticaret sitelerinden gerçekleşmiştir. Çalışmada 605 farklı kodlama yapılmıştır. Bunun nedeni şikâyetlerde yer alan ifadelerin aynı anda birden fazla kod ile kodlanabilmesidir. Mevcut çalışmanın multidisipliner bir yaklaşımla ofis mobilyalarındaki hem teknik sorunları hem de pazarlamaya yönelik sorunları ortaya çıkarması amacıyla satış sonrası hizmetler ile ilgili temalarda alt temalar oluşturularak detaylı sonuçlar elde edilmek istenmiştir. MAXQDA yazılımı ile ofis mobilyaları ile ilgili kodlamaların genel görünümü Şekil 1’de gösterilmektedir. Ofis mobilyası markalarına gelen şikâyetler ana temaları değerlendirildiğinde en büyük şikâyet kategorisinin (%77,6) ürüne yönelik olduğunu göstermektedir. Müşteri hizmetleri ile satış sonrası hizmetlere yönelik şikâyetler de %50’nin üzerinde bir seviyededir. Bu bulgular mobilya endüstrisinde müşteri memnuniyetsizliğini ölçen önceki çalışma ile benzerlikler göstermektedir (Usta, 2006). Fakat

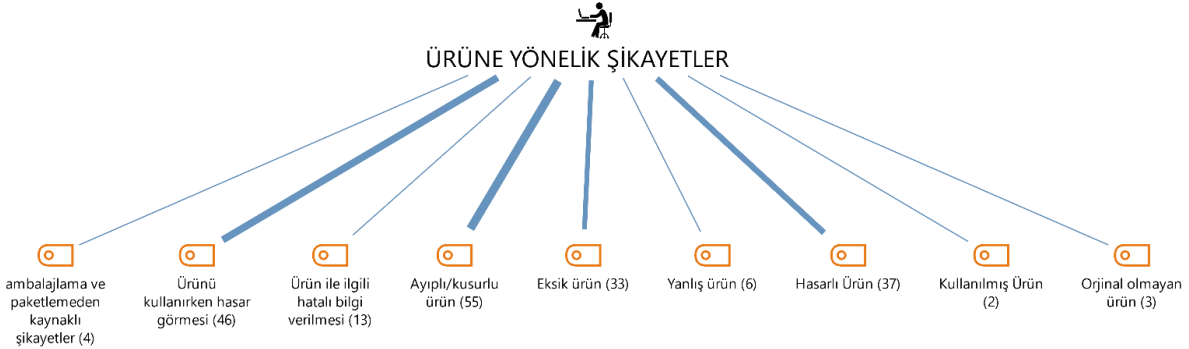
Dağsuyu vd. (2016) ofis mobilyaları üreticilerinin bakış açısıyla müşteri memnuniyetsizliklerini AHP yöntemiyle hiyerarşik olarak sıraladığı çalışmada satış sonrası hizmetler kategorisinin (İade/Değişim Talebi-Servis Hizmeti Memnuniyetsizliği) ürüne yönelik şikâyetlerden daha çok görüldüğünü öne sürmüştür.

OFİS MOBİLYASI SEKTÖRÜNDEKİ ŞİKAYETLER



Şekil 1. Kod Frekans Yüzdelerine Göre Ofis Mobilyası Sektöründeki Şikâyetler

Şekil 2’de ürüne yönelik şikâyetler ve bu alt temaların kod sıklıklarını gösterilmektedir. Bağlantıların çizgi kalınlıkları kodun belgelerde görülme sıklığını göstermektedir. Ürüne yönelik şikâyetlerde ayıplı ürünün en çok memnuniyetsizlik duyulan kategori olduğu görülmektedir. Ayıplı ürün ile ilgili şikâyetlerde ürünün fonksiyonlarının iyi çalışmaması, düşük kalite malzemenin kullanılması, internette resmi gösterilen ürünle gerçek ürünün farklı olması, ürünün sağlam olmaması gibi sorunları içerdiği görülmektedir. Ürünün kullanırken hasar görmesi tüm belgelerde 46 kez kodlanmıştır. Bu kategoride ürünlerin kırılması, çökmesi, kumaşta deformasyon ile parçaların arızalanması nedeniyle işlevini yerine getirmemeye başlaması başlıca sorunlar arasındadır.



Şekil 2. Ürüne yönelik şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

Şekil 3’te MaxQDA ile ürüne yönelik şikâyetleri bulunduğu belgelerdeki kelime bulutu oluşturulmuştur. Kelime bulutları, bir metindeki en yaygın kelimeleri görselleştirmek için kullanılır. Farklı boyutlarda tasvir edilen kelimelerin bir koleksiyonu veya kümesidir. Kelimenin büyüklüğü geçme sıklığını göstermektedir. Ürüne yönelik şikâyetler temasındaki metinlerde en sık geçen kelimenin koltuk ve kırıldı kelimelerinin olduğu görülmektedir. Kelime bulutu ürüne yönelik şikâyetlerde hangi ürünlerde hangi sorunların olduğunu anlamamıza da yardımcı olmaktadır. Kelime bulutunda sırasıyla ürünlerde koltuk, sandalye, kitaplık ve masalarda sorunların yaşandığı görülmektedir. Dolayısıyla koltuklarda kırılmanın en önemli sorun olduğu, aynı zamanda mobilyaların sırt, kumaş ve mekanizma kısımlarında sorunların görüldüğü anlaşılmaktadır. Dağsuyu vd., (2016) Türkiye’de mobilya yöneticilerine yönelik yaptığı çalışmada ürünlerde kırılmanın sıklıkla yaşandığını belirtmiştir. Benzer durum bu çalışmada da tespit edilmiştir. Fakat arızaların ahşap dışı aksamalarda daha çok yaşandığı söylenebilir.

Ürünlere yönelik şikâyetlerde karşılaşılan bir diğer sorun ise eksik ürün gönderimidir. Bunlar arasında bir ofis takımının eksik gönderilmesinin yanında montaj için kullanılacak parçaların eksikliği de sıkça görülmektedir. Örneğin: “*Binbir kavgadan sonra pazartesi günü ürünler geldiğinde, kitaplığın kapaksız olduğunu fark ettim*”. (K2)

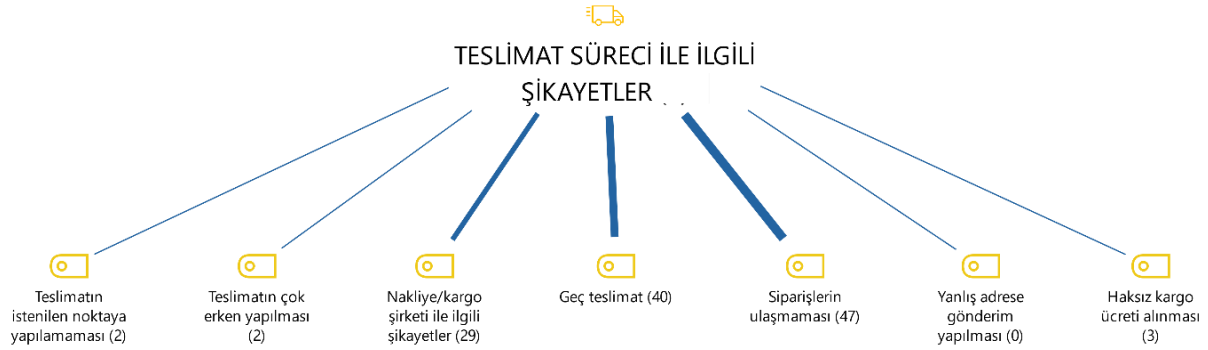
“*Sandalye için gelen parçanın yayı eksik, kitaplık için getirecekleri vida bile yanlarında yok.*” (K41).

Hasarlı olarak gelen ürünlerle ilgili şikâyetlerin % 51,7'si internet üzerinden satın alınan ürünlerdir. Bu oran ürünün kullanırken hasar görmesini içeren şikâyetlerde % 35,2'ye düşmektedir. Ayıplı ürün gönderimine dair şikâyetlerdeki alışverişlerin % 35,4'ü ve eksik ürün gönderimine dair şikâyetlerdeki alışverişlerin % 27,2'si internet üzerinden gerçekleştirilmiştir.



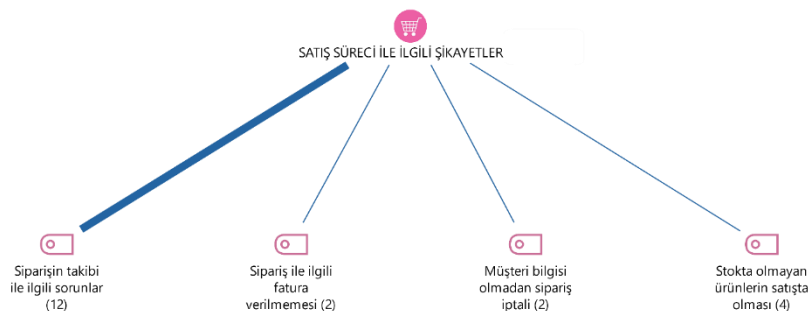
Şekil 3. Ürüne yönelik şikâyetlerin kelime bulutu

Teslimat süreci ile ilgili şikâyetlerde Şekil 4'te gösterildiği gibi sırasıyla siparişlerin ulaşmaması, teslimatın gecikmesi ve nakliye/kargo şirketinden kaynaklı sorunlar alt temalarının öne çıktığı görülmektedir. Şikâyetlerin birçoğunda üretici firmanın verdiği tarihe uymaması müşterilerde memnuniyetsizlik yaratmaktadır. Şikâyetlerde teslimatın gecikmesinde nakliye/kargo şirketinin geç teslimatından kaynaklanan memnuniyetsizliğin firmaya da yüklendiği anlaşılmaktadır. Nakliye/kargo şirketinden kaynaklı teslimatın geç gelmesi ya da ulaşmamasında bazı üretici firmaların bu sorumluluğu üzerine almadığı görülmektedir. Nakliye şirketinden kaynaklı şikâyetlerde dile getirilen bir diğer sorun ise ürünlerin nakliye sırasında kırılması, zarar görmesi ya da ürünün bazı kısımlarının kaybolmasıdır. Dolayısıyla hizmet kalitesi işletmeler için bir bütün olarak görülmektedir bu sebeple nakliye firmasından kaynaklanan olumsuz imaj işletmeye de yansiyabilir.



Şekil 4. Teslimat süreci ile ilgili şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

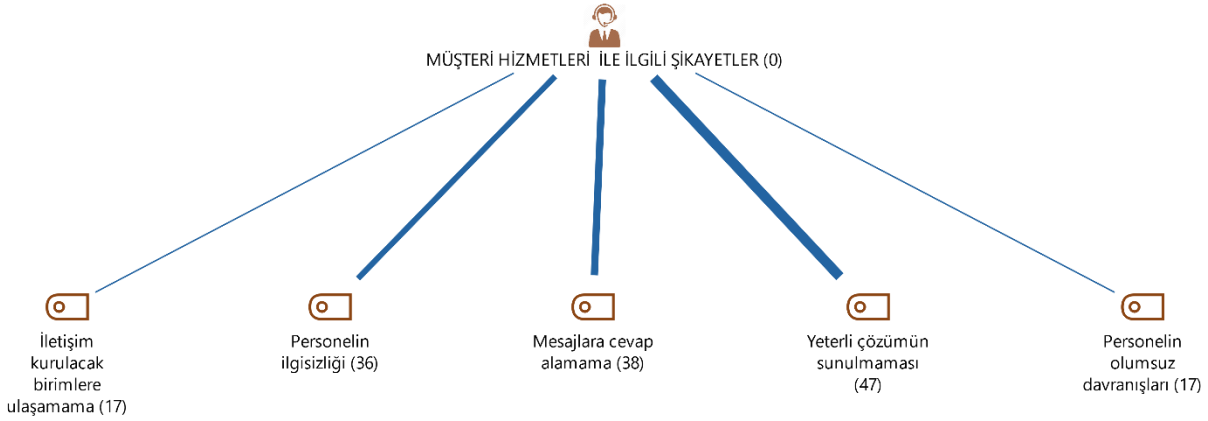
Diğer temalara göre en az şikâyet satış sürecine ilişkin şikâyetlerde oluşmuştur. Siparişin takibi ile ilgili sorunlar satış süreci ile ilgili şikâyetler arasında en fazla oluşturulan şikâyetlerdir (Şekil 5).



Şekil 5. Satış Süreci ile İlgili Şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

Buna göre özellikle verilen siparişlerde terminlere uyulmaması ve siparişin üretim noktasından müşteriye olan süreçte aksaklıklar yaşandığı görülmüştür. Stokta olmayan ürünlerin satışta olması, müşteri bilgisi olmadan siparişlerin iptali ve sipariş ile ilgili fatura verilmemesi en az görülen şikâyet konularındandır.

Ofis mobilya endüstrisinde en çok şikâyet alan konulardan biri de müşteri hizmetlerine yönelik şikâyetlerdir. Şekil 6'da bu tür şikâyetler arasında en önemli sorunun müşteri hizmetleri personelinin oluşan soruna yeterli çözüm bulamaması olduğu görülmektedir. Yeterli çözümün üretilmemesinin nedenleri arasında müşterinin öne sürdüğü sorunu kabul etmemesi olduğu görülmektedir. Ayrıca müşteri hizmetleri hattındaki personelin müşteriye “şikâyetiniz inceleniyor. Size geri dönüş yapacağız” şeklinde verdiği yanıtın uzun süre geri dönüş yapmaması da bu şikâyetlerin sebepleri arasında yer almaktadır. Müşteri mesajlarına da geri dönülmemesi ile müşteri hizmetleri personelinin ilgisiz davranması dikkat çeken şikâyet konuları arasında yer almaktadır. Bu şikâyetlerde personelin müşteri sorunlarını umursamaz bir tavır içinde olduğu ve sorunlarla ilgilenmeye isteksiz davrandığı söylenebilir. Müşteri hizmetleri personelinin olumsuz davranışları müşteri hizmetleri ile ilgili şikâyetler arasında yer almaktadır. Şikâyet içeriklerinde personel müşteriye kaba, alaycı ve kibirli davranmakla ve ters bir üslup ile cevap vermekle itham edilmektedir. Bu bulgulardan müşteri hizmetleri personelinin bu konuda eğitimsiz olduğu, dolayısıyla firmaların bu konuya yeterince önem vermediği sonucuna varılabilir.



Şekil 6. Müşteri hizmetleri ile ilgili şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

Satış sonrası hizmetler algılanan riski azaltan bir unsur olarak tüketicilerin satın alma kararlarında önemli bir rol oynamaktadır. Şekil 7 incelendiğinde satış sonrası hizmetlerle ilgili sorunlara ilişkin alt temalar sırasıyla “iade ve değişim ile ilgili şikâyetler (60)”, “teknik servis ile ilgili şikâyetler (17)” ve “montaj ve kurulum ile ilgili şikâyetler” (16) olarak yer almaktadır. Ürün iadeleri tüketicilerin satın alma kararında etkili bir unsurdur (Rokonuzzaman vd., 2021). İade ve değişim ile ilgili şikâyetlerde ürünlerde oluşan arızanın kullanıcıdan kaynaklandığı iddia edilerek iade talebinin reddedildiği anlaşılmaktadır. Bu sorunla ilgili örnek ifadeler şunlardır:

“Ürünün iadesi için geri gönderilmişti, fakat ürünün tarafımızdan kırıldığı iddia edilerek iadesi reddedildi” (K15).

“Belki ayıplı ürün sattınız kullanıcı hatası deyip işin içinden çıktılar (K86).”

“Ürünümün daha garantisi bitmeden ve kullanıcı hatası olmamasına rağmen piston için benden ücret talep edildi (K80)”.

“...Ofis Koltuğu Çalışma Koltuğu Ofis Sandalyesi Bilgisayar Koltuğu” adlı ürün garanti süresi içerisinde kırıldı. En fazla 80 kg birey oturmasına rağmen kullanılan plastikler kalitesiz olduğu için kolay bir şekilde kırıldı. Mağaza garanti kapsamında olduğu halde yardımcı olmuyor (K24).

“Sadece oturarak mekanizmanın metal aksamını yırtılarak kırılması mümkün değildir. Garantiden değiştirilmesi gerektiğini düşünüyorum” (K76).

Üründe oluşan hasarların onarılması işlemlerini kapsayan teknik servis ile ilgili şikâyetlerde teknik servisin onarımda yetersizliği ile onarımın uzun sürmesi sorunlarıyla daha sık karşılaşmaktadır. Bu şikâyetlerin sebebi olarak teknik serviste malzeme eksikliğinin olması, onarımın uzun sürmesi ya da onarımın gerçekleştirilememesidir.

“Şu an Ocak 2023 tarihindeyiz ve ben ürünü göndereli tam 4,5 ay oldu. 4,5 aydır ürünün parçası yok, tamir sürecinde, yarın kargoya veriyoruz gibi yalanlarla oyalandım.”

“...paket açıldı ve bağlantı parçaları olmadığı gerekçesiyle kurulmadan bırakıldı (K29).”



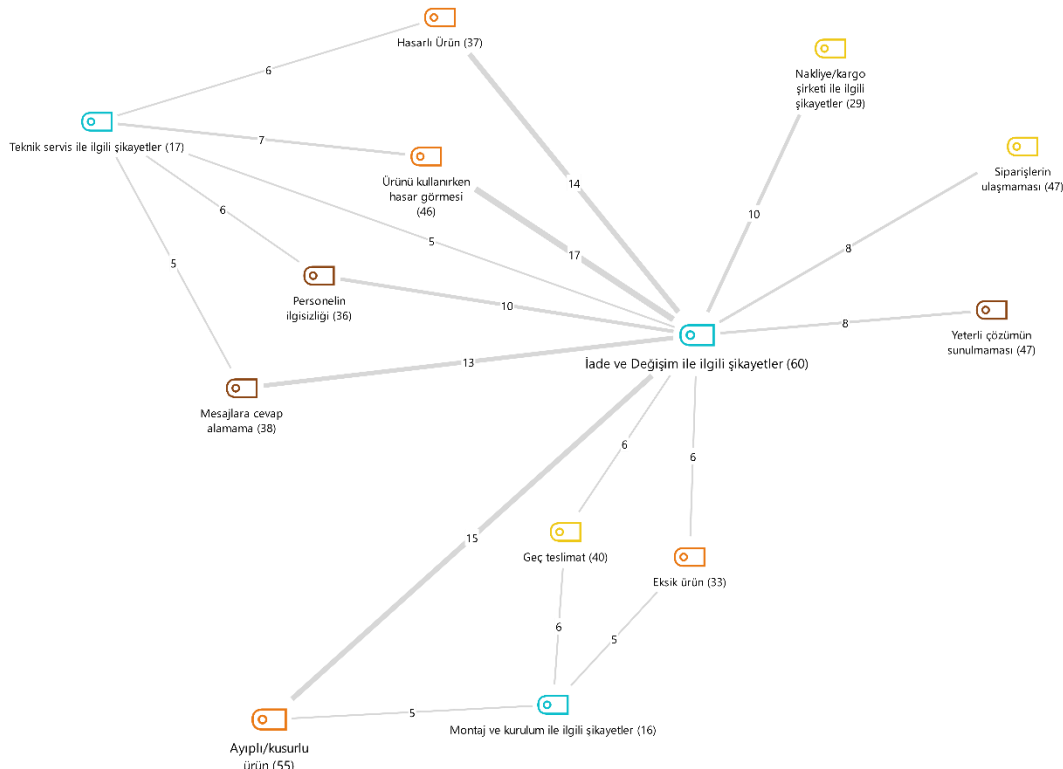
Şekil 7. Satış sonrası hizmetleri ile ilgili şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

Ürünlerin montajı ve kurulumundaki gecikmeler de müşterileri olumsuz etkileyen sorunlar arasında yer almaktadır. Ofis mobilyalarının montaj gerektiren ürünleri hakkında şikâyetler görülmüştür. Montajdan kaynaklı sorunlar arasında montaj için gerekli parçanın eksik olması nedeniyle montajın gecikmesi ya da montaj esnasında personelin hatası nedeniyle ürünün zarar görmesi en sık görülen durumlardır:

“Aldığımız ürünlerin çoğu ofis mobilyası olduğu için kurulum için bir mobilya ustası ile anlaşılıp montaj için kendisine çağırdım. Usta ofise gelip kurulum için gelen kargo paketleri açıldığında ilk elimize ulaşan kargoların da eksik olduğunu gördük (K16).”

“bir ofis sandalyesi aldım bir aydır başlığı monte etmek için gerekli parçayı bekliyorum. (K59)”

“..15 iş gününü aşmakla beraber kurulumla geldiklerinde bir fiyaskoyla karşılaştım, 3 parça mobilyada 4 hatalı ürün çıktı, masa ayakları ürünle uyumsuz geldi, sandalyeler yanlış gönderilmiş, dolapların menteşeleri paketlerin içinden çıkmadı (K60).”



Şekil 8. İade ve değişim ile ilgili şikâyetler ve frekans düzeyine göre alt temaları

Bu çalışmanın genel durumunu betimleyen Şekil 8'deki harita, kodların arasındaki ilişkiyi birlikte oluşum sıklıklarına göre göstermektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı kodların aynı belgede birlikte görülme sıklığını ifade eder. Haritanın daha anlamlı ve karmaşadan uzak bir görünüm alması amacıyla kodların birlikte oluşma sıklığı en az 5 olarak belirlenmiş, böylece çok zayıf düzeydeki ilişkiler dışlanmıştır. Şekil 8'e göre en çok bağlantıya sahip alt tema "iade ve değişim ile ilgili şikâyetlerdir". İade ve değişim ile ilgili şikâyetler ile "Ürünü kullanırken hasar görmesi" kodları 17 kez birlikte görülmüştür. Böylece ürünün kullanımı esnasında oluşan hasarın firma tarafından kullanıcı hatası olarak görüldüğü ve müşterinin iade talebini reddettiği söylenebilir. Benzer bir şekilde "hasarlı ürün" ile "ayıplı/kusurlu ürün" teslimine dair kodlar ile "iade ve değişim ile ilgili şikâyetler" kodu arasında kayda değer bir (13-14) birliktelik görülmektedir. Dolayısıyla hasarlı ya da ayıplı ürün teslim alan müşterinin firmalarla iade ya da değişim konusunda problem yaşadığı sonucuna varılabilir. İade ve değişime dair şikâyetlerin yine "nakliye/kargo şirketinden kaynaklanan şikâyetler" ve "personelin ilgisizliği" konuları ile ilişkisi de dikkat çekmektedir.

4. Sonuçlar

Üçüncü parti şikâyet platformları işletmelerin müşteri memnuniyetsizliklerini tespit ederek sorunların çözülmesine yönelik girişimlerin önünü açmasının yanında işletmelerin içgörü elde etmelerinde önemli bir fırsattır. Dolayısıyla e-şikâyetlerin erişilebilirliği işletmelerin güçsüz ve iyileştirilebilir yönlerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Böylece bu platformlar yalnızca internet ortamında oluşabilecek olumsuz imaja yönelik bir müdahale olarak görülmemeli, aynı zamanda işletmenin tüm süreçlerine yön verebilecek bir veri kaynağı olarak görülmelidir. Bu nedenle firmaya yönelik oluşturulan şikâyetler öz değerlendirme yapabilmenin ve sorunlara müşteri gözünden bakabilmenin bir fırsatı olarak algılanmalıdır. Çünkü firmaların şikâyette bulunan kişileri hâlâ müşteri olarak bulma şansı olduğu anlamına gelir. Özellikle tüketicilerin karar verme sürecinde kılavuz niteliği taşıyan e-şikâyetlerin iyi yönetilmesi olumlu ağızdan ağıza iletişimin yayılmasında kilit bir rol oynayacaktır.

Türkiye'de ofis mobilyalarına yönelik şikâyetlerinin analiz edilmesine dayanan bu çalışma, özellikle mobilya ürünlerinin satış öncesi pazarlama çalışmalarından satış sonrası hizmetlere kadar bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla yalnızca üretime odaklanan bir anlayışın yeterli olmadığı, pazarlama ve satış sonrası hizmetlerin de en az üretim kadar iyi yönetilmesi gereken bir süreç olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgularda ürüne yönelik şikâyetlerin daha yoğun olduğu, özellikle ofis mobilyaları içerisinde en çok kullanılan ofis koltuğu ve sandalyelerinde sorunların daha çok yaşandığı görülmüştür. Hastürk ve Gültekin (2013) tarafından yapılan bir çalışmada en büyük sorunun hareketli mobilyaların hareket mekanizmalarında meydana gelen arızalardan kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır. Ofis mobilyaları üreticilerinin özellikle bu ürünlerin sağlamlığına odaklanması gerektiği sonucuna varılabilir. Ürüne yönelik şikâyetlerde ürünlerde kırılma sorunu ile sıklıkla karşılaşmaktadır. İnternette yapılan ofis mobilyası alışverişlerinde hasarlı ürün gönderimi daha sık görülmektedir. Bu noktada bu ürünlerin nakliyesi esnasında zarar gördüğü düşünülebilir.

Satış sonrası hizmetlerin mobilya endüstrisinde müşteri memnuniyetini etkileyen kilit bir değişken olduğu görülmüştür. İade ve değişim konusunun ofis mobilyası üreticilerinin zayıf noktası olduğu söylenebilir. Firmaların iade ve değişim politikalarını tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir. Etkin bir iade yönetim politikasına sahip olmanın müşterilerde satın alma öncesi algılanan riski azalttığı birçok çalışmada ileri sürülmüştür (Confente vd., 2021; Mollenkopf vd., 2011; Petersen & Kumar, 2015). Fakat bazen firmaların iade politikalarında esnek davranması olumlu sonuçlar oluşturmayabilir. Örneğin katı bir iade politikasını yumuşatarak esnek bir politikayı tercih etmenin iade dolandırıcılığının önünü açtığı ile süren Chen vd. (2023), müşterilerin hileli iadelere karşı koymayı amaçlayan sıkı iade politikalarına olumlu yanıt verdiğini, dolayısıyla esnek iade politikası yerine algılanan adaletin müşterilerin tepkisinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Müşterilerin iade politikasını adaletli olarak algılaması işletmenin sunduğu çözüm yönteminin hem işletme hem de müşteri için uygun bir değer yaratmasıdır (Blodgett vd., 1997). Değişimin müşteri şikâyetlerinde önemi Dağsuyu vd., (2016) ve Çabuk vd., (2012) tarafından Türkiye'de mobilya endüstrisinin sorunlarına yönelik yaptığı çalışmada önemli bir değişken olduğu görülmüştür. Üretici firmanın montaj ve kurulum hizmetlerindeki itinalı ve özverili tutumunun müşteri memnuniyetini etkileyen önemli bir değişken olduğu görülmektedir. Safi (2022) yaptığı çalışmada montaj kolaylığının ürünlerin memnuniyet ve tavsiye edilmesinde önemli bir belirleyici olduğunu vurgulamıştır.

Teslimata yönelik şikâyetlerde ürünlerin teslimatındaki gecikmelerin en önemli sorunlardan biri olduğu görülmüştür. Benzer sorunlar Türkiye'de mobilya sektöründeki sorunlara yönelik çalışmalarda da yinelenmiştir

(Çabuk vd., 2012; Dağsuyu vd., 2016; Söğütlü vd., 2016). Teslimat işlemlerinde işletmenin dış kaynaktan yararlanması teslimatın kontrol edilmesini güçleştirmektedir. Teslimat sürecinde işletmenin sorumluluk üstlenmesi ve kargo şirketinden doğabilecek sorunları minimize etmesi önemlidir.

Müşteri hizmetleri kanallarının etkin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Müşteri hizmetleri personelinin olumsuz davranışları, çözüm üretilmemesi ve personelinin bu konuda eğitimsiz olması firmaların bu konuya yeterince önem vermediği sonucunu gösterir. Bazı firmalarda ise iletişim kurulacak birimlere ulaşamadığı görülmektedir. Bu bağlamda müşteri sorunlarıyla ilgilenen personelin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu noktada müşteri hizmetleri çağrı merkezi hizmeti için dış kaynaktan hizmet alımı da yapılabilir. Özellikle bütüncül kanallı (omnichannel) pazarlamanın gittikçe yaygınlaştığı günümüzde müşterilerin temas kurduğu her noktada şikâyetler hızlı bir şekilde değerlendirilmelidir.

Bu araştırma, yöntem kısmında belirtildiği gibi yalnızca sikayetvar.com sitesinde ofis mobilyası anahtar kelimesi ile aratılan şikâyetler ile sınırlıdır. Bu nedenle gelecekte tüm mobilyalar üzerinde daha geniş bir örneklemede farklı yöntemlerle araştırmaların yapılmasının alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Farklı mobilyalar için yapılan şikâyetler üzerine yeni çalışma yapılması, konunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Yazar Katkıları

Yazar Cihangir KASAPOĞLU: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, veri toplamış, literatür araştırması yapmış ve elde edilen sonuçları yorumlayarak makaleyi yazmıştır.

Yazar Kadir KAYAHAN: 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

- Barlow, J. (2022). *A complaint is a gift (3rd bs)*. Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Barreda, A. A., Bilgihan, A. and Kageyama, Y. (2015). The role of trust in creating positive word of mouth and behavioral intentions: The case of online social networks. *Journal of Relationship Marketing* 14(1), 16-36. <https://doi.org/10.1080/15332667.2015.1006002>
- Bekar, İ. ve Kutlu, İ. (2022). COVID-19 sonrası ofis mobilyalarındaki değişimin sürdürülebilirlik bağlamı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31(2), 423-436.
- Bilgin, N. (2006). Sosyal bilimlerde içerik analizi teknikler ve örnek çalışmalar (2. bs). Siyasal Kitapevi.
- Blodgett, J. G., Hill, D. J. and Tax, S. S. (1997). The effects of distributive, procedural, and interactional justice on postcomplaint behavior. *Journal of Retailing* 73(2), 185-210. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(97\)90003-8](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(97)90003-8)
- Boyatzis, R. E. (1998). Transforming qualitative information: thematic analysis and code development. Sage Publications.
- Breitsohl, J., Khammash, M. and Griffiths, G. (2010). E-business complaint management: perceptions and perspectives of online credibility. *Journal of Enterprise Information Management* 23(5), 653-660. <https://doi.org/10.1108/17410391011083083>
- Burns, A. C. and Bush, R. F. (2015). *Pazarlama araştırması* (B. Nakıboğlu, Çev.). İstanbul.
- Chen, J., Yu, B., Chen, B. and Liu, Z. (2023). Lenient vs. stringent returns policies in the presence of fraudulent returns: The role of customers' fairness perceptions. *Omega* 117, 102843. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2023.102843>
- Cho, Y., Im, I., Hiltz, R. and Fjermestad, J. (2002). An analysis of online customer complaints: implications for Web complaint management. *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2308-2317. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2002.994162>
- 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. ve 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.
- Çakıcı, C. ve Güler, O. (2015). *Şikâyet yönetimi*. İçinde B. Kılıç & Z. Öter (Ed.), Turizm pazarlamasında güncel yaklaşımlar (1. bs, s. 221). Beta Yayıncılık.
- Dağsuyu, C., Dere, E. B. ve Kokangül, A. (2016). AHP-WRA bütünleşik yöntemi kullanılarak mobilya sektöründe müşteri şikâyetlerinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 31(2), 129-138.
<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.310137>
- Gruber, T., Szmigin, I. and Voss, R. (2009). Handling customer complaints effectively. *Managing Service Quality: An International Journal* 19(6), 636-656.
<https://doi.org/10.1108/09604520911005044>
- Güven, H. (2020). Covid-19 Sürecinde E-Ticaret sitelerine yöneltilen müşteri şikâyetlerinin incelenmesi. *Journal of Turkish Studies* 15(4), 511-530.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.44354>
- Hastürk, E. Y. ve Gültekin, T. (2013). Ergonomik ofis koltuğu tasarımında tüketici davranışları. *Antropoloji* (26), 37-54.
- Hogarth, J. M., English, M. and Sharma, M. (2001). Consumer complaints and third parties: determinants of consumer satisfaction with complaint resolution efforts. *The Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior* 14.
- Ipsos. (2021). Pandemi uzaktan çalışma uygulamasına geçişi artırdı. Erişim adresi:
<https://www.ipsos.com/tr-tr/pandemi-uzaktan-calisma-uygulamasina-gecisi-artirdi>
- Jean Harrison-Walker, L. (2001). E-complaining: a content analysis of an Internet complaint forum. *Journal of Services Marketing* 15(5), 397-412. <https://doi.org/10.1108/EUM000000005657>
- Karıptaş, F. S. ve Karıptaş, F. (2021). Pandemi koşullarında değişen ofis iç mekân tasarımı. *YDÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi* 3(2), 57-70.
- King, R. A., Racherla, P. and Bush, V. D. (2014). What we know and don't know about online word-of-mouth: a review and synthesis of the literature. *Journal of Interactive Marketing* 28(3), 167-183. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2014.02.001>
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: an introduction to its methodology* (2. bs). Sage Publications.
- Kumar, S., Prakash, G., Gupta, B. and Cappiello, G. (2023). How e-WOM influences consumers' purchase intention towards private label brands on e-commerce platforms: Investigation through IAM (Information Adoption Model) and ELM (Elaboration Likelihood Model) Models. *Technological Forecasting and Social Change* 187, 122199.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122199>
- Kuş, O. (2022). İletişim çalışmalarında içerik analizi ve metin madenciliğinin kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 51(1), 177-191.
- Lee, C. C. and Hu, C. (2004). Analyzing Hotel Customers' E-Complaints from an Internet Complaint Forum. *Journal of Travel & Tourism Marketing* 17(2-3), 167-181.
https://doi.org/10.1300/J073v17n02_13
- 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>
- McKinsey. (2021). *The future of work after COVID-19*. 2021 Report. Erişim adresi:
<https://www.mckinsey.com>
- Miles, M. B., Huberman, A. M. and Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: a methods sourcebook (third)*. SAGE Publications.

- Miquel-Romero, M.J., Frassetto, M. and Molla-Descals, A. (2020). The role of the store in managing postpurchase complaints for omnichannel shoppers. *Journal of Business Research* 109, 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.057>
- Nyer, P. U. and Gopinath, M. (2005). Effects of complaining versus negative word of mouth on subsequent changes in satisfaction: The role of public commitment. *Psychology and Marketing* 22(12), 937-953. <https://doi.org/10.1002/mar.20092>
- Petrescu, M. and Lauer, B. (2017). Qualitative marketing research: The state of journal publications. *Qualitative Report* 22(9), 2248–2287.
- Rokonuzzaman, M., Iyer, P. and Harun, A. (2021). Return policy, No joke: An investigation into the impact of a retailer's return policy on consumers' decision making. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 59, 102346. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102346>
- Safi, R. (2022). What consumers think about product self-assembly: Insights from big data. *Journal of Business Research* 153, 341-354. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.003>
- 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. <https://doi.org/10.22531/muglajsci.283610>
- Tax, S. S., Brown, S. W. and Chandrashekar, M. (1998). Customer evaluations of service complaint experiences: Implications for relationship marketing. *Journal of Marketing* 62(2), 60-76. <https://doi.org/10.1177/002224299806200205>
- Usta, R. (2006). Mobilya sektöründe tüketici tatmini ve şikâyet davranışı: Karabük ilinde bir araştırma. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 8(1), 121-138.
- Wirtz, J. and Lovelock, C. (2021). *Service marketing: people, technology, strategy* (1x). World Scientific Publishing Company.
- Yılmaz, N., Kılınc, Ö. ve Kocabaş, O. (2022). Çevrim içi şikâyetler üzerine nitel bir araştırma. *Intermedia International E-journal*. <https://doi.org/10.56133/intermedia.1182410>.

Arit Bölgesi (Bartın) Ballarında Polen Analizi

Müge MISIR¹, Rabia İŞKİL², Zafer KAYA^{3,*}

^{1,3,*} Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 24.03.2022

Kabul: 19.12.2022

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada Bartın'a yaklaşık 32 km uzaklıkta olan Arit ilçesine bağlı köy ve mahallelerinden 2008 ve 2009 yıllarında toplam 13 bal örneği toplanmış ve bu örneklerde polen analizi yapılmıştır. Yapılan bal analizlerinde dominant, sekonder, minor ve eser miktarda polenler saptanmıştır. Bal örneklerinde gözlenen polenler 31 familyaya ait olup bu polenlerin 17'si cins ve 20'si tür düzeyinde teşhis edilmiştir. Bal örneklerinde dominant oranda bulunan polenler *Castanea sativa* ve *Ilex colchica*, sekonder oranda bulunan polenler ise *Castanea sativa*, *Ligustrum vulgare*, *Pyrus* sp., *Prunus* sp. ve *Apiaceae* taksonlarına aittir. Bal örneklerinin hepsinde *Castanea sativa* polenleri gözlenmiştir. Görüldüğü gibi arılar her ne kadar çeşitli bitki türlerinden nektar toplasalar da bazı bitki türlerinden daha çok yararlanmakta ve bunlar yörenin önemli nektarlı bitkilerini oluşturmaktadır. Bu bitkilerden alınan polenler dominant polenleri oluşturarak balın kalitesini etkilediği gibi sekonder hatta minör durumdaki polenlerde ait olduğu bitkiye bağlı olarak balın kalitesi üzerine etkili olabilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Melissopalinojisi, Arit (Bartın), bal, polen analizi

Pollen Analysis of Honey in Arit Region (Bartın)

^{1,3,*} Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

² Bartın University, Graduate School of Education, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 24.03.2022


Accepted: 19.12.2022

Published: 15.04.2023


Research Article

Abstract – In this study, a total of 13 honey samples were collected in 2008 and 2009 from the villages and neighborhoods of Arit district, which is about 32 km away from Bartın, and pollen analysis was performed on these samples. Dominant, secondary, minor and trace amounts of pollen were detected in honey analysis. Pollens observed in honey samples belong to 31 families, 17 of these pollens were identified at genus level and 20 at species level. In honey samples, the dominant pollens are *Castanea sativa* and *Ilex colchica*, and the secondary pollens are *Castanea sativa*, *Ligustrum vulgare*, *Pyrus* sp., *Prunus* sp. *Astragalus* sp. and *Apiaceae* taxa. All of the honey samples contained pollens of *Castanea sativa*. As can be seen, although the bees collect nectar from various plant species, they make more use of some plant species and these constitute the important nectar-bearing plants of the region. Pollens taken from these plants affect the quality of honey by forming dominant pollens, and pollen in secondary or even minor condition can have an effect on the quality of honey depending on the plant it belongs to.

Keywords – Melissopalynology, Arit (Bartın), honey, pollen analysis

¹  mugemisirerge@hotmail.com

²  rabia.iskil@gmail.com

³  zaferkaya@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Zafer KAYA

1. Giriş

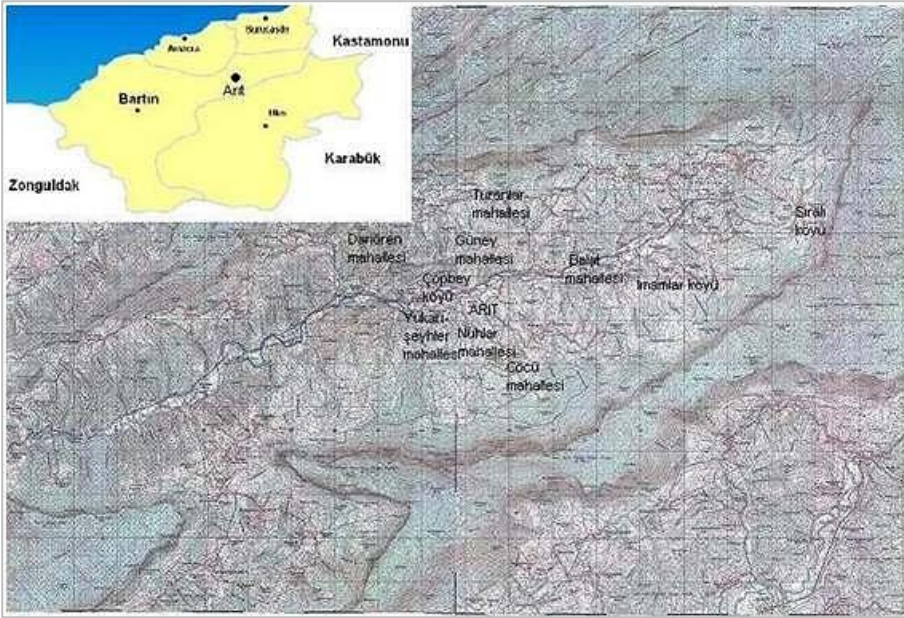
Türkiye florasının, kendi kuşağındaki ülkeler arasında oldukça zengin olduğu bilinmektedir. Ülkemizde doğal veya kültüre alınan yaklaşık 450 bitki türünün nektarlı bitkiler olduğu ve arıcılık için önem taşıdığı bilinmektedir (Sorkun, 2008).

Ülkemizde balda polen analiz çalışmaları daha çok il bazında yapılmıştır. Sorkun ve Gökçeoğlu (1984) İç Anadolu bölgesinden toplanan 94 bal örneğinde, *Peganum harmala*, *Brassica oleracea*, *Hedysaum* sp., *Xeranthemum* sp., *Teucrium orientale*, *Centaurea triumfettii* ve *Lapsala communis* türlerini dominant olarak tespit etmişlerdir. Yine Sorkun ve Yuluğ (1984) Erzurum yöresinden alınan 8 bal örneğinde dominant olarak *Trifolium* sp., *Lotus* sp., *Salvia* sp. ve *Xeranthemum* sp. taksonlarını belirlemişlerdir. Sorkun vd., (1989) Rize'den topladıkları 26 bal örneğinde polen analizleri yapmışlar ve bu yörenin ballarının çoğunda *Castanea sativa*'nın nektar kaynağı olduğunu belirlemişlerdir. Göçmen ve Gökçeoğlu (1992) Bursa'dan topladıkları 6 bal örneğinde Bursa yöresinde en çok nektar ihtiva eden ve bal yapımında yararlanan bitkilerin *Castanea sativa*, *Helianthus annuus*, *Daucus carota*, *Rosa* sp., *Trifolium* sp. ve *Tilia argentea* taksonları olduğunu belirlemişlerdir. Gür (1993) Elazığ'dan toplanan 7 bal örneğinde dominant olarak *Astragalus* sp., *Peganum harmala*, *Vitis* sp., *Prunus* sp., *Rubus* sp., *Xeranthemum* sp., *Achillea* sp. ve *Trifolium* sp. taksonlarını belirlemiştir. Kaplan (1993) Konya yöresinden alınan 24 bal örneğinde Rubiaceae, *Lotus* sp., Euphorbiaceae, *Salix* sp., Ranunculaceae ve *Centaurea triumfettii* taksonlarının polenlerini dominant olarak tespit etmiştir. Türker (1993), Gümüşhane bölgesinden toplanan 12 bal örneğinde dominant olarak *Astragalus* sp., *Trifolium* sp. ve *Achillea* sp. taksonlarını belirlemiştir. Silici (1995) Antalya bölgesinden toplanan 25 bal örneğinde Apiaceae, *Raphanus raphanistrum*, *Eucalyptus* sp., *Cirsium* sp., *Plantago* sp. ve *Ulmus* sp. taksonlarını dominant olarak tespit etmiştir. Yılmaz (1996)'da İzmit bölgesinden topladığı 17 bal örneğinde; *Castanea sativa*, *Helianthemum* sp., *Rhododendron* sp. ve *Symphytum* sp. cinslerini dominant olarak belirlemiştir. Kemançlı (1999), Marmaris yöresinden topladığı 6 bal örneğinde, Ericaceae familyasını dominant olarak belirlemiştir. Doğan ve Sorkun (2001), Türkiye'nin değişik bölgelerinden 85 farklı bal örneğinde; *Castanea sativa*, *Centaurea* sp., *Eucalyptus camaldulensis*, *Gossypium* sp., *Helianthus annuus*, *Isatis tinctoria*, *Lotus corniculatus*, *Marrubium vulgare*, *Pimpinella anisum*, *Salix vulgare*, *Salvia verticillata*, *Trifolium* sp. ve *Vicia cracca* taksonlarını dominant olarak belirlemiştir. Silici (2004), "Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri isimli araştırmasında, Bursa marketlerinde satılan ve Türkiye'nin farklı bölgelerine ait 49 bal örneğinde; *Achillea* sp., *Lotus* sp., Brassicaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Apiaceae., *Castanea sativa*, *Helianthus annuus*, *Onobrychis* sp., *Rubus* sp., *Brassica* sp., *Salix* sp., Chenopodiaceae ve *Centaurea* sp. taksonlarının polenleri dominant olarak tespit edilmiştir. Genç ve Kaya (2004), "Iskalan Bölgesi (Bartın) ballarında polen analizi" isimli araştırmalarında, farklı dönemlerde alınan 4 bal örneğinde 15 familyaya ait 20 taksonun polenleri tespit ederek, bu ballarda *Castanea sativa* polenlerini dominant olarak tespit etmişlerdir. Kaya ve arkadaşları (2005), Türkiye'nin bazı bölgelerinden alınan balların polen analizleri adlı araştırmalarında toplam 13 bal örneğinden, 12 tanesinin multifloral ve 1 tanesinin unifloral olduğunu, yapılan polen analizi sonucunda *Hedera helix*, *Gossypium* sp., *Trifolium* sp., *Rhododendron* sp., *Castanea sativa*, *Peganum harmala* ve *Helianthus* sp. taksonlarının dominant olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı Arıt bölgesinde üretilen ballarda dominant, sekonder, minor ve eser durumdaki bitkileri tayin etmek, iklim değişikliklerine göre baldaki polen yüzdelerini belirleyerek arıcıların hangi dönemde kovularını alana koymaları gerektiği hususunda bilgi vermektir. Bu sayede yöre halkının ürettikleri balı pazarlarken daha bilinçli olması sağlanarak bölgenin arıcılık için önemi ortaya konacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bartın ilinin Arıt ilçesine bağlı (İmamlar, Nuhlar, Çöpbey, Sıralı, Cöcü, Turanlar, Güney, Balat ve Yukarışeyhler) köy ve mahallelerinden süzme 10 bal örneği temin edilmiştir. Her sabit kovandan en az 250 g olmak üzere süzme bal alınmıştır. Örnekler 500 cc'lik cam kavanozlara konulmuş ve ağızları hemen kapatıldıktan sonra üzerleri etiketlenmiştir. Bu etiketlere balın alındığı yörenin adı (köy ve mahalle), balın kovandan alınan tarihi not edilmiş ve örneklere stok numarası verilmiştir. Polen preparatlarının hazırlanmasında Wodehouse yöntemi uygulanmıştır. Bu örneklerden yapılan preparatlar araştırma sonuna kadar laboratuvarında muhafaza edilmiştir. Bal örnekleri, Bartın' a 32 km uzaklıktaki Arıt ilçesine bağlı farklı yükseltilerdeki köy ve mahallelerde yer alan sabit kovanlardan alınmıştır. Bu köyler; İmamlar (400 m), Çöpbey (450 m), Sıralı (760m) ve Darıören (500m)'dir. Mahalleler ise; Nuhlar (330m), Turanlar (600 m), Güney (550 m), Balat (350m) Yukarışeyhler (320m) ve Cöcü (550m)' dir (Şekil 1). Bal örneği çerçeve halindeki peteklerden 500 g petekli olarak alındı. Bölgedeki bitki tür çeşitliliğın zengin olması, arazi yapısının arıcılık için uygunluğu ve bu alanlarda arıcılık yapılması çalışma alanının belirlenmesindeki kriterler olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Bal örneklerinin toplandığı yerleri gösteren harita

Arazi çalışmaları 15.04.2008-27.08.2010 tarihleri arasında her 15 günde bir araziye çıkarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma yapılan köy ve mahallelerdeki kovanlar merkez olmak üzere arıların hareket sahası içerisinde bulunan yaklaşık 5 km çapındaki alanlarda 525 adet çiçekli bitkiler toplanmış, kurallara uygun kurutularak preslenmiştir.

Polenlerin teşhisinde Olympus CHK binoküler araştırma mikroskobunda X10 oküler, X4, X10, X40, X100 (immersiyon) objektif kullanılmıştır. Polen mikrofotografaları, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Biyoloji Bölümü Palinoloji ve Bitki Anatomisi Laboratuvarında LEICA DFC280 marka kameralı mikroskopla çekilmiştir. Bal preparatlarındaki polenlerin teşhisi; hazırlanan referans preparatları, kartoteksler ve polen atlasları (Erdtman 1952, Aytuğ 1971, Faegri ve Johs 1989) ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Her türe ait polenlerin sayımı yapılmıştır (Sorkun ve İnceoğlu, 1984a).

Polen sayımları bittikten sonra toplam polen sayısına göre türlerin yüzdeleri belirlenmiştir. Bu yüzdeler belirlenirken her preparatta en az 200 polen tespit edilmesi gerekmektedir. Bal örneklerinde bulunan polenler % oranlarına göre dört farklı grupta değerlendirilmiştir: %45 ve daha fazla ise dominant polen, %15-44 arasında ise sekonder polen, %3-15 arasında ise minör polen ve %3'ten daha az ise eser polen (Kapp 1969, Straka 1975, Louveux vd. 1978, Jhansi vd. 1987). Toplam polen sayısı için, lamın tamamı sayılmıştır. Dominant, sekonder, minör ve eser miktarları için, her takson 200'e kadar sayılmıştır.

Çiçeklerden alınan etaminlerden polen preparatı yapılmıştır. Bitkilerin polen özellikleri kartoteksler şeklinde hazırlanmış daha sonra bitki örnekleri herbaryum örneği olarak B.Ü. Orman Fakültesi Herbaryumunda (BOF) dolaplarda muhafaza edilmiştir.

3. Bulgular

2008 yılında Arıt ilçesine bağlı 3 köy ve 6 mahallesinden alınan bal örneklerinin takson ve polen sayıları Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1
2008 yılı ballarındaki takson ve polen sayıları

Örnek No	Örnek Alanı	TPS-10	Takson
1	Balat Mahallesi	217,190	11
2	Nuhlar Mahallesi	121,040	21
3	Güney Mahallesi	102,140	15
4	Çöpbey Köyü	37,400	18
5	Cöcü Mahallesi	23,060	14
6	İmamlar Mahallesi	19,110	15
7	Turanlar Mahallesi	14,000	8
8	Yukarışeyhler Mahallesi	11,480	8
9	Sıralı Köyü	3,720	10

3.1. Balat Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 350 m yükseltide olan Balat mahallesinden alınan bal örneğinde toplam polen sayısı 217,190 dır. Örnekte, 9 familyaya ait 11 polen çeşidi tanımlanmıştır. *Castanea sativa* (%57,1)' nin poleni dominanttır. Sekonder oranda polen gözlenmemiştir (Tablo 2).

Tablo 2
Balat mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	57,1	267	D
<i>Astragalus</i> sp.	12,0	54	M
<i>Pyrus</i> sp.	9,2	43	M
<i>Prunus</i> sp.	7,1	33	M
<i>Cistus</i> sp.	6,1	29	M
<i>Trifolium</i> sp.	3,3	16	M
<i>Salix alba</i>	3,0	13	M
<i>Nicotiana</i> sp.	1,2	7	E
<i>Ilex colchica</i>	0,6	3	E
Caryophyllaceae	0,2	1	E
<i>Rhododendron ponticum</i>	0,2	1	E
TOPLAM	100,00	467	

D: Dominant, M: Minör, E: Eser

3.2. Nuhlar Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 330 m yükseltide olan Nuhlar mahallesinden alınan bal örneğinde toplam 121,040 polen tespit edilmiştir. Örnekte 17 familyaya ait 21 taksonun poleni belirlenmiştir. Dominant oranda polen yoktur. Sekonder polen *Castanea sativa* (%33,0) polenleridir (Tablo 3).

Tablo 3

Nuhlar mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	33,0	286	S
<i>Trifolium</i> sp.	13,3	116	M
<i>Prunus</i> sp.	13,0	111	M
<i>Astragalus</i> sp.	11,0	91	M
<i>Pyrus</i> sp.	7,0	60	M
<i>Nicotiana</i> sp.	5,3	46	M
Caryophyllaceae	4,1	36	M
<i>Daucus carota</i>	4,0	31	M
Lamiaceae	2,1	19	E
<i>Cistus</i> sp.	2,1	19	E
<i>Buxus sempervirens</i>	1,6	16	E
Rubiaceae	1,4	15	E
<i>Ilex colchica</i>	0,8	7	E
<i>Papaver hybridum</i>	0,5	5	E
<i>Geranium</i> sp.	0,2	2	E
<i>Echium vulgare</i>	0,1	1	E
<i>Helianthus annuus</i>	0,1	1	E
<i>Cichorium inthybus</i>	0,1	1	E
Poaceae	0,1	1	E
<i>Vicia</i> sp.	0,1	1	E
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,1	1	E
TOPLAM	100,00	866	

S: Sekonder, M: Minör, E: Eser

3.3. Güney Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 550 m yükseltide olan Güney Mahallesi yöresinden alınan bal örneğinde toplam 102,140 polen tespit edilmiştir. Örnekte, 13 familyaya ait 15 taksonun poleni belirlenmiştir. *Castanea sativa* (%76,3) bitkisinin poleni dominanttır. Sekonder polen gözlenmemiştir (Tablo 4).

Tablo 4

Güney mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	76,3	233	D
<i>Prunus</i> sp.	4,2	13	M
<i>Cistus</i> sp.	3,2	10	M
<i>Trifolium</i> sp.	2,7	8	M
<i>Buxus sempervirens</i>	2,3	7	M
<i>Papaver hybridum</i>	1,9	6	E
Ranunculaceae	1,7	5	E
<i>Pyrus</i> sp.	1,7	5	E
<i>Astragalus</i> sp.	1,7	5	E
Poaceae	1,7	5	E
<i>Nicotiana</i> sp.	1,4	4	E
<i>Salix alba</i>	0,3	1	E
<i>Iris germanica</i>	0,3	1	E
Lamiaceae	0,3	1	E
<i>Cichorium inthybus</i>	0,3	1	E
TOPLAM	100,00	305	

D: Dominant, M: Minör, E: Eser

3.4. Çöpbey Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 450 m yükseltide olan Çöpbey köyünden alınan bal örneğinde toplam 37400 polen tespit edilmiştir. Örnekte 16 familyaya ait 18 taksonun poleni saptanmıştır. Örnekte *Castanea sativa* poleni dominanttır. *Prunus* sp. ve *Pyrus* sp. cinslerine ait polenler sekonder durumdadır (Tablo 5).

Tablo 5

Çöpbey köyünden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	43,1	200	D
<i>Prunus</i> sp.	17,0	79	S
<i>Pyrus</i> sp.	12,7	59	S
<i>Buxus sempervirens</i>	6,0	28	M
Fabaceae	4,7	22	M
<i>Rubus canescens</i>	4,5	21	M
<i>Salix alba</i>	2,1	10	E
<i>Cistus</i> sp.	1,7	8	E
Poaceae	1,6	7	E
<i>Papaver hybridum</i>	1,6	7	E
Brassicaceae	1,6	7	E
<i>Acer</i> sp.	1,0	5	E
Boraginaceae	0,7	3	E
<i>Rhododendron ponticum</i>	0,7	3	E
<i>Achillea</i> sp.	0,4	2	E
<i>Morus alba</i>	0,2	1	E
<i>Ilex colchica</i>	0,2	1	E
<i>Erica arborea</i>	0,2	1	E
TOPLAM	100,00	464	

D: Dominant, S: Sekonder, M: Minör, E: Eser

3.5. Cöcü Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 550 m yükseltide olan Cöcü mahallesinden alınan bal örneğinde toplam polen sayısı 23,060 dır. Alınan bal örneğinde 10 familya ya ait 14 polen çeşidi tanımlanmıştır. Dominant oranda polen gözlenmemiştir. *Prunus* sp. ve *Astragalus* sp. cinslerine ait polenler sekonder oranda tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6

Cöcü mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Prunus</i> sp.	22,3	29	S
<i>Astragalus</i> sp.	18,3	24	S
<i>Nicotiana</i> sp.	12,9	17	M
<i>Trifolium</i> sp.	12,2	16	M
<i>Pyrus</i> sp.	9,9	13	M
<i>Rubus canescens</i>	9,9	13	M
Caryophyllaceae	4,5	6	M
<i>Cichorium inthybus</i>	2,2	3	E
<i>Castanea sativa</i>	2,2	3	E
Poaceae	1,6	2	E
<i>Helianthus annuus</i>	1,6	2	E
<i>Daucus carota</i>	0,8	1	E

Tablo 6

Cöcü mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları (devam ediyor)

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Ilex colchica</i>	0,8	1	E
<i>Salix alba</i>	0,8	1	E
TOPLAM	100,00	131	

S: Sekonder, M: Minör, E: Eser

3.6. İmamlar Köyünden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 400 m yükseltide olan İmamlar köyünden alınan bal örneğinde toplam 19110 polen tespit edilmiştir. Örnekte 13 familyaya ait 15 taksonun poleni saptanmıştır. Dominant polen yoktur. *Castanea sativa*, *Astragalus* sp. ve *Prunus* sp. taksonlarına ait bitkilerin polenleri sekonder durumdadır (Tablo 7).

Tablo 7

İmamlar köyünden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si polen sayıları ve polenlerin durumları.

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	22,9	48	S
<i>Astragalus</i> sp.	22,2	46	S
<i>Prunus</i> sp.	15,7	33	S
<i>Pyrus</i> sp.	11,4	24	M
<i>Trifolium</i> sp.	7,1	15	M
<i>Daucus carota</i>	4,4	9	M
Liliaceae	4,4	9	M
<i>Nicotiana</i> sp.	3,4	7	M
Lamiaceae	2,8	6	M
<i>Salix alba</i>	1,9	4	M
<i>Buxus sempervirens</i>	1,4	3	E
<i>Ilex colchica</i>	0,9	2	E
<i>Helianthus annuus</i>	0,5	1	E
<i>Echium vulgare</i>	0,5	1	E
<i>Cistus</i> sp.	0,5	1	E
TOPLAM	100,00	209	

S: Sekonder, M: Minör, E: Eser

3.7. Turanlar Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 600 m yükseltide olan Turanlar mahallesinden alınan bal örneğinde toplam 14.000 polen tespit edilmiştir. Örnekte, 6 familyaya ait 8 taksonun poleni belirlenmiştir. *Castanea sativa*'nın polenleri dominanttır. Sekonder polen gözlenmemiştir (Tablo 8).

Tablo 8

Turanlar mahallesinden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	81,0	202	D
<i>Prunus</i> sp.	8,0	20	M
<i>Pyrus</i> sp.	6,1	15	M
<i>Astragalus</i> sp.	2,1	5	E
<i>Echium vulgare</i>	1,2	3	E
<i>Buxus sempervirens</i>	0,8	2	E
<i>Trifolium</i> sp.	0,4	1	E
<i>Rhododendron ponticum</i>	0,4	1	E
TOPLAM	100,00	249	

D: Dominant, M: Minör, E: Eser

3.8. Yukarışeyhler Mahallesi'nden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 320 m yükseltide olan Yukarışeyhler mahallesi'nden alınan bal örneğinde toplam polen sayısı 11,480 dir. Örnekte, 6 familyaya ait 8 polen çeşidi tesbit edilmiştir. *Castanea sativa*'nın poleni dominanttır (Tablo 9).

Tablo 9

Yukarışeyhler mahallesi'nden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	82,0	203	D
<i>Trifolium</i> sp.	5,6	16	M
<i>Astragalus</i> sp.	4,0	10	M
<i>Pyrus</i> sp.	3,0	7	M
<i>Prunus</i> sp.	3,0	7	M
<i>Cistus</i> sp.	1,2	3	E
<i>Nicotiana</i> sp.	0,8	2	E
<i>Ilex colchica</i>	0,4	1	E
TOPLAM	100,00	249	

D: Dominant, M: Minör, E: Eser

3.9. Sıralı Köyünden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 760 m yükseltide olan Sıralı köyünden alınan bal örneğinde toplam 3720 polen tespit edilmiştir. Örnekte 9 familyaya ait 10 taksonun poleni gözlenmiştir. Bu bal örneğinde *Ilex colchica türünün* poleni dominanttır. *Castanea sativa türü* sekonder polen grubuna girer (Tablo 10).

Tablo 10

Sıralı köyünden alınan 2008 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Ilex colchica</i>	71,9	174	D
<i>Castanea sativa</i>	17,3	42	S
Fabaceae	4,9	12	M
<i>Pyrus</i> sp.	1,6	4	E
<i>Cistus</i> sp.	1,2	3	E
<i>Astragalus</i> sp.	0,8	2	E
<i>Nicotiana</i> sp.	0,8	2	E
<i>Daucus carota</i>	0,5	1	E
<i>Juglans regia</i>	0,5	1	E
Lamiaceae	0,5	1	E
TOPLAM	100,00	242	

D: Dominant, S: Sekonder, M: Minör, E: Eser

Arıt ilçesine bağlı 1 köy ve 3 mahallesi'nden alınan 2009 yılına ait 4 adet bal örneğinin takson ve polen sayıları Tablo 11 de verilmiştir.

Tablo 11

2009 yılına ait balların takson ve polen sayıları.

Örnek No	Örnek Alanı	TPS	Takson
1	Cöcü Mahallesi	331,320	25
2	Dari Ören Köyü	295,330	24
3	Güney Mahallesi	157,660	20
4	Balat Mahallesi	15,230	14

3.10. Cöcü Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Cöcü mahallesinden alınan bal örneğinde toplam 331,320 polen sayılmıştır. Alınan bal örneğinde 19 familyaya ait 25 taksonun poleni saptanmıştır. Bu bal örneğinde dominant ve sekonder polen gözlenmemiştir (Tablo 12).

Tablo 12

Cöcü mahallesinden alınan 2009 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları.

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Salix alba</i>	9,2	295	M
<i>Cistus</i> sp.	7,2	232	M
<i>Prunus</i> sp.	6,6	210	M
<i>Rubus canescens</i>	6,6	210	M
<i>Pyrus</i> sp.	6,5	208	M
<i>Buxus sempervirens</i>	6,4	206	M
<i>Viola</i> sp.	6,4	205	M
<i>Trifolium</i> sp.	6,4	204	M
<i>Papaver hybridum</i>	6,3	203	M
<i>Taraxacum officinale</i>	6,3	202	M
<i>Geranium</i> sp.	5,1	167	M
<i>Ilex colchica</i>	5,0	164	M
<i>Nicotiana</i> sp.	4,0	132	M
<i>Astragalus</i> sp.	3,9	127	M
<i>Morus alba</i>	3,3	109	M
<i>Carex</i> sp.	3,1	103	E
<i>Brassica napus</i>	2,5	84	E
<i>Helianthus annuus</i>	2,4	80	E
<i>Anthemis</i> sp.	1,1	35	E
<i>Aster</i> sp.	1,1	34	E
<i>Pinus</i> sp.	0,2	7	E
<i>Castanea sativa</i>	0,1	5	E
<i>Veronica</i> sp.	0,1	5	E
Lamiaceae	0,1	4	E
<i>Erica arborea</i>	0,1	1	E
TOPLAM	100,00	3232	

M: Minör, E: Eser

3.11. Dariören Köyünden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Deniz seviyesinden 500 m yükseltide olan Dariören köyünden alınan bal örneğinde toplam polen sayısı 295,330 dur. Alınan bal örneğinde 19 familyaya ait 24 taksonun poleni saptanmıştır. Bu bal örneğinde dominant polen yoktur. Sekonder polen *Castanea sativa*' dir (Tablo 13).

Tablo 13

Dariören köyünden alınan 2009 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	23,4	350	S
<i>Salix alba</i>	13,4	210	M
<i>Trifolium</i> sp.	14,0	202	M
<i>Astragalus</i> sp.	9,0	129	M
<i>Erica arborea</i>	4,8	72	M
<i>Morus alba</i>	4,4	67	M
<i>Pyrus</i> sp.	4,0	58	M

Tablo 13

Darıören köyünden alınan 2009 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları (devam ediyor)

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Campanula</i> sp.	3,5	53	M
<i>Prunus</i> sp.	3,2	48	M
<i>Geranium</i> sp.	2,9	45	M
<i>Cistus</i> sp.	2,7	40	M
<i>Buxus sempervirens</i>	2,6	38	M
<i>Rhododendron ponticum</i>	2,6	38	M
<i>Vicia</i> sp.	2,4	37	E
<i>Viola</i> sp.	1,7	26	E
<i>Carex</i> sp.	1,6	25	E
<i>Nicotiana</i> sp.	1,3	20	E
<i>Brassica napus</i>	0,5	9	E
<i>İlex colchica</i>	0,5	9	E
Poaceae	0,5	9	E
<i>Anthemis</i> sp.	0,5	8	E
Lamiaceae	0,3	6	E
<i>Taraxacum officinale</i>	0,1	2	E
<i>Daucus carota</i>	0,1	1	E
TOPLAM	100,00	1502	

S: Sekonder,M: Minör,E: Eser

3.12. Güney Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Güney mahallesinden alınan bal örneğinde toplam polen sayısı 157,660 dır. Alınan bal örneğinde 14 familyaya ait 20 taksonun poleni saptanmıştır.Bu bal örneğinde dominant polen gözlenmemiştir. *Pyrus* sp. ve *Ligustrum vulgare* taksonlarına ait polenlere sekonder oranında rastlanmıştır (Tablo 14).

Tablo 14

Güney mahallesinden alınan 2009 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si, polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Pyrus</i> sp.	18,4	275	S
<i>Ligustrum vulgare</i>	16,3	244	S
<i>Castanea sativa</i>	15,0	223	M
<i>Prunus</i> sp.	14,0	208	M
<i>Astragalus</i> sp.	9,0	127	M
<i>Trifolium</i> sp.	5,4	80	M
Lamiaceae	5,3	79	M
<i>Cistus</i> sp.	3,1	47	M
<i>Taraxacum officinale</i>	2,9	44	M
<i>Rubus canescens</i>	2,0	31	E
<i>Cichorium inthybus</i>	1,5	23	E
<i>Daucus carota</i>	1,1	17	E
<i>Nicotiana</i> sp.	1,0	16	E
Poaceae	1,0	16	E
<i>Rumex</i> sp.	1,0	16	E
<i>Anthemis</i> sp.	1,0	15	E
<i>Helianthus annuus</i>	0,6	9	E
Liliaceae	0,6	9	E
<i>Papaver hybridum</i>	0,5	8	E
<i>Buxus sempervirens</i>	0,3	5	E
TOPLAM	100,00	1492	

S: Sekonder,M: Minör,E: Eser

3.13. Balat Mahallesinden Alınan Bal Örneklerinde Polen Analizi

Balat mahallesinden alınan bal örneğinde toplam 15,230 polen sayılmıştır. Alınan bal örneğinde 11 familyaya ait 14 taksonun poleni saptanmıştır. *Castanea sativa*'nın polenleri dominant oranda bulunmuştur. Sekonder oranda polen yoktur (Tablo 15).

Tablo 15.

Balat mahallesinden alınan 2009 yılına ait bal örneğinde saptanan taksonların %'si polen sayıları ve polenlerin durumları

Taksonlar	Polen Miktarları (%)	TPS-10	Polen Durumu
<i>Castanea sativa</i>	77,8	222	D
<i>Trifolium</i> sp.	6,5	19	M
<i>Salix alba</i>	2,7	8	M
<i>Viola</i> sp.	2,3	7	E
<i>Pyrus</i> sp.	2,3	7	E
<i>Astragalus</i> sp.	2,3	7	E
<i>Rumex acetosella</i>	1,3	4	E
<i>Prunus</i> sp.	1,0	3	E
<i>Cistus</i> sp.	1,0	3	E
<i>Rhododendron ponticum</i>	1,0	3	E
<i>Buxus sempervirens</i>	0,6	2	E
<i>Erica arborea</i>	0,6	2	E
<i>Helianthus annuus</i>	0,3	1	E
<i>Nicotiana</i> sp.	0,3	1	E
TOPLAM	100,00	289	

D: Dominant, M: Minör, E: Eser

4. Sonuç ve Öneriler

Arıt bölgesinden 2008 yılında 3 köy ve 6 mahalleden, 2009 yılında ise 1 köy ve 3 mahalleden alınan bal örnekleri polen analizi sonucunda tanımlanmıştır. 2008 yılında, Balat mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %57,1'ini *Castanea sativa* bitkisinin poleni, dominant olarak oluşturmaktadır. *Castanea sativa* bitkisinin kovana yakın bir yerde bulunması ve arının bu bitkinin nektarına kolaylıkla ulaşabilmesi nedeniyle bu balda *Castanea sativa* bitkisi polenine bol miktarda rastlanılmaktadır. Bu nedenle, bu bala *Castanea* balı denebilir. Bu bal örneğinde, toplam polen miktarının %12'sini *Astragalus* sp., %9,2'sini *Pyrus* sp., %7,1'ini *Prunus* sp., %6,1'ni *Cistus* sp., %3,3'ünü *Trifolium* sp., ve %3'ü *Salix* sp. bitkilerinin polenleri minor miktarda oluşturmaktadır. Ayrıca, bu bal örneğinde, %1,2 *Nicotiana* sp., %0,6 *Ilex colchica*, %0,2 Caryophyllaceae ve *Rhododendron ponticum* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Balat mahallesinden alınan 10 g balda toplam polen miktarı 217,190 olarak bulunmuştur.

2008 yılında, Arıt merkezinin yakınındaki Nuhlar mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde toplam polen miktarının %33'ünü *Castanea sativa* bitkisinin poleni oluşturarak bu bitkinin poleni sekonder miktarda tanımlanmıştır. Bu bal örneğinde toplam polen miktarının %13,3'ünü *Trifolium* sp., %13' ünü *Prunus* sp., %11'ni *Astragalus* sp., %7'sini *Pyrus* sp., %5,3'nü *Nicotiana* sp., %4,1'ni Caryophyllaceae, %4'ünü *Daucus carota* bitkilerinin polenleri minor miktarda oluşturmaktadır. Aynı zamanda bu bal örneğinde %2,1 *Lamiaceae* ve *Cistus* sp. , %1,6 *Buxus sempervirens*, %1,4 *Rubiaceae*, %8 *Ilex colchica*, %5 *Papaver hybridum*, %2 *Geranium* sp., %1 *Echium vulgare*, *Helianthus annuus*, *Cichorium inthybus*, *Apiaceae*, *Vicia* sp. ve *Convolvulus arvensis* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Nuhlar mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde toplam polen miktarı 121,040 olarak bulunmuştur. 2008 yılında, Arıt bölgesinin Güney mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %76,3' ünü *Castanea sativa* bitkisinin poleni, dominant olarak oluşturmıştır. Bu bal örneğinde, toplam polen miktarının %4,2'sini *Prunus* sp., %3,2 'sini *Cistus* sp., %2,7'sini *Trifolium* sp. ve %2,3' ünü *Buxus sempervirens* bitkilerinin polenleri minor miktarda oluşturmıştır. Ayrıca bu bal örneğinde, %1,9 *Papaver hybridum*, %1,7 *Ranunculaceae*, *Pyrus* sp., *Astragalus*

sp. ve Apiaceae %1,4 *Nicotiana* sp., %3 *Salix* sp., *Iris germanica*, Lamiaceae ve *Cichorium inthybus* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Arıt bölgesinin Güney mahallesinden alınan 10 g balda toplam polen miktarı 102,140 olarak bulunmuştur.

2008 yılında Çöpbey köyünden alınan 10g bal örneğinde toplam polen miktarının %43,1'ni *Castanea sativa* bitkisinin poleni dominant olarak oluşturmuştur. %17'si *Prunus* sp., %12,7'si *Pyrus* sp., sekonder, %6' sını *Buxus sempervirens*, %4,7'sini Fabaceae ve %4,5'ni *Rubus canescens* bitkilerinin polenleri ise minor miktarda oluşturmaktadır. Bu bal örneğinde aynı zamanda %2,1 *Salix alba* , %1,7 *Cistus* sp. %1.6 Poaceae, *Papaver hybridum* ve Brassicaceae, %1 *Acer* sp., %7 Boraginaceae ve *Rhododendron ponticum*, %4 *Achillea* sp., %2 *Morus alba*, *Ilex colchica* ve *Erica arborea* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanmıştır. Çöpbey köyünden alınan 10 gr. Bal örneğinde toplam polen sayısı 37,400 olarak bulunmuştur.

2008 yılında, Cöcü mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %22,3'ünü *Prunus* sp., %18,3'ünü *Astragalus* sp bitkilerinin polenleri oluşturarak, bu bal örneğinde sekonder durum göstermiştir. Bu bal örneğinin 10 gramında, %12,9 *Nicotiana* sp., %12,2 *Trifolium* sp., %9,9 *Pyrus* sp.ve *Rubus canescens* ve %4,5 Caryophyllaceae bitkilerinin polenleri minör miktarda tanımlanmıştır. Ayrıca, bu bal örneğinde %2,2 *Cichorium inthybus* ve *Castanea sativa*, %1,6 Poaceae ve *Helianthus annuus*,%0,8 *Daucus carota*, *Ilex colchica* ve *Salix alba* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Cöcü mahallesine ait 10 g balda toplam polen miktarı 23,060 olarak saptanmıştır.

2008 yılında İmamlar köyünden alınan 10g bal örneğinde toplam polen miktarının %22,9'nu *Castanea sativa*, % 22,2'sini *Astragalus* ve %15,7' sini *Prunus* polenleri oluşturarak bu örnekte sekonder durum göstermektedir. 10gr bal örneğinde toplam polen miktarının %11,4'nu *Pyrus*,% 4,4' nu *Daucus carota* ve Liliaceae,%3,4' nu *Nicotiana*,%2,8' ni Labiatae ve %1,9' nu *Salix alba* bitkilerinin polenlerini minor miktarda oluşturmuştur. Bu bal örneğinde aynı zamanda %1,4 *Ilex colchica*, %0,9 *Buxus sempervirens*, %0,5 *Helianthus annuus*, *Echium vulgare* ve *Cistus* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. İmamlar köyünden alınan 10g bal örneğinde toplam polen sayısı 19,110 olarak bulunmuştur.

2008 yılında Turanlar mahallesinden alınan 10g bal örneğinde toplam polen miktarının %81'ini *Castanea sativa* bitkisinin poleni dominant olarak oluşturmıştır. Bu bal örneğinde dominant miktarda bu bitkinin polenine rastlanması, bu balın *Castanea* balı olduğu sonucunu vermektedir.10gr balda toplam polen miktarının %8'ni *Prunus*, %6,1' ni ise *Pyrus* bitkilerinin polenleri minor miktarda, %2,1'ni *Astragalus*, %1,2'sini *Echium vulgare*, %0,08'ni *Buxus sempervirens*, %0,4'nu ise *Trifolium* ve *Rhododendron ponticum* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Turanlar mahallesinden alınan 10g bal örneğinde toplam polen sayısı 14,000 olarak bulunmuştur.

2008 yılında, Yukarı Şeyhler mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %82'sini *Castanea sativa* bitkisinin poleni oluşturarak, bu bal örneğinde dominant durum göstermektedir. 10 gr balda, toplam polen miktarının %5,6'sını *Trifolium*, %4'ünü *Astragalus*, %3'ünü *Pyrus* ve *Prunus* bitkilerinin polenleri minor miktarda oluşturmaktadır. Bu bal örneğinde, ayrıca %1,2 *Cistus*, %0,8 *Nicotiana*, %0,4 *Ilex colchica* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Yukarı Şeyhler mahallesinden alınan 10 g balda toplam polen miktarı 11,480 olarak bulunmuştur.

2008 yılında Sıralı köyünden alınan 10g bal örneğinde toplam polen miktarının %71,9' nu *Ilex colchica* bitkisinin poleni dominant olarak oluşturmuştur. *Ilex* bitkisinin polenine dominant miktarda bu bal örneğinde rastlanması, bu balın *Ilex* balı olduğu sonuç vermektedir.10gr balda toplam polen miktarının %17,3' nu *Castanea sativa* bitkisinin poleni sekonder miktarda, %4,9' nu Fabaceae bitkisinin poleni ise minor miktarda oluşturmaktadır. Bu bal örneğinde ayrıca %1,6 *Pyrus*, %0,8 *Astragalus* ve *Nicotiana*, %5 *Daucus carota*, *Juglans regia* ve Labiatae bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanmıştır. Sıralı köyünden alınan 10g bal örneğinde toplam polen sayısı 3720 olarak bulunmuştur.

2009 yılında, Cöcü mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %9,2'sini *Salix alba*, %7,2' sini *Cistus*, %6,6' sını *Prunus* ve *Rubus canescens*, %6,5'ini *Pyrus*, %6,4'unu *Buxus sempervirens*, *Viola* ve *Trifolium*, %6,3 'unu *Papaver hybridum* ve *Taraxacum officinale*, %5,1'ini *Geranium*, %5' ini *Ilex colchica*, % 4' unu *Nicotiana*, %3,9'unu *Astragalus*, %3,3 'unu *Morus alba* bitkilerinin polenleri oluşturarak ,bu bal örneğinde minor durum göstermektedir. Bu bal örneğinde, arının kovanın yakınındaki ve uzağındaki bitkilerinin polenlerine rahatça ulaşması, bu bal örneğinin çeşitli polenlere sahip olmasını sağlamıştır. Ayrıca, bu bal örneğinde, %3,1 *Carex*, %2,5 *Brassica napus*, % 2,4 *Helianthus annuus*, %1,1 *Anthemis* ve *Aster*, %0,2 *Pinus*, %0,1 *Castanea sativa*, *Veronica* ,*Labiatae* ve *Erica arborea* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Cöcü mahallesinden alınan 10 g balda, toplam polen miktarı 331,320 olarak bulunmuştur.

2009 yılında Dariören köyünden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %23,4'ünü *Castanea sativa* bitkisinin poleni oluşturarak, Bu bal örneğinde sekonder olarak tanımlanmıştır. Bu bal örneğinin toplam polen miktarının %14'ünü *Trifolium*, %13,4'ünü *Salix alba* ,%9'unu *Astragalus*, %4,8'ini *Erica arborea*, %4,4'ünü *Morus alba*, %4'nü *Pyrus*,%3,5'ini *Campanula* ,%3,2'sini *Prunus*,% 2,9 'nu *Geranium* ,%2,7'sini *Cistus*, % 2,6'sını *Buxus sempervirens* ve *Rhododendron ponticum* bitkilerinin polenleri minör miktarda oluşturmuştur. Ayrıca, bu bal örneğinde %2,4 *Vicia*, %1,7 *Viola*, %1,6 *Carex*, %1,3 *Nicotiana*, %0,05 *Brassica napus*, *Ilex colchica*, *Gramineae* ve *Anthemis*, %0,3, %0,1 *Taraxacum officinale* ve *Daucus carota* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Dariören köyünden alınan 10 g balda, toplam polen miktarı 295,930 olarak bulunmuştur.

2009 yılında, Arıt bölgesinin Güney mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %18,4'unu *Pyrus*, %16,3'unu *Ligustrum vulgare*, bitkilerinin polenleri oluşturmuş ve bu bal örneğinde sekonder olarak durum göstermiştir. Bu bal örneğinde, toplam polen miktarının %15'ini *Castanea sativa*, %14'unu *Prunus*, %9'unu *Astragalus*, %5,4'unu *Trifolium*, %5,3'unu *Labiatae*, %3,1'ini *Cistus* ve %2,9'unu *Taraxacum officinale* bitkilerinin polenleri minor miktarda oluşturmuştur. Ayrıca, bu bal örneğinde %2 *Rubus canescens*, %1,5 *Cichorium inthybus*, %1,1 *Daucus carota* , %1 *Nicotiana*, *Gramineae*, *Rumex* ve *Anthemis*, %0,6 *Helianthus annuus* ve *Liliaceae*, %0,5 *Papaver hybridum* ve %0,3 *Buxus sempervirens* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Arıt-Güney mahallesinden alınan 10 g balda toplam polen miktarı 157,660 olarak bulunmuştur.

2009 yılında, Balat mahallesinden alınan 10 g bal örneğinde, toplam polen miktarının %77,8'ni *Castanea sativa* bitkisinin poleni oluşturarak, bu bal örneğinde dominant durum göstermiştir. Bu bal örneğinde *Castanea sativa* bitkisinin polenine dominant rastlanması, bu balın *Castanea sativa* balı olduğu sonucunu vermektedir. Bu bal örneğinde, %6,5 *Trifolium*, %2,7 *Salix alba* bitkilerinin polenleri minor miktarda tanımlanmıştır. Ayrıca, bu bal örneğinde, %2,3 *Viola* .*Pyrus* ve *Astragalus*, %1,3 *Rumex acetosella*, %1 *Prunus*,*Cistus* ve *Rhododendron ponticum*, %0,6 *Buxus sempervirens* ve *Erica arborea*, %0,3 *Helianthus annuus* ve *Nicotiana* bitkilerinin polenlerine eser miktarda rastlanılmıştır. Balat mahallesinden alınan 10 g balda, toplam polen sayısı 15.230 olarak bulunmuştur.

2008 yılında, 1 köy ve 4 mahalleden (Cöpbey köyü, Turanlar, Güney, Balat ve Yukarı Şeyhler mahallesi) alınan bal örneklerinde *Castanea sativa* polenine miktar bakımından çok fazla rastlandığı için, “dominant polenler” olarak adlandırılmıştır. İmamlar mahallesi, Sıralı köyü ve Nuhlar mahallesinden alınan bal örneklerinde ise *Castanea sativa* polenlerine, sekonder miktarda rastlanılmıştır. Cöcü mahallesinden alınan bal örneğinde, *Castanea sativa* poleni eser miktarda tanımlanmıştır. Aynı şekilde Sıralı köyünden alınan bal örneklerinde ise *Ilex colchica* polenine de miktar bakımından çok fazla rastlandığı için “ dominant polen” olarak adlandırılmıştır.

2009 yılında Balat mahallesinden alınan bal örneklerinden *Castanea sativa* polenleri dominant olarak bulunmuştur. *Castanea sativa*, Dariören köyünden alınan bal örneğinde sekonder, Güney mahallesinde minor ve Cöcü mahallesinden toplanan bal örneğinde ise eser miktarda bulunmuştur.

Genellikle minor miktarda rastlanıldığı belirtilen *Ilex colchica* polenleri (Sorkun 2008) 2008 yılına ait bal örneklerinden sadece birinde (Sıralı köyü) dominant olarak (%71,9) tanımlanmıştır. Diğer bal örneklerinde ise (İmamlar köyü, Cöpbey köyü, Nuhtar mahallesi, Balat mahallesi, Yukarışeyhler mahallesi ve Cöcü mahallesi) eser miktarda bulunmuştur. 2009 yılında toplanan 4 bal örneğinde ise, bu polene Cöcü mahallesinde minor, Darıören köyünde ise eser miktarda rastlanılmıştır.

Toksik etkisi olduğu belirtilen (Silici vd. 2010) *Rhododendron ponticum* polenlerine 2008 yılında iki bal örneğinde (Cöpbey köyü, Turanlar mahallesi, Balat mahallesi), 2009 yılında ise Darıören köyünde minor ve Balat mahallesinden alınan bal örneğinde eser miktarda rastlanmıştır. Silici ve Gokceoğlu (2007) Akdeniz bölgesinden topladıkları ballarda yaptıkları polen analizlerinde Umbelliferae familyası polenlerini dominant olarak tanımlamışlardır. Bartın-Arıt bölgesinden toplanan bal örneklerinde ise bu familya polenleri eser miktarda tanımlanmıştır.

Bartın-Arıt bölgesinden 2008 yılında toplanan bal örneklerinin 5'inde, 2009 yılında toplanan bal örneklerinin sadece 1'de *Castanea sativa* poleni dominant olarak bulunmuştur (%43,1-%82) *Castanea sativa* poleni 3 bal örneğinde sekonder (%17,3-%33), 1 bal örneğinde minor miktarda tanımlanmıştır.

Buxus sempervirens polenlerine 2008 yılında toplanan 2 bal örneğinde minor (Güney, Cöpbey), 3 bal örneğinde ise (İmamlar, Nuhtar ve Turanlar) eser miktarda polenine rastlanmıştır. 2009 yılında ise 2 bal örneğinde minor (Darıören ve Cöcü), diğer 2 örnekte ise, (Güney ve Balat) eser miktarda rastlanmıştır. Bartın-Arıt bölgesinden 2008 ve 2009 yıllarında toplanan 13 bal örneğinden yedi bal örneği monofloral baldır. 6 bal örneği *Castanea sativa* balı, bir bal örneği ise, *Ilex colchica* balıdır. Diğer 6 bal örneği ise dominant polene rastlanmadığı için multfloral (karışık çiçek balı) baldır.

Genç ve Kaya (2004), Iskalan Bölgesi (Bartın) ballarında yapılan polen analizi isimli çalışmalarında 4 farklı dönemde alınan bal örneklerinin analizi sonucu 12 familyaya ait 20 türün polenini tespit etmiştir. Bu türler içinde en fazla %87 ile *Castanea sativa* polenidir. Bunu, %3,43 ile *Rubus canescens*, %2,09 *Rhododendron ponticum*, %1,74 *Galega officinalis*, %1,12 *Sophora joubertii*, %1,11 *Trifolium arvense*, %0,68 *Echium vulgare*, %0,58 *Crataegus monogyna*, %0,47 *Lathyrus aphaca*, %0,24 *Solanum nigrum*, %0,17 *Lotus corniculatus*, %0,13 *Lamium purpureum*, %0,12 *Veronica pontica*, %0,08 *Pyracantha coccinea*, %0,07 *Vicia cracca*, %0,05 *Daphne pontica*, %0,04 *Viola sieheana*, %0,03 *Avena sterilis* ve *Abies nordmanniana*, %0,02 *Salvia verbeneca* türleri takip eder.

Arıt bölgesine bağlı 4 köy ve 6 mahalleden 2008-2009 yıllarına ait bal örneklerinin analizi sonucunda 31 familyaya ait 17 cins ve 20 türün polenine rastlanmıştır. Yörenin önemli bir bitkisi olan *Castanea sativa* Iskalan bölgesinde olduğu gibi İmamlar-Cöpbey-Nuhtar- Turanlar-Güney-Balat-Yukarışeyhler ve Darıören' de dominanttır. Sıralı köyünde *Castanea sativa* sekonder olarak gözlenmiştir. Cöcü mahallesinden 2008-2009 yıllarında alınan örneklerde *Castanea sativa* eser miktarda rastlanmıştır. Ballarda yapılan polen analizi ülkemizde son 20 yıl içinde yapılmaya başlanmıştır. Zengin bitki örtüsüne sahip olan ülkemizin hemen her bölgesinde arıcılık yapılmaktadır. Bu nedenle her bölgede üretilen balların polen analizi yapılması, balların bitkisel orijinleri belirlenmelidir.

Yazar Katkıları

Zafer KAYA: Analizi planlamış ve tasarlamıştır, makale yazım aşamasına katkı sağlamıştır.

Müge MISIR: Veri toplamış, analizleri yapmış ve yazım aşamasına katkı sağlamıştır.

Rabia İŞKİL: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makale yazım aşamasında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Aytuğ B (1971) *İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası* Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Doğan, C., Sorkun, K. (2001). Türkiye' nin Ege,Marmara,Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinden toplanmış ballarda polen analizi. *Mellifera Dergisi*, 1(1),2-12.
- Erdtman G (1952) *Pollen Morphology and Plant Taxonomy Angiosperms I-II*, Almqvist & Wiksell, Stockholm The Chronica Botanica Co.: Waltham, Mass., U.S.A.
- Faegri, K ve Iversen Johs (1989) *Textbook of Pollen Analysis*, Typeset by Alden Press, London.
- Genç ve Kaya (2004). Iskalan Bölgesi (Bartın) ballarında polen analizi. *Gazi University Journal of Forestry Faculty*, 4 (2), 192-197.
- Göçmen., M., Gökceoğlu, M. (1992) Bursa yöresi ballarında polen analizi.*Doğa-Turkish.J.of Botany* ,16,373-381.
- Gür, N. (1993). Elazığ İlinde Arıcılığın Yoğun Olduğu Yörelere Ballarında Polen Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, 27s.
- Jhansi P ve Ramanujam CGK (1987) Pollen analysis of extracted and squeezed honey of Hyderabad.*Geophytology*,17(2):237-240.
- Kapp R O (1969) *Pollen and Spores*.WM.C. Brown Company Publishers, USA. 250 pp.
- Kaplan, A. (1993). Konya Yöresi Ballarında Polen Analizi Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 69 s.
- Kaya, Z., Binzet, R., Orcan, N. (2005). Pollen analyses of honeys from some regions in Turkey. *APIACTA* 40 (2005), 10-15.
- Kemancı, I. (1999). Marmaris Yöresi Ballarında Polen Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir, 38 s.
- Louveaux J, Morizia A, Vorwohl G (1978) Methods of Melissapalynology. *Bee World* Vol 59 (4) pp. 139-153.
- Silici, S. (1995). Antalya Yöresi Ballarında Polen Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya,75 s.
- Silici, S. (2004). Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri. *Mellifera Dergisi*, 4 (7), 12-18.
- Silici ve Gökceoğlu (2007). Pollen analysis of honeys from Mediteranean region of Anatolia. *Grana*, 46, 57-64.
- Silici, S., Sagdic,O., Ekici,L. (2010). Total phenolic content, antiradical antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121(1), 238-243.
- Sorkun, K. (2008). Türkiye'nin nektarlı bitkileri, polenleri ve balları. *Palme Yayıncılık*,
- Sorkun K ve Dinceoğlu Ö (1984a) İç Anadolu Bölgesi Ballarında Polen Analizi, (Tr) *Doğa Bilim Dergisi Biyoloji TUBİTAK*, seri: A2, cilt: 8, sayı: 2, s. 222-228.
- Sorkun, K., Gökceoğlu, O. (1984). İç Anadolu Ballarında Bulunan Dominant Polenler, (Tr) *Doğa Bilim Dergisi TUBİTAK*, seri: A2, 8 (3), 377-381.
- Sorkun, K., Yuluğ,N. (1984). Erzurum Yöresi Ballarının Polen Analizi ve Antimikrobik Özellikleri.21.*Türk Mikrobiyoloji Kongresi*. Girne. 93-100.
- Sorkun, K., Guner, A., Vural, M. (1989). Rize ballarında polen analizi. *Doğa TU Botanik* ,13, 3.
- Straka H 1975.Pollen und sporenkunde.*Gustav Fischer Verlag*.Stuttgart.
- Türker, M. (1993). Gümüşhane Ballarında Polen Analizi. Yüksek Lisans Tezi Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 35 s.
- Yılmaz, N. (1996). İzmit Yöresinden Toplanan Bal ve Polen örneklerinde Element Analizi ile Bal örneklerinde Polen Analizi.Bilim Uzmanlık Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Wodehouse, R. P. (1935) *Pollen Grains*.Mc.Graw-Hill,New York.

BAZI DOĞAL BİTKİ VE POLEN RESİMLERİ

Arazi çalışmalarında doğal olarak cins ve tür seviyesinde belirlenen bitkilerin fotoğrafları ile fotomikroskopunda çekilen polen fotoğrafları aşağıda Şekil 2 ile Şekil 32 arasında gösterilmiştir.



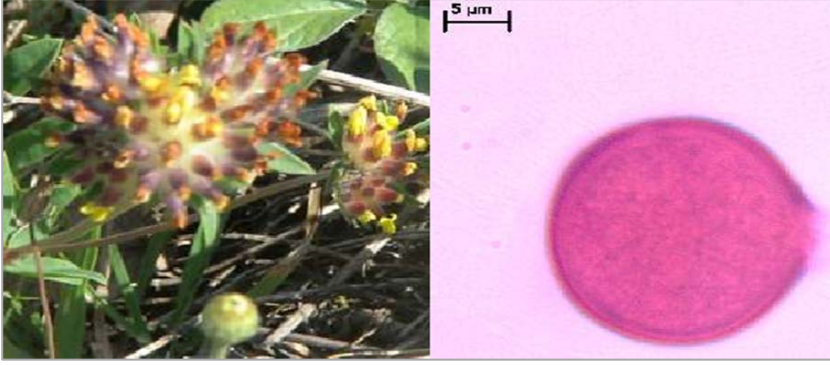
Şekil 2. *Erica arborea* ve polenin genel görünüşü



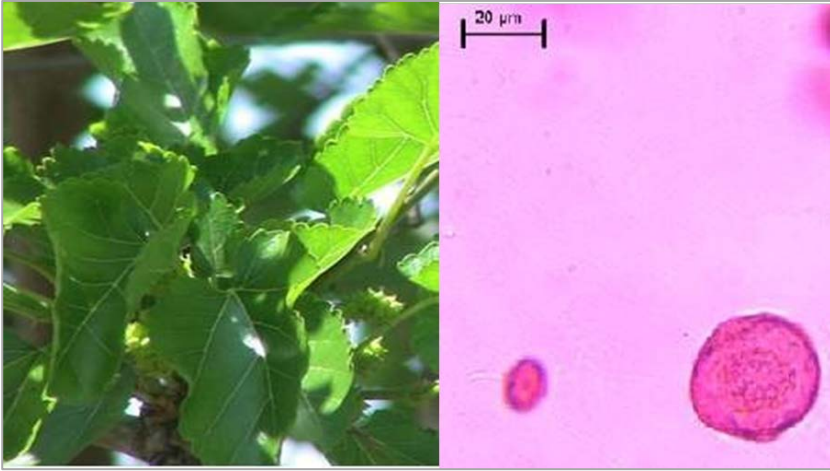
Şekil 3. *Cistus creticus* ve polenin genel görünüşü



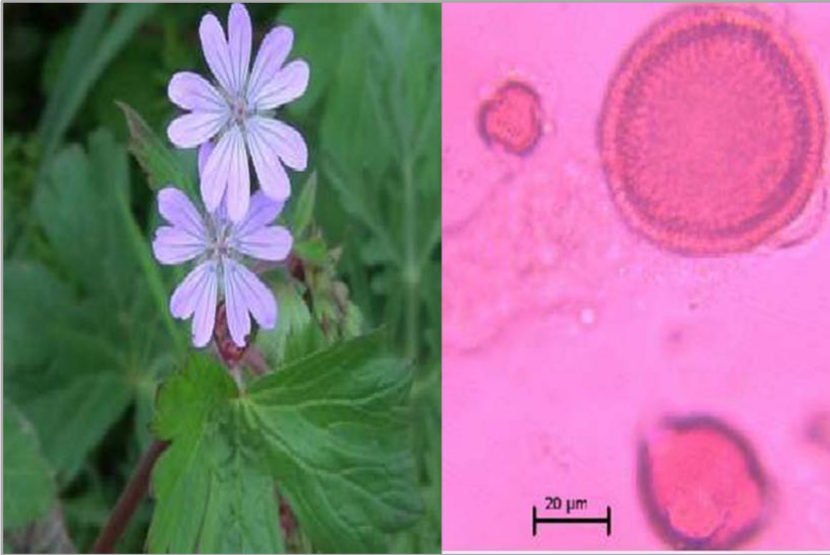
Şekil 4. *Veronica* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 5. *Astragalus* sp. ve polenin genel görünüşü



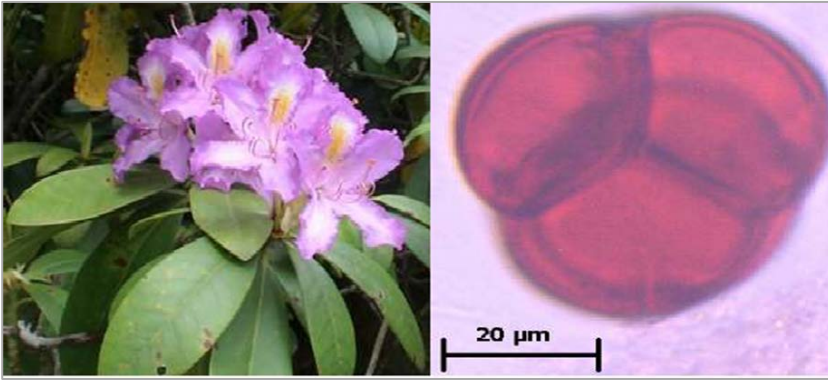
Şekil 6. *Morus alba* ve polenin genel görünüşü



Şekil 7. *Geranium* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 8. *Trifolium* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 9. *Rhododendron ponticum* ve polenin genel görünüşü



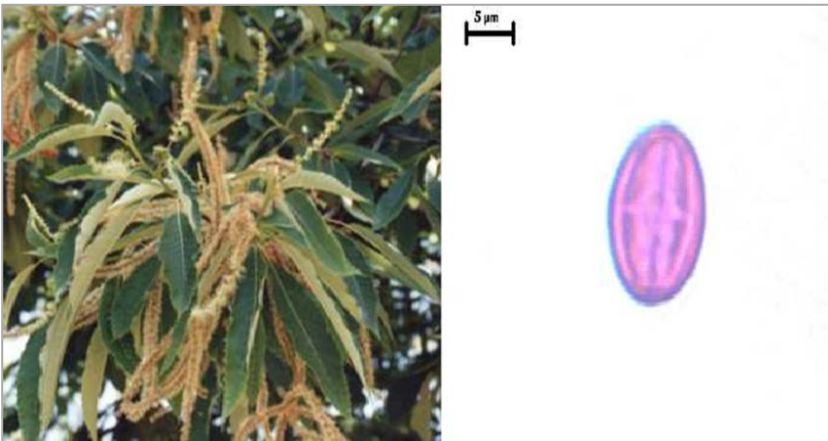
Şekil 10. *Rubus canescens* ve polenin genel görünüşü



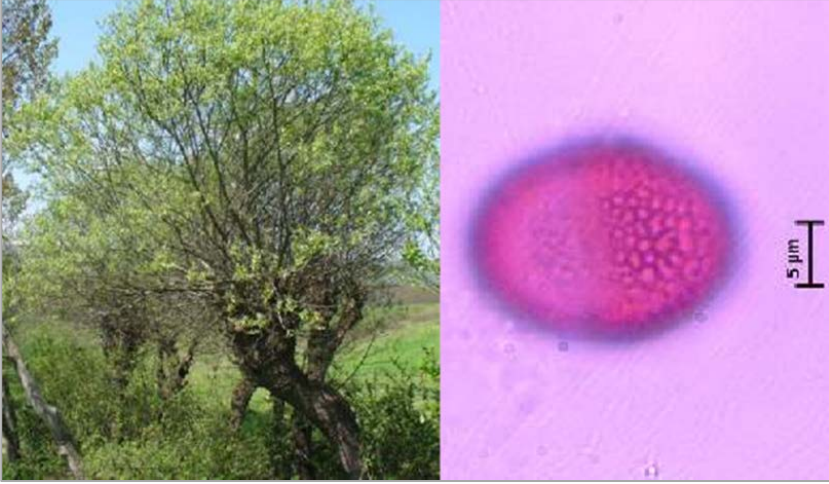
Şekil 11. *Ilex colchica* ve polenin genel görünüşü.



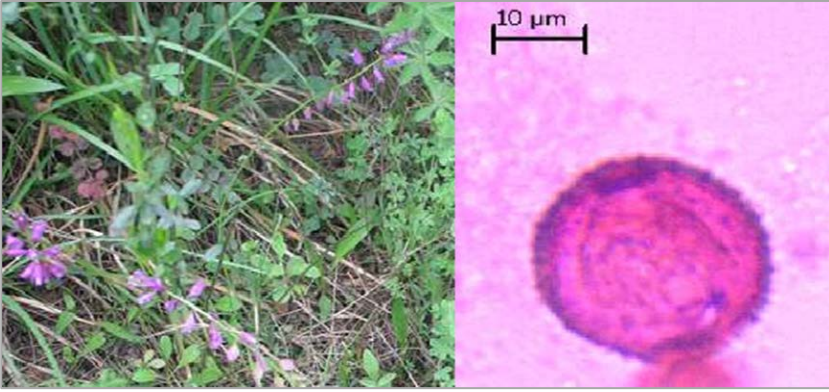
Şekil 12. *Cistus salvifolius* ve polenin genel görünüşü



Şekil 13. *Castanea sativa* ve polenin genel görünüşü (Foto. GENÇ)



Şekil 14. *Salix alba* ve polenin genel görünüşü



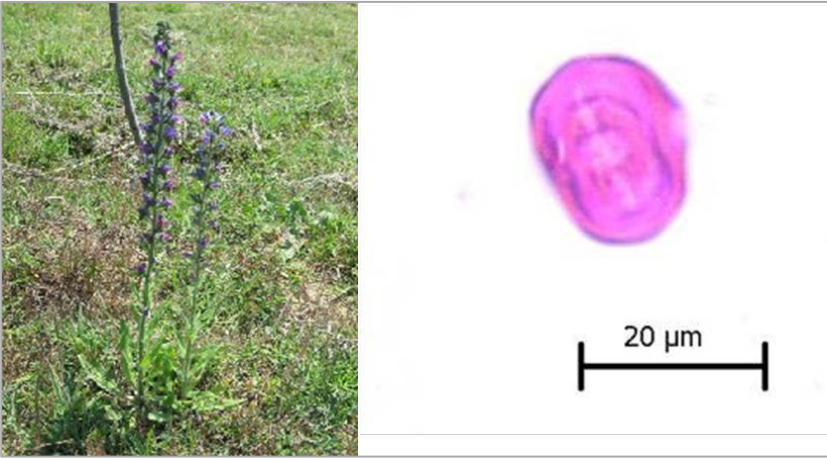
Şekil 15. *Campanula* sp. ve polenin genel görünüşü



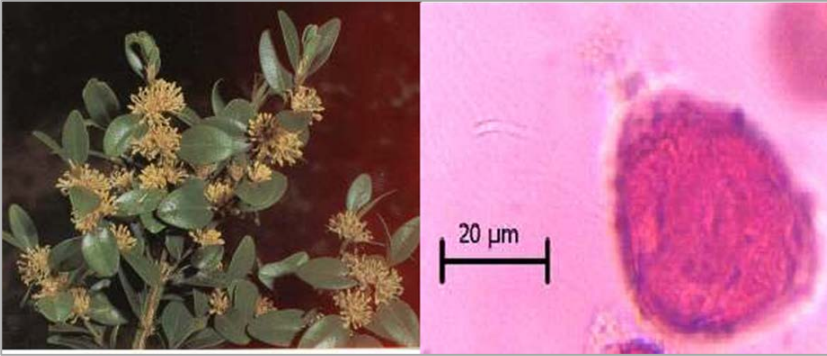
Şekil 16. *Cichorium inthybus* ve polenin genel görünüşü



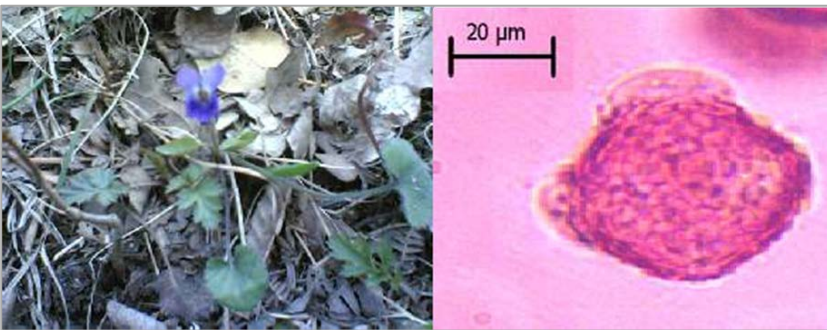
Şekil 17. *Anthemis* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 18. *Echium vulgare* ve polenin genel görünüşü



Şekil 19. *Buxus sempervirens* ve polenin genel görünüşü



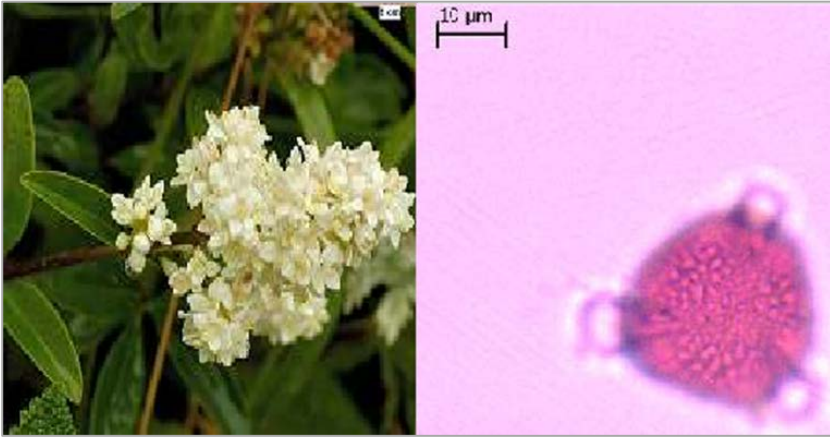
Şekil 20. *Viola* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 21. *Papaver hybridum* ve polenin genel görünüşü



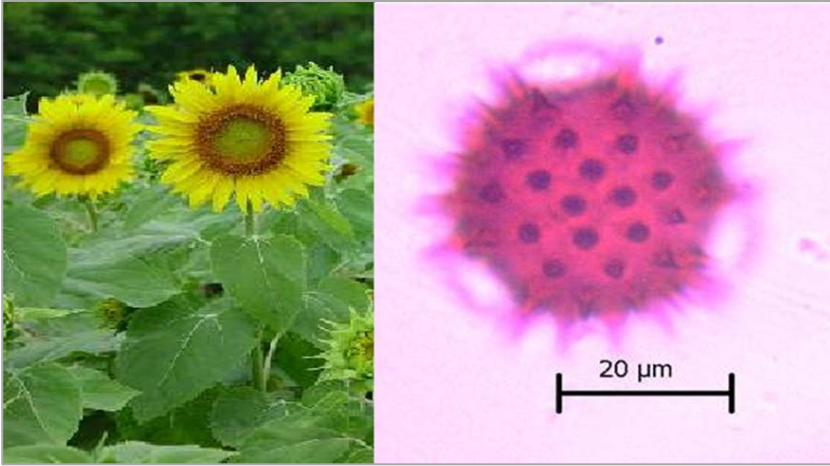
Şekil 22. *Carex* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 23. *Ligustrum vulgare* polenin genel görünüşü.



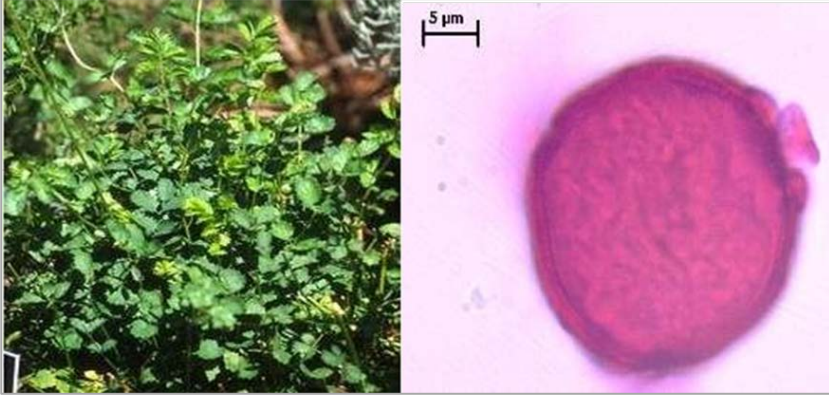
Şekil 24. *Hordeum* sp. ve polenin genel görünüşü



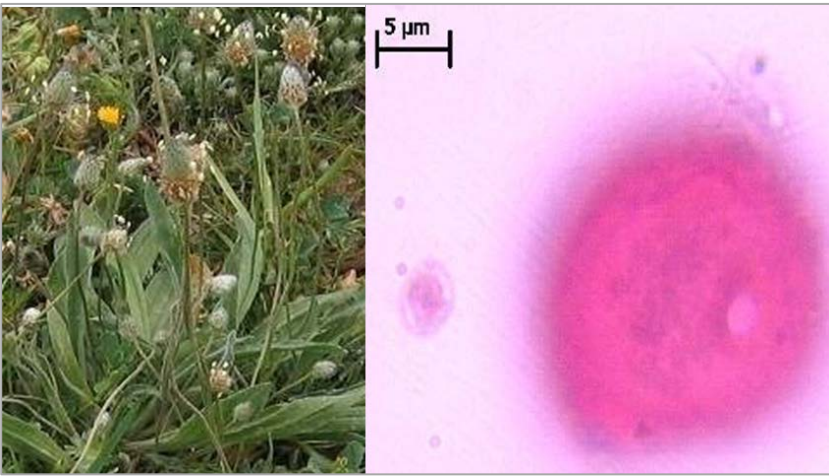
Şekil 25. *Helianthus annuus* ve polenin genel görünüşü



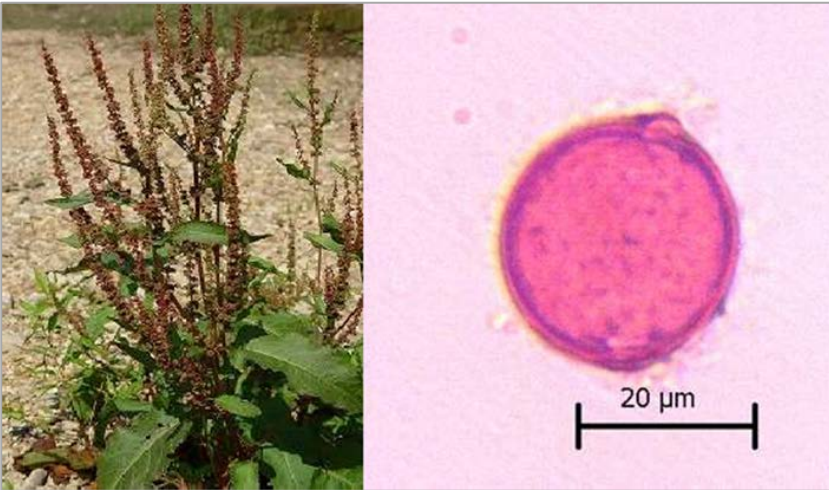
Şekil 26. *Aster* sp. ve polenin genel görünüşü



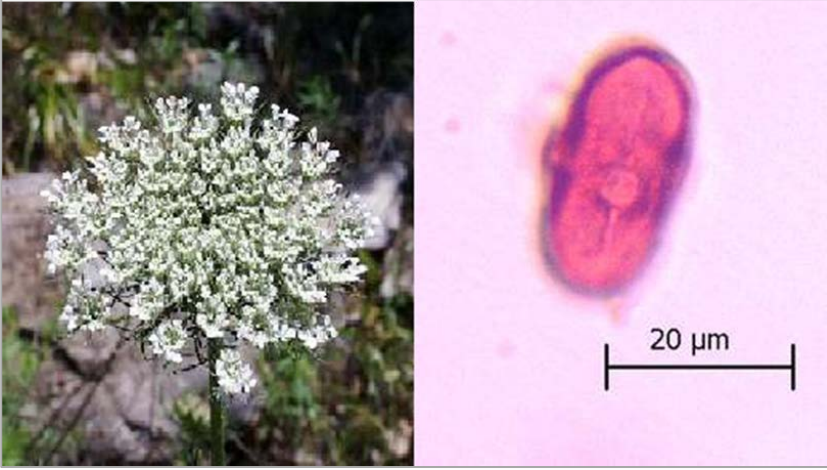
Şekil 27. *Poterium* sp. ve polenin genel görünüşü



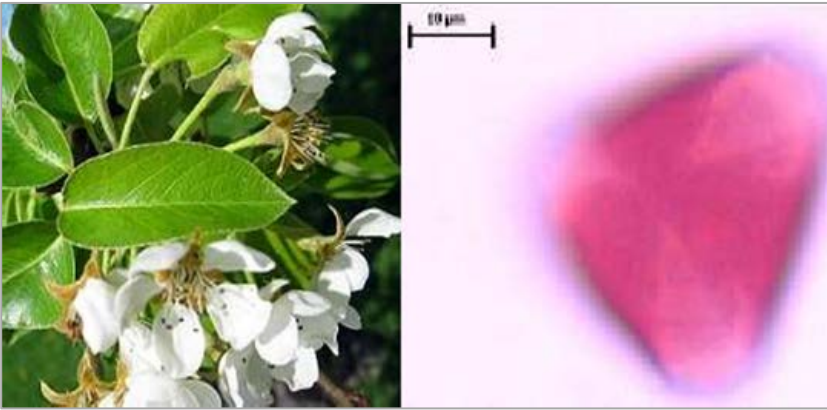
Şekil 28. *Plantago* sp. ve polenin genel görünüşü



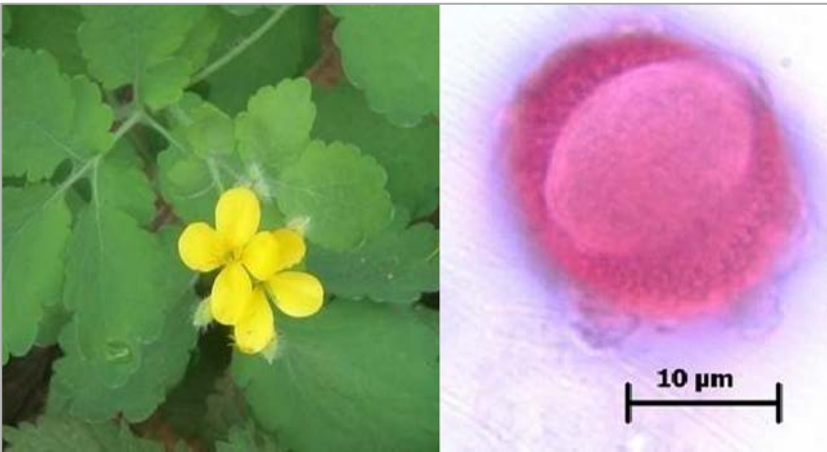
Şekil 29. *Rumex acetosella* ve polenin genel görünüşü



Şekil 30. *Daucus carota* ve polenin genel görünüşü



Şekil 31. *Pyrus* sp. ve polenin genel görünüşü



Şekil 32. *Brassica napus* ve polenin genel görünüşü

Esmahanım Deresi Havzası'nın (Akçakoca-Düzce) Morfometrik Özellikleri ve Taşkınlara Etkisi

Vedat AVCİ¹

¹Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 12000, Bingöl

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 26.07.2022

Kabul: 17.02.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada Esmahanım Deresi Havzası'nın morfometrik özelliklerinin taşkın oluşumdaki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 18 Temmuz 2019 tarihinde meydana gelen taşkında, Esmahanım köyünde 7 kişi hayatını kaybetmiş, yollar, meskenler, araçlar ve ekili-dikili araziler zarar görmüştür. Akçakoca ilçesini de etkileyen taşkında, en fazla zarar Esmahanım ve Uğurlu köylerinde yaşanmıştır. Taşkın etkilerinin en fazla olduğu Esmahanım Deresi Havzası, çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Esmahanım Deresi, Melen Çayı'nın bir kolu olup, Uğurlu köyünde bu akarsuya bağlanmaktadır. Nisbi yükselti farkının fazla olduğu havzada, yan kolların ana akarsuyla birleştiği az eğimli sahalarda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu çalışmada temel veri seti olan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları kullanılarak oluşturulmuştur. 10x10 m çözünürlüğündeki SYM'den Esmahanım Deresi Havzası'nı oluşturan alt havzalar belirlenmiştir. Morfometrik analizler kapsamında alt havzalara; geometrik, alansal ve relief morfometrik özellikleri ortaya koyan 24 indis uygulanmış ve havzalar göreceli olarak karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları bazı havza parametreleri açısından değerlendirildiğinde; genel olarak drenaj yoğunluğu (Dd) ve akarsu sıklığı (Fs) değerleri yüksektir. Yarıma derecesi yüksek olup, kaynak kısmındaki alt havzaların hipsometrik eğrileri ve integral değerleri genç topoğrafyayı ve buna bağlı olarak yüksek erozyonu göstermektedir. Morfometrik özelliklerin taşkın tehlikesini artırıcı etkide bulunduğu havzada, yapılacak planlama çalışmalarında alt havzaların morfometrik özelliklerinin dikkate alınması yararlı olacaktır. Bu çalışmaların başında mikro havza bazında erozyonu önleyici çalışmalar gelmektedir. Drenaj yoğunluğunun fazla olması yağış sonrası yüzeysel akışın hızlı olacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle yağışın, akarsulara ulaşmasını geciktirmek için bitki örtüsü korunmalı ve güçlendirilmelidir. Havzaların relief özellikleri, litoloji ve iklim özellikleri ile birleştiğinde heyelanlar yoğun olarak meydana gelmekte ve taşkınların zarar derecesini büyütmektedir. Bu nedenle heyelan zararlarını azaltıcı çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler – Akçakoca, Düzce, taşkın, Esmahanım Deresi Havzası, morfometri

Morphometric Features of Esmahanım Creek Basin (Akçakoca-Duzce) and its Effects on Overflow

¹Bingöl University, Faculty of Arts and Science, Department of Geography, 12000, Bingöl

Article History

Received: 26.07.2022

Accepted: 17.02.2023

Published: 15.04.2023

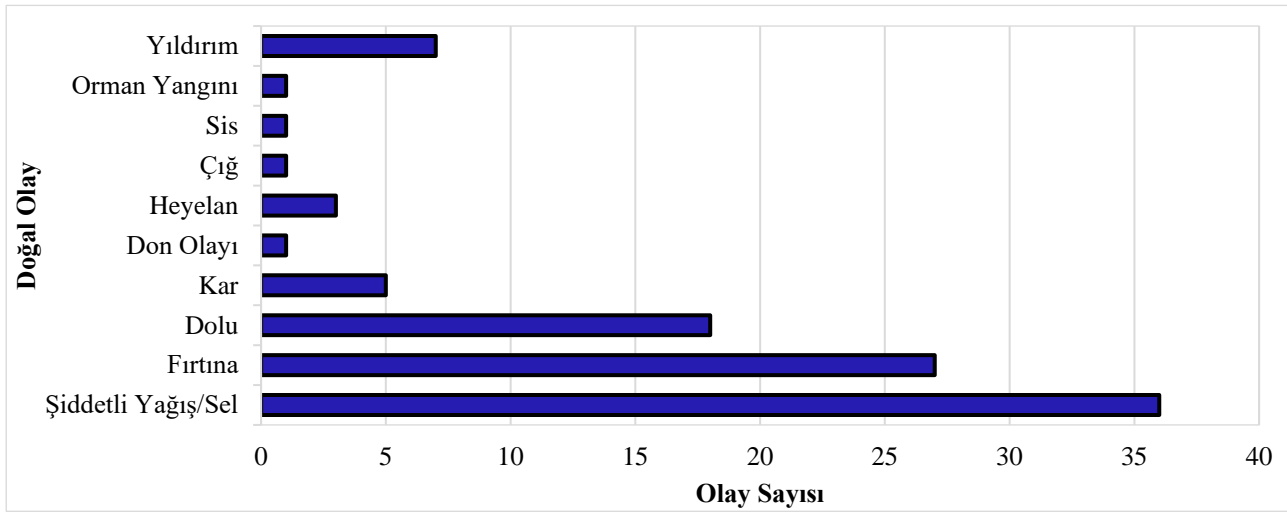
Research Article

Abstract - In this study it is aimed to evaluate the effects of morphometric features of Esmahanım Creek Basin on the formation of overflow. In the overflow that occurred on the 18th of July 2019, 7 people lost their lives, and roads, settlements, vehicles and cultivation areas were damaged in Esmahanım Village. In the overflow, which also affected Akçakoca district, Esmahanım and Uğurlu Villages experienced damages the most. Esmahanım Creek Basin was determined as the study area due to the highest overflow impact. Being a tributary of Melen Stream, Esmahanım Creek joins the stream in Uğurlu village. In the basin where the relative elevation difference is much, overflow take place in fields with little slope where tributaries meet with the main stream. Digital Elevation Model (DEM), which is the basic data set in the study, was created using topographic maps of 1/25,000 scale. Sub-basins forming the Esmahanım Creek Basin were determined from DEM with the resolution of 10x10 m. Within the scope of morphometric analyses, 24 indices revealing geometric, areal and relief morphometric features were applied to the sub-basins and then basins were compared relatively. When the results of analyses are evaluated in terms of some basin parameters, the drainage density (Dd) and stream frequency (Fc) are high, in general. The degree of dissection is high, and hypsometric curves and integral values in the source section show the young topography and high erosion risk. In the basin where morphometric features have increasing effects on the overflow hazard, it will be beneficial to take into account the features of the sub-basins when planning studies are carried out. Erosion prevention is the primary study on the basis of micro-basin. The drainage density means high surface flow after precipitation. Hence, vegetation should be protected and strengthened to delay the precipitation from reaching the rivers. When the relief characteristics of the basins are combined with those of lithology, climate, landslides occur frequently and increase the level of overflow damage. Therefore, studies should be carried out to reduce landslide damages.

Keywords – Akçakoca, Düzce, overflow, Esmahanım Creek Basin, morphometry

1. Giriş

Taşkınlar, yüksek yoğunluklu ve uzun süre devam eden yağışlara kar erimeleri de eklenince afet boyutunda etkilere yol açar. Taşkınlara duyarlı alanlarda bulunan binalar, yollar ve tesisler zarar görür, can kayıpları meydana gelir (Mirzaei vd., 2021). Emergency Events Database (EM-DAT) verilerine göre, 2010-2020 yılları arasında Türkiye’de afet boyutunda 10 taşkın olayı yaşanmış, 80 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu veriye göre taşkınlardan etkilenen insan sayısı 22.615’dir. Bu dönemde ülkemizde taşkın kaynaklı zararların 285.000 ABD doları olduğu tahmin edilmektedir (URL-1). Türkiye’de özellikle 2000’li yıllardan sonra afete yol açabilecek meteorolojik olayların frekansında belirgin bir artış görülmektedir. 2019 yılında ülkemizde meteorolojik kökenli doğal olaylar içerisinde en fazla meydana gelen olay, şiddetli yağış/sel olayıdır. 2019’da rapor edilen şiddetli yağış/sel olayı sayısı 332 olup, fırtına ve sel ülkemizin büyük bir kısmında etkili olmuştur. 2019 yılında ülkemizi etkileyen meteorolojik kökenli doğal olaylar içerisinde; şiddetli yağış/sel olayı, %36’luk oranla 1. sıradadır (Şekil 1, URL-2).



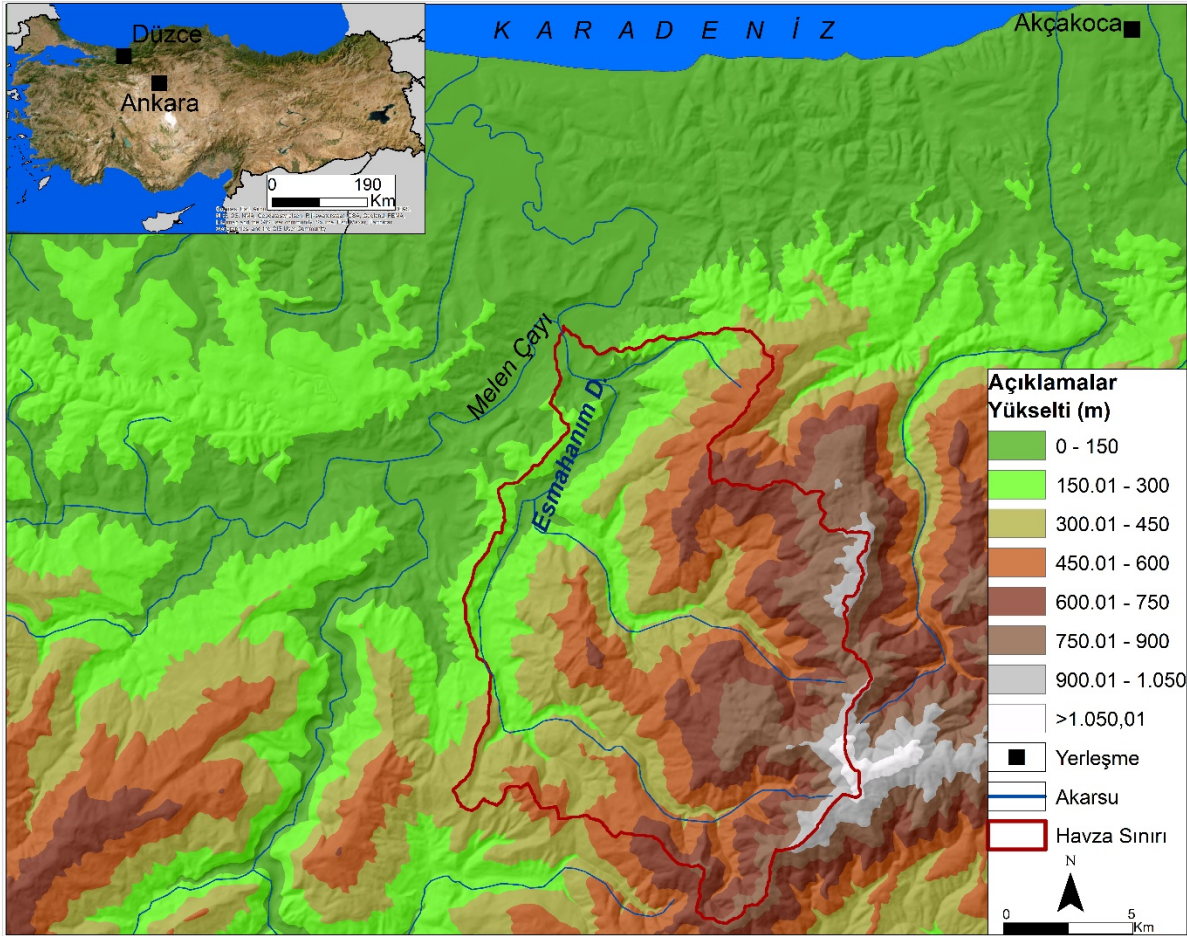
Şekil 1. 2019 yılında Türkiye’de görülen meteorolojik kökenli doğal olaylar (URL-2)

Taşkın, çevre altyapısına ve topluma zarar verebilecek yıkıcı bir doğal afettir. Bu nedenle, taşkına duyarlı bölgelerin belirlenmesi, bu tür tehlikeleri önlemek için önemli bir görevdir (Ali vd., 2020). Akarsu havzalarının morfolojik özelliklerinin ortaya konması taşkın, tektonizma konulu çalışmalar için oldukça faydalıdır (Elbaşı ve Özdemir, 2018). Literatürde bazı çalışmalarda taşkın duyarlılığı havza morfolojisi parametreleri ile değerlendirilmiştir. Patton ve Baker (1976), drenaj yoğunluğu, akarsu büyüklüğü ve rölyef oranı gibi morfolojik parametrelerin, küçük (<100 mi²) drenaj havzalarında taşkın potansiyelini pratik olarak ölçtüğünü ortaya koymuştur. Bu çalışmaya göre yüksek taşkın potansiyelli havzalar, düşük taşkın potansiyelli havzalara göre daha yüksek relief, daha fazla drenaj yoğunluğu ve dolayısıyla daha fazla engebelilik değerine sahiptir. Costa (1987), ABD’de yaptığı çalışmada havza reliefi, uzama oranı, birinci dereceden kol sayısı ve drenaj yoğunluğu değerlerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada maksimum taşkın zirvesi ile havzaların morfolojik ve fizyografik özellikleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Taşkın duyarlılığı düşük olan havzaların drenaj yoğunluğu ile birinci dereceden kanal frekansı, duyarlılığın yüksek olduğu havzalara göre daha küçüktür. Mesa (2006), şekil parametrelerinin havza ve alt havzaların uzamasını da ortaya koyduğunu, bu özellik nedeniyle, uzunlamasına havzanın, dairesel bir havzaya kıyasla daha küçük taşkın pik noktasına, ancak daha uzun süreli akışlara sahip olma eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Avcı ve Sunkar (2015, 2018), Giresun’da taşkın oluşumuna yol açan akarsu havzalarının morfolojik özellikleri ile taşkın arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Gopinath vd., (2016), Güney Hindistan’da Kuttiyadi Havzası’nda morfolojik analizler ve çok kriterli karar verme yöntemini birlikte kullanarak havza yönetimi çalışmalarında elverişli araçları belirlemiştir. Ahmad vd., (2020), Pakistan’da Aşağı Dir Havzası’nda morfolojik parametrelerle taşkın duyarlılığını belirlemiştir. Shrivatra vd., (2021) tarafından Merkezi Hindistan’da yapılan çalışmada, havza mor-

fometrik özellikleri ile taşkın duyarlılığı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pangali Sharma vd., (2021), Nepal’de Rapti Havzası’nda yaptıkları çalışmada morfometrik parametrelerden drenaj yoğunluğu ve topoğrafik reliefin havzada taşkın duyarlılığı üzerinde katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Türkiye’de taşkın olaylarının en fazla görüldüğü bölge Karadeniz Bölgesi’dir. Çalışma sahasının da bulunduğu Batı Karadeniz Bölümü’nde özellikle Bartın Çayı Havzası’nda büyük boyutta taşkınlar yaşanmıştır (Turoğlu, 2007). 2021 yılında bölgede Bartın, Kastamonu, Sinop illerinde meydana gelen taşkınlarda çok sayıda kişi hayatını kaybetmiştir. Bu çalışmada Batı Karadeniz Bölümü’nde Düzce ili sınırları içerisinde yer alan Esmahanım Deresi Havzası’nda meydana gelen taşkın olayı, meteorolojik parametreler ve havza morfometrik özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada ana havzanın genel özellikleri değerlendirilmiş ve morfometrik indisler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile belirlenen alt havzalara uygulanmıştır.

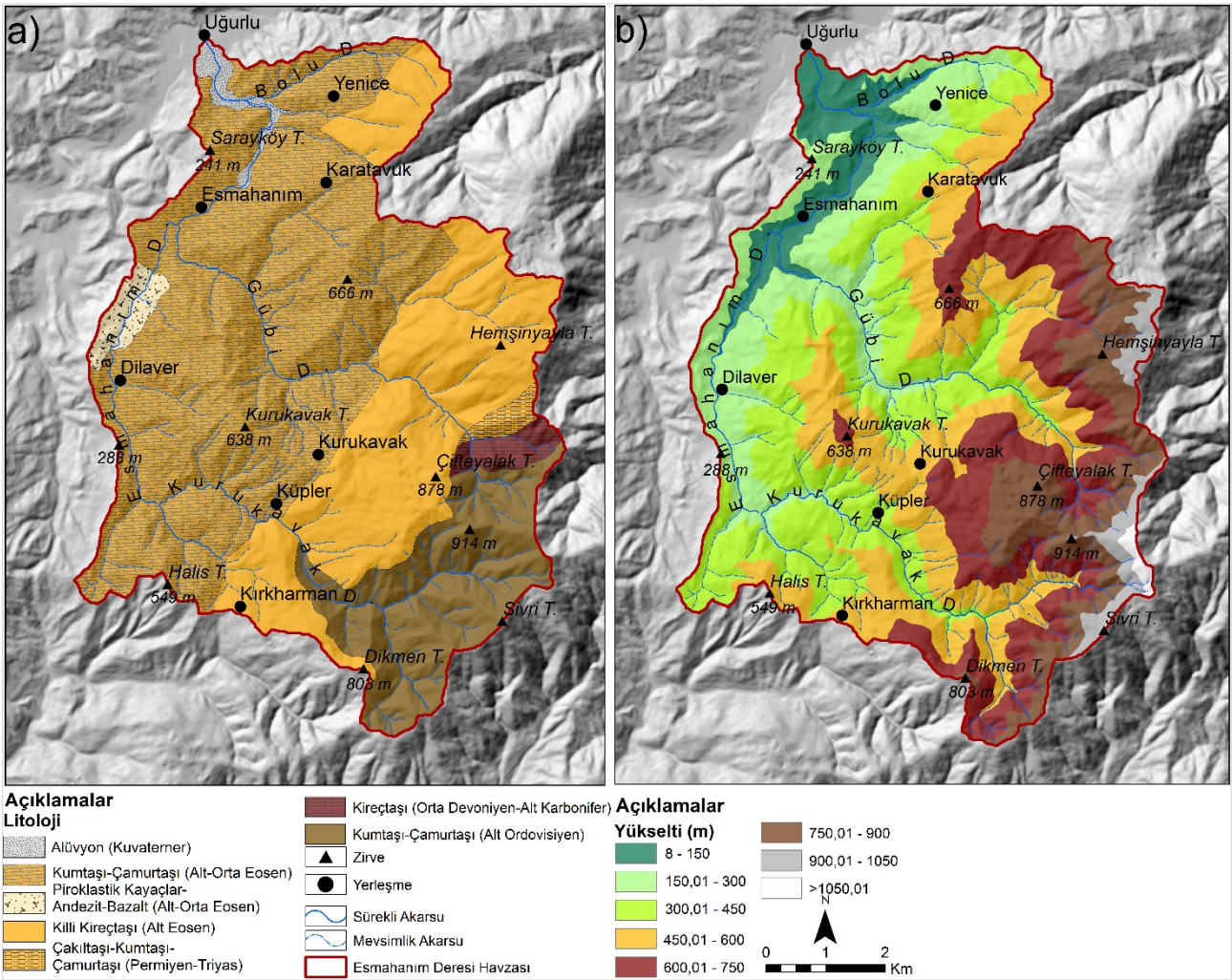
1.1. Çalışma Sahasının Yeri, Sınırları ve Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı, Akçakoca ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Batı Karadeniz Bölümü’nde, Düzce iline bağlı bir yerleşme olan Akçakoca ilçesi, güneyde dağlık sahalarla sınırlandırılmıştır. Akçakoca ilçesinin güneybatısında yer alan Esmahanım Deresi Havzası, Melen Çayı su toplama alanı içerisinde yer almaktadır. Havza toplam alanı 61,75 km², maksimum havza uzunluğu 12,20 km, maksimum havza genişliği 9,2 km’dir. 1950-2019 yılları arasında Düzce ilinde 29 taşkın olayı meydana gelmiştir (AFAD, 2020). Taşkın tehlikesinin yüksek olması nedeniyle bu saha çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Akçakoca ilçesinde 2021 yılında da aynı havzada su baskını olayı meydana gelmiş, köy yolları zarar görmüştür. Bu durum taşkın açısından alınan tedbirlerin yetersizliğini ve sahada taşkın duyarlılığının ne kadar yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 2).



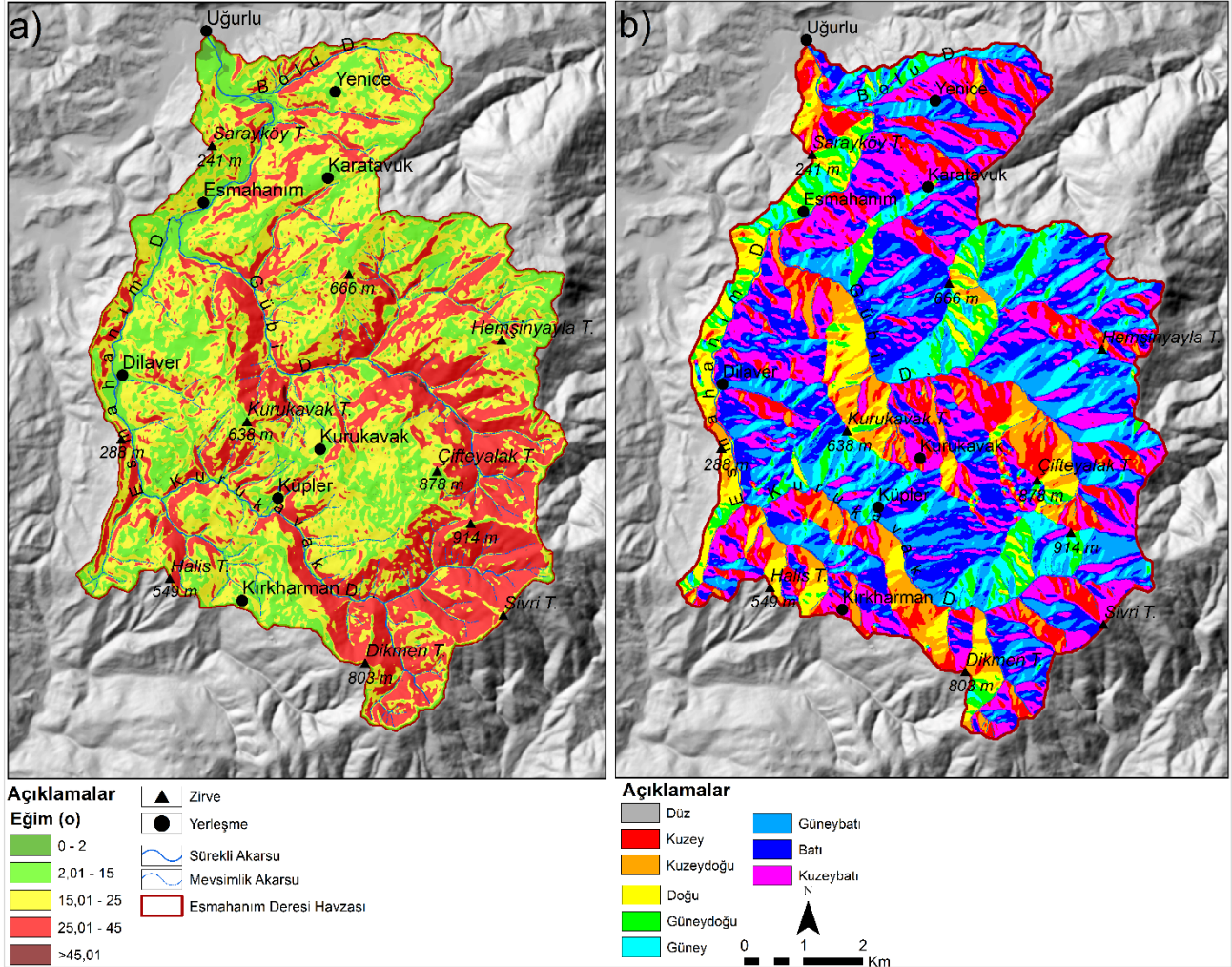
Şekil 2. Esmahanım Deresi Havzası'nın lokasyon haritası (Altlık harita ESRI, 2022'den alınmıştır)

Çalışma alanında farklı jeolojik dönemlere ait litolojik birimler yüzeylenmektedir. En yaşlı birimi oluşturan Alt Ordovisyen dönemli kumtaşı ve çamurtaşından oluşan birim, araştırma sahasının güneydoğusunda, Orta Devoniyen-Alt Karbonifer dönemine ait kireçtaşlarından oluşan birim, Çifteyalak Tepe doğusunda mostra verir. Permiyen-Triyas dönemine ait çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan litolojik birim, Çifteyalak Tepe kuzeyinde, Alt Eosen killi kireçtaşı birimi, Hemşinyayla Tepe ile Kırkharman arasında görülür. Dilaver köyü kuzeyinde, Alt-Orta Eosen dönemli proklastik kayalar, andezit ve bazalttan oluşan litolojiler yüzeylenir. Bu döneme ait kumtaşı ve çamurtaşı, çalışma alanında en geniş yüzeylenme alanına sahip litolojilerdir. Bu litolojiler, havza batısında görülmektedir. Esmahanım ve Bolu derelerinin ağız kısmında Kuvaterner dönemine ait alüvyonlar görülür (Altun ve Aksay, 2002; Gedik ve Aksay, 2002; MTA, 2002; Pehlivan vd., 2002; Timur ve Aksay, 2002; Şekil 3a). Havza yukarı bölümlerinde litoloji geçirimsiz birimlerden oluşmaktadır. Bu nedenle bu sahalarda sızma düşük, yüzeysel akış miktarı ise fazladır. Aşağı bölümde ise litoloji daha çok geçirimli birimlerden oluşmaktadır. Esmahanım Deresi Havzası'nda minimum yükselti 8 metre, maksimum yükselti 1.166 metre, ortalama yükselti ise 483 metredir. Maksimum yükselti, doğu ve güneydoğuda ölçülmektedir. Kuzeybatıya doğru yükseltinin azaldığı dikkat çekmektedir. Minimum yükselti değeri kuzeybatıda Esmahanım Deresi'nin Büyük Melen Çayı'na ulaştığı alanda ölçülmüştür. Araştırma sahasında yükselti, yağış miktarı ve yağış biçimi üzerinde etkili olarak taşkınların yaşanmasında belirleyici olmaktadır (Şekil 3b).



Şekil 3 a) Esmahanım Deresi Havzasının litoloji haritası (Altun ve Aksay, 2002; Gedik ve Aksay, 2002; MTA, 2002; Pehlivan vd., 2002; Timur ve Aksay, 2002'den yararlanılmıştır), Esmahanım Deresi Havzası'nın fiziki haritası (b)

Esmahanım Deresi Havzası'nda minimum eğim değeri 0° , maksimum eğim değeri 55° , ortalama eğim değeri, $20,96^\circ$ 'dir. Havzada, maksimum eğim, vadi yamaçlarında ölçülmüştür. Bolu Deresi, Esmahanım Deresi, Kurukavak Deresi vadilerinde derine aşındırmanın etkisiyle eğim değerleri yükselmektedir. Esmahanım Deresi'nin Uğurlu köyünde, Büyük Melen Çayı ile birleştiği sahada eğim düşmektedir. Dağlık sahalarda yer alan aşınım düzlüklerinde de düşük eğimler ölçülmüştür. Ana havzada ortalama eğim değerleri de oldukça yüksektir. Bu durum taşkın tehlikesini artıran bir neden olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanında yamaç eğim yönü genel olarak kuzeydir (Şekil 4a, b).



Şekil 4a). Esmahanım Deresi Havzası'nın eğim haritası, b) Bakı haritası

Eğim haritası sınıflandırması Bogolomov (1963)'e göre (akt. Erkal ve Taş, 2020) yapılmıştır. Buna göre $0-2^\circ$ eğim grubu %0,6; $2-15^\circ$ eğim grubu %25,4, $15-25^\circ$ eğim grubu %41,8, $25-45^\circ$ eğim grubu %31,9, 45° ve üzeri eğim grubu %0,12 oran kaplamaktadır. Havza genelinde 15° 'den fazla eğime sahip alanların oranı %74'dür. Bu oran havzada taşkınların olabileceğini göstermektedir. Bakı haritasına göre kuzeyli yönlerin oranı %41,2'dir. Kuzeyli bakılar içerisinde, kuzeybatı yönlü yamaçlar en fazla alan kaplamaktadır. Yamaç eğim yönü, hava kütlelerine dönüklüğü etkileyeceğinden yağış miktarı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bölgede Karadeniz üzerinden gelen hava kütlelerine dönük kuzeyli yamaçlar duldada kalan güneyli yamaçlara nazaran daha fazla yağış alır. Bu durum zemin nemliliği ve bitki örtüsü üzerinde etkili olarak taşkın oluşumu üzerinde belirleyici bir rol oynar (Uzun, 2007). Zemin nemliliğinin yüksek olduğu kuzeyli yamaçlarda sızma az, yüzeysel akış miktarı fazladır.

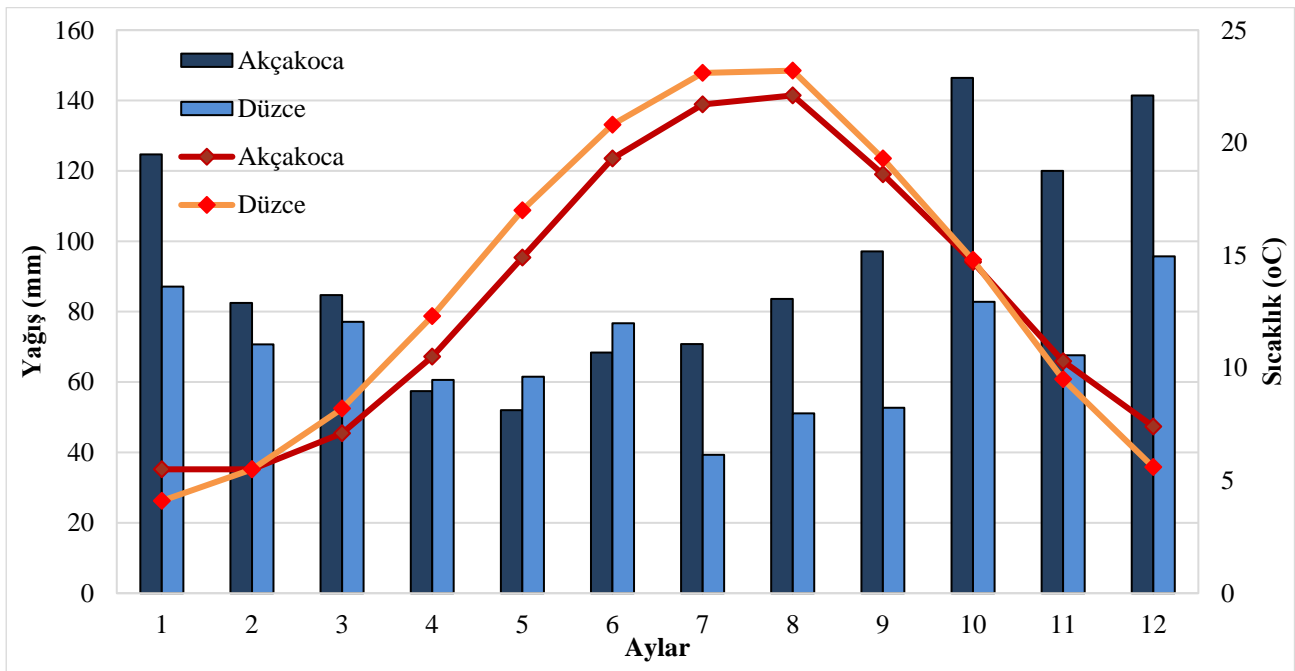
Düzce-Akçakoca çevresi "subtropikal okyanusal iklim bölgesi ile karasal Akdeniz iklim bölgesi arasında bir geçiş alanı durumundadır" (İnandık, 1955; akt. Pekcan, 2000). Akçakoca meteoroloji istasyonu verilerine

göre Akçakoca'da yıllık ortalama sıcaklık 13,1 °C, yıllık toplam yağış ise 1.129 mm'dir. Yağışların mevsimlere dağılımı değerlendirildiğinde; kış %31, ilkbahar %17, yaz %20 ve sonbahar %32 orana sahiptir. Yağışın mevsimlere dağılımı Karadeniz yağış rejimine örnek oluşturmaktadır. Düzce'de yıllık sıcaklık ortalaması 13,6 °C, yıllık toplam yağış 822,9 mm'dir. Bu yağışın mevsimlere dağılımı ise kış %31, ilkbahar %24, yaz %20, sonbahar %25 şeklindedir (Tablo 1; Şekil 5).

Tablo 1

Akçakoca (1980-2018) ve Düzce (1991-2020) istasyonlarının uzun yıllar aylık sıcaklık ortalamaları ve yağış miktarları (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020)

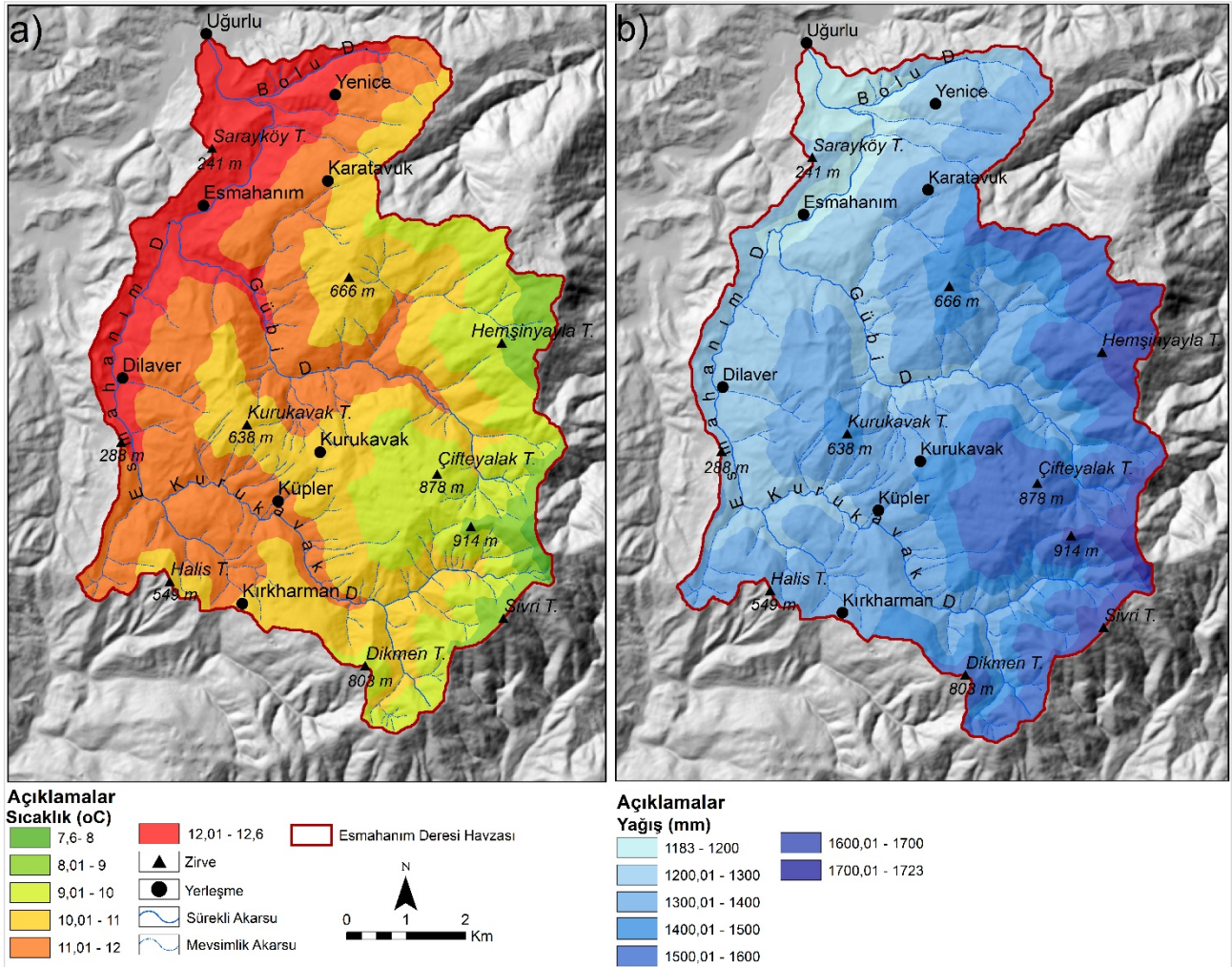
Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Akçakoca Ortalama Sıcaklık (°C)	5,5	5,5	7,1	10,5	14,9	19,3	21,7	22,1	18,6	14,7	10,3	7,4	13,1
Akçakoca Ortalama Yağış (mm)	124,7	82,5	84,7	57,4	52	68,4	70,8	83,6	97,1	146,4	120	141,4	1.129
Düzce Ortalama Sıcaklık (°C)	4,1	5,5	8,2	12,3	17	20,8	23,1	23,2	19,3	14,8	9,5	5,6	13,6
Düzce Ortalama Yağış (mm)	87,1	70,7	77,1	60,6	61,5	76,7	39,3	51,1	52,7	82,8	67,6	95,7	822,9



Şekil 5. Akçakoca (1980-2018) ve Düzce (1991-2020) meteoroloji istasyonu uzun yıllar aylık sıcaklık ve yağış ortalaması (Sütun yağışı, çizgi sıcaklığı göstermektedir. Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020)

Düzce, Akçakoca'ya göre daha az yağış alırken, ortalama sıcaklık değeri daha yüksektir. Sonbahar yağışlarının oranı Akçakoca istasyonunda daha fazladır. Karadeniz iklim özellikleri Akçakoca'da daha belirgindir (Şekil 5). Çalışma alanına en yakın istasyonlardan Akçakoca dışındaki Çilimli ve Cumayeri istasyonlarının rasat süreleri (5 yıl) oldukça kısadır. Bu nedenle Akçakoca istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak havza için sıcaklık ve yağış haritaları oluşturulmuştur. Sıcaklık haritası, Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) yöntemi ile sıcaklıkların yükseldikçe her 100 m'de 0,5 °C azalacağı esasına göre yapılmıştır. Oluşturulan haritaya göre havzada sıcaklık 76-12,6 °C arasında değişmektedir. Havza içerisinde sıcaklık doğu-güneydoğu doğrultusunda azalmaktadır. Sıcaklık azalışı yağış biçiminin, kış mevsiminde kar

şeklinde değişmesine neden olarak taşkın oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Havza için, yağışın her 100 m'de 54 mm artacağına dayalı Schreiber formülüne (Ardel vd., 1969, akt. Işık vd., 2018) göre Kriging yöntemi kullanılarak yağış haritası oluşturulmuştur. Schreiber formülü ile oluşturulan haritaya göre havzada, yağış 1183-1723 mm arasında değişmektedir. Yağış miktarı yükseltiye bağlı olarak doğu ve güneydoğuya doğru artmaktadır. Doğu ve güneydoğuda kış sıcaklıklarının 0°C'nin altına düşeceği dikkate alındığında yağışlar bu dönemde kar şeklinde olacaktır. Karın, ilkbahar mevsiminde erimesi taşkınlara neden olacaktır (Şekil 6). Ayrıca yukarı havzanın engebeli yapısı yağışın hızlıca akışa geçmesine ve drenaja katılmasına yol açmaktadır. Bu durum taşkın oluşumunu kolaylaştırmaktadır.



Şekil 6. Esmahanım Deresi Havzası'nın sıcaklık (a) ve yağış (b) haritası

2. Materyal ve Yöntem

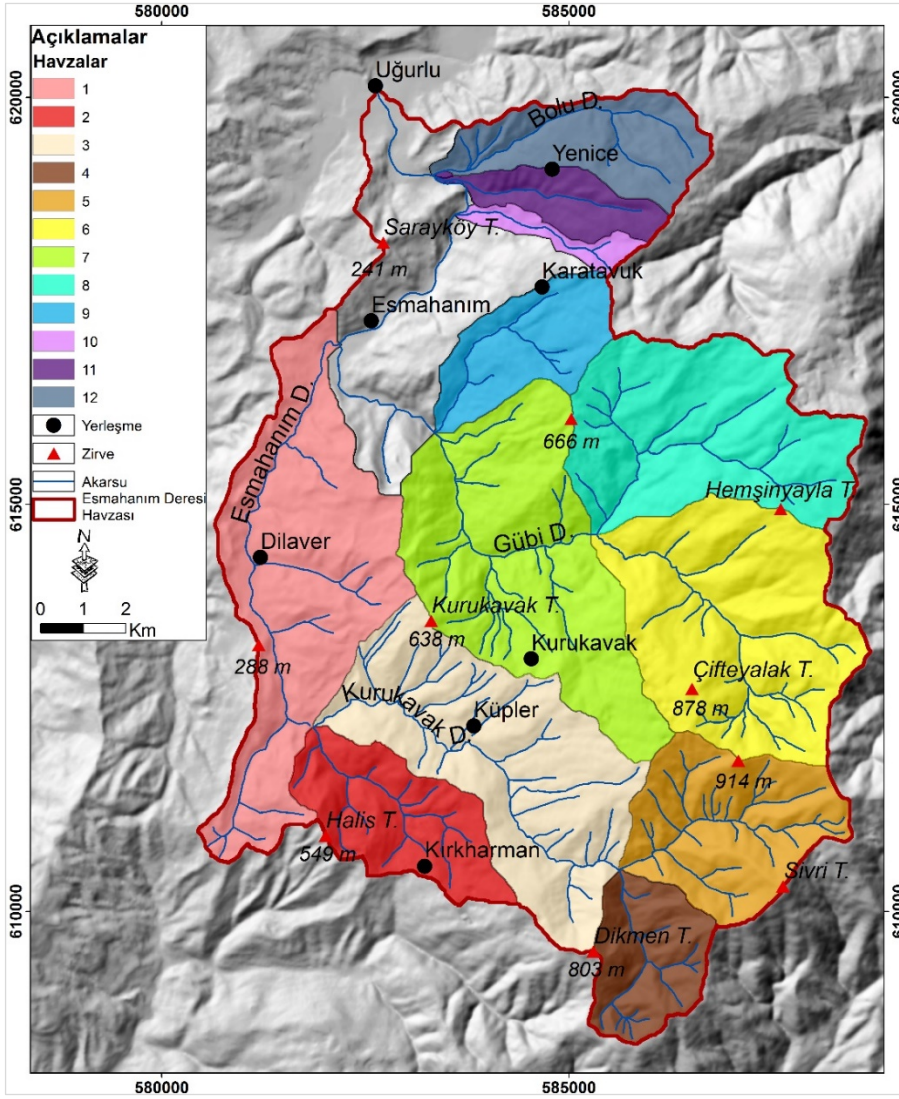
Bu çalışmada temel datalar, 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarının F25c3, F26d4, G25b2 ve G26a1 paftaları (HGK, 2001) kullanılarak oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile Düzce ve Akçakoca meteoroloji istasyonu sıcaklık-yağış verileri ve çalışma alanını kapsayan farklı ölçekteki jeoloji haritalarının ilgili paftalarıdır. 10x10 m çözünürlüğünde SYM, CBS yazılımlarından ArcMAP 10.1, Spatial Analiz-Interpolation-Topo to Raster aracı kullanılarak oluşturulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2

Çalışmada kullanılan veriler, tipleri ve kaynakları

Kullanılan Veri	Kullanım Amacı	Veri Tipi	Kaynak
1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları, F25 c3, F26 d4, G25b2 ve G26a1 paftaları	Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturmak	Raster	Harita Genel Komutanlığı
1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları Ereğli F25- F26, Adapazarı G25-G26 paftaları,	Litolojik birimler haritası oluşturmak	Vektör/Raster	MTA Genel Müdürlüğü
1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Zonguldak paftası			
Akçakoca ve Düzce'nin ortalama sıcaklık ve yağış verileri	Sıcaklık ve yağış oluşturmak, taşkın değerlendirmek	haritaları .xlsx	Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Havza morfometrisi ile ilgili yapılacak çalışmalarda, havzalara ait yüzeysel hesaplamalarda ana havzanın alt havzalara ve havza arası alanlara (mikro havza) bölünmesi önerilmiştir (Erkal ve Taş, 2020). Bu nedenle ArcMAP-Archydro Modülü kullanılarak Esmahanım Deresi Havzası'nı oluşturan 12 alt havza belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Esmahanım Deresi Havzası'nda morfometrik indis analizlerinin uygulandığı alt havzalar.

SYM kullanılarak belirlenen alt havzalara Tablo 3'de yer alan havza geometrik, alansal ve relief morfometrik özelliklerini değerlendiren indisler uygulanmıştır. Literatürde bu indisler kullanılarak yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Apaydın, 2021; Baduna Koçyiğit ve Akay, 2018; Ege ve Avsever, 2022; Erol Görür ve Karadeniz, 2018; Erten ve Gürbüz, 2018; Esen, 2022; İmamoğlu, 2020; Kütükçü vd., 2015; Turoğlu, 1997). İndislerle alt havzaların geometrik, alansal ve relief özellikleri belirlenmiş ve alt havzalar, indis sonuçları ile taşkın duyarlılığı açısından göreceli olarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 3
Belirlenen alt havzalara uygulanan morfometrik indisler

	Morfometrik Parametreler	Formül	Kaynak
Geometrik Özellikler	Havza Uzunluğu (Lb)	ArcGIS yazılımı ile hesaplanmıştır	
	Havza Genişliği (W)	ArcGIS yazılımı ile hesaplanmıştır	
	Havza Çevresi (P)	ArcGIS yazılımı ile hesaplanmıştır	
	Form Faktör (Ff)	$Ff = A / L^2$	(Horton, 1932)
	Şekil Katsayısı (Sf)	$Sf = Lb^2 / A$	Horton, 1945, akt. Verstappen, 1983)
	Uzama Oranı (Re)	$Re = (2 / Lm) * [A / \pi]^{0,5}$	(Schumm, 1956)
	Dairesellik Oranı (Rc)	$Rc = 4\pi A / P^2$	(Strahler, 1964)
	Gravelius İndeksi (Kg)	$K_G = P / 2\sqrt{\pi A}$	(Gravelius, 1914)
Alansal Morfometri	Havza Alanı (A)	ArcGIS yazılımı ile hesaplanmıştır	
	Drenaj Yoğunluğu (Dd)	$D_d = \sum L / A$	(Horton, 1932, 1945)
	Akarsu Sıklığı (Fs)	$F_s = N / A$	(Reddy vd., 2004; Strahler, 1964)
	Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lg)	$L_g = 1 / 2D_d$	(Horton, 1945)
Relief Morfometri	Yüksek Relief (m)	SYM'nin histogramı kullanılarak elde edilmiştir.	
	Alçak Relief (m)	SYM'nin histogramı kullanılarak elde edilmiştir.	
	Rölyef Oranı (Rh)	$R_h = H / L$	(Schumm, 1956)
	Havza Reliefi (Bh)	$B_h = H_{maks} - H_{min}$	(Schumm, 1956)
	Hipsometrik İntegral (Hi)	$Hi = (Hort - H_{min}) / (H_{maks} - H_{min})$	(Strahler, 1952)
	Hipsometrik Eğri (Hc)	$y = h / H, x = a / A$	(Strahler, 1952)
	Yarıлма Derecesi (Dissection) İndeksi (Dis)	$Dis = H / Ra$	(Singh ve Dubey, 1994)
	Gradyan Oranı (Rg)	$Rg = (Z - z) / Lb$	(Sreedevi vd., 2005)
	Melton Engebellelik İndeksi (Mrn)	$MR_n = H / A^{0,5}$	(Melton, 1965)
	Eğim (o)	ArcGIS yazılımı ile oluşturulmuştur.	
Ortalama Eğim (o)	SYM'nin histogram verisinden elde edilmiştir.		
Engebellelik Değeri (Rn)	$Rn = B_h * D_d$	(Melton, 1957)	
Akım Toplanma Zamanı (Tc)	$T_c = 0,0195 * L^{0,77} / S^{0,385}$	(Kirpich, 1940)	

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde 18 Temmuz 2019 Esmahanım köyünde meydana gelen taşkın olayı meteorolojik verilerle değerlendirilmiş ve morfometrik indis analizleri yapılmıştır.

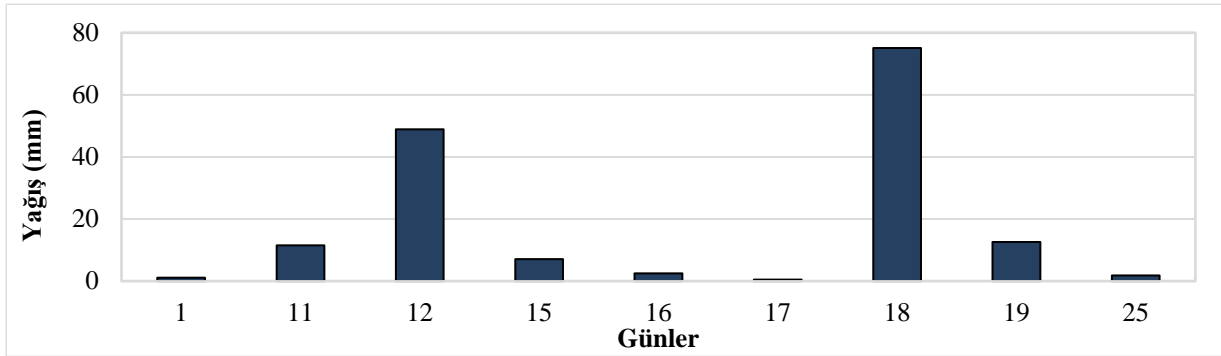
3.1. 18 Temmuz 2019 Esmahanım Taşkını

2019 yılı temmuz ayında meydana gelen taşkında 7 kişi hayatını kaybetmiş, büyük ekonomik kayıplar yaşanmıştır. Taşkın olayında Esmahanım ve Uğurlu köylerini birbirine bağlayan yollar ve köprüler yıkılmış, araçlar, ekili-dikili araziler zarar görmüştür (Foto 1). Yöre sakinlerinin ifadelerine göre Gübi Deresi'nde alternatif ürün olarak dikilen 750 yeşil elma ağacı zarar görmüş, 3 ev yıkılmıştır. Esmahanım köyünde 18, Uğurlu köyünde 2 ev yıkılmıştır. Taşkın sonucu Bezirgan köyünde bulunan 2 tavuk çiftliğinde 200 bin hayvanın telef olduğu işletme sahipleri tarafından bildirilmiş, mısır tarlaları ve fındık bahçeleri zarar görmüştür. Bezirgan köyünü Uğurlu köyüne bağlayan köprü yıkılmıştır. Davutağa, Esmahanım, Dilaver, Kozluk, Bezirgan, Melen taşkından en çok etkilenen yerleşmeler olmuştur.



Foto 1. Sel-taşkın sırasında yollar (a,b), araçlar (c) ve köprüler (d) zarar görmüştür. Fotoğrafın kaynağı, Düzce AFAD İl Müdürlüğü, 2019'dur

Taşkın, toprağın emme kapasitesini ve nehirlerin, akarsuların ve kıyı alanlarının akış kapasitesini aşan yoğun veya sürekli yağışların bir sonucudur (URL-3). Kısa süreli aşırı yağış ve ani taşkınlar, dünyada en büyük doğal tehlikelerdir (Bryndal vd., 2017). Taşkınlar genelde uzun süreli yağışlardan sonra ya da kısa sürede düşen fazla miktardaki yağışlardan sonra meydana gelir ve afet boyutuna dönüşebilir. Taşkınla ilgili yapılacak çalışmalarda taşkından önce düşen yağış ile taşkın anındaki yağış miktarının değerlendirilmesi faydalıdır. Çünkü toprak nemliliği, sızma üzerinde doğrudan etkili iken, sızma da yüzeysel akış miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle zemin nemliliği ile taşkın oluşumu arasında bir ilişki bulunmaktadır. Zemin nemliliğinin yüksek olması infiltrasyonu azaltırken, yüzeysel akışa geçecek su miktarını artırmaktadır (Hoşgören, 2004). Akçakoca'da uzun yıllar ortalamasına göre temmuz ayı yağış toplamı 70,8 mm'dir. Taşkın olayından 6 gün önce Akçakoca'da 50 mm yağış düşmüştür. Afetin yaşandığı günde temmuz ayı toplamı kadar yağış düşmüştür. Kısa sürede düşen bu yağış taşkın meydana gelmesinde ana nedenlerden birini oluşturmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. 2019 yılı Temmuz ayında Akçakoca'da düşen yağışın yağışlı günlere dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020)

Akçakoca istasyonu ile Esmahanım Deresi'nin yukarı havzası arasında 1.100 m'yi geçen yükselti farkı nedeniyle yağış miktarının bu sahada daha fazla olacağı söylenebilir. Bu nedenle taşkın olayının afet boyutuna dönüşmesi bu yağışlarla doğrudan ilişkilidir.

Taşkının meydana gelmesinde kütle hareketleri de etkili olmuştur. Esmahanım Deresi Vadisi'nin yamaçlarında çok sayıda heyelan meydana gelmiş, akarsu vadisine taşınan malzeme, taşıma kapasitesini düşürerek afetin yaşanmasında rol oynamıştır (Foto 2).



Foto 2. Esmahanım köyünde taşkın olayı ile eş zamanlı meydana gelen heyelanlar

Esmahanım Deresi yatağında eğimin azaldığı alanlarda aşırı sediment birikimi görülmektedir. Bu durum havzada şiddetli erozyonu göstermektedir. Taşkın oluşumunda sediment birikiminin etkisi fazladır. Dere yatağına oldukça yakın yapılaşma da afetin etki derecesini artırmıştır (Foto 3).



Foto 3. Havzada erozyon şiddetlidir (a, b), yapılaşma, dere yatağına oldukça yakındır (c, d).

3. 2. Morfometrik İndis Analizleri

Bu bölümde havzaların geometrik, alansal ve relief özelliklerini gösteren morfometrik indis analizleri yapılmıştır (Tablo 4). Sonuçlara göre engebellik değerinin çok yüksek olduğu, yarıлма derecesinin erozyonu artırarak taşkın oluşumunu kolaylaştırdığı, havzaların uzunlamasına şekillerinden dolayı uzun süreli düşük akımlar şeklinde taşkınlar meydana geldiği söylenebilir. Özellikle ana havzanın yukarı bölümünde yer alan alt havzaların morfometrik özellikleri nedeniyle aşağı kısımda taşkınlar yol açtığı belirlenmiştir.

Tablo 4
Esmahanım Deresi alt havzalarına uygulanan morfometrik indis sonuçları

Morfometrik Parametreler	Havza No												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Geometrik Özellikler	Havza Uzunluğu (Lb)	6,92	3,35	4,9	2,1	2,96	4,08	4,9	3,76	2,85	2,41	2,92	3,48
	Havza Genişliği (W)	26	1,66	3,53	1,69	2,48	3,07	2,64	2,77	1,50	0,76	0,90	1,60
	Havza Çevresi (P)	22,11	10,65	17,93	7,77	10,93	14,27	17,21	14,83	9,05	6,00	7,51	10,72
	Form Faktör (Ff)	0,17	0,28	0,31	0,50	0,48	0,45	0,33	0,45	0,30	0,10	0,16	0,23
	Şekil Katsayısı (Sf)	5,75	3,47	3,13	1,96	2,05	2,21	2,99	2,18	0,89	9,72	5,99	4,19
	Uzama Oranı (Re)	0,47	0,60	0,63	0,80	0,78	0,75	0,65	0,76	0,62	0,36	0,46	0,55
	Dairesellik Oranı (Rc)	0,21	0,35	0,30	0,48	0,44	0,46	0,33	0,37	0,37	0,21	0,31	0,31
	Gravelius İndeks (Kg)	1,16	1,67	1,82	1,43	1,49	1,46	1,71	1,64	1,62	2,18	1,77	1,80
Alansal Morfometrik Özellikler	Havza Alanı (A)	8,32	3,24	7,69	2,35	4,27	7,54	8,01	6,49	2,46	0,60	1,43	2,89
	Drenaj Yoğunluğu (Dd)	2,08	2,68	3,18	3,10	3,68	2,31	2,0	1,99	2,0	5,48	2,87	3,07
	Akarsu Sıklığı (Fs)	1,44	3,69	3,64	5,08	5,61	2,51	2,49	1,84	2,02	3,28	0,69	2,41
	Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lg)	0,23	0,18	0,15	0,16	0,13	0,21	0,24	0,25	0,24	0,09	0,17	0,16
Relief Morfometrisi Özellikleri	Yüksek Relief	624	695	855	891	1176	1139	868	975	734	618	612	559
	Alçak Relief	119	263	259	446	444	310	195	315	193	66	46	45
	Rölyef Oranı (Rh)	0,07	0,12	0,12	0,20	0,24	0,20	0,13	0,17	0,18	0,22	0,19	0,14
	Havza Reliefi (Bh)	505	432	596	445	732	829	673	660	541	552	566	514
	Hipsometrik İntegral (Hi)	0,40	0,45	0,41	0,53	0,44	0,49	0,44	0,56	0,50	0,55	0,51	0,50
	Yarıлма Derecesi (Dissection) indeksi (Dis)	0,80	0,62	0,69	0,49	0,62	0,72	0,77	0,67	0,73	0,89	0,92	0,91
	Gradyan Oranı (Rg)	0,07	0,12	0,12	0,20	0,24	0,20	0,13	0,17	0,19	0,23	0,19	0,24
	Melton Engebellik İndeksi (Mrn)	0,17	0,23	0,21	0,28	0,35	0,30	0,23	0,25	0,34	0,70	0,47	0,30
	Eğim (S)	0-42	0-43	0-47	0-45	0-48	0-49	0-55	0-50	0-43	0-43	0-44	0-44
	Ortalama Eğim (o)	17,1	18,2	21,5	26,8	29,5	25	20,8	19,2	19,6	20,7	19,2	18,7
	Engebellik Değeri (Rn)	1,05	1,61	1,89	1,38	2,7	1,92	1,35	1,31	1,08	3,02	1,62	1,58
	Akım Toplanma Zamanı (Tc, saat)	1,65	0,71	1,16	0,7	0,65	0,82	0,7	0,64	0,81	0,62	0,68	0,98

3.2.1 Havza Geometrik Özellikleri

Form faktör, şekil katsayısı, uzama oranı, dairelilik oranı ve Gravelius indeks ile alt havzalar geometrik (şekil) özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Form Faktör (Ff)

Havza şekli (form faktör), alan, çevre ve uzunluk gibi temel ölçümlerin basit boyutsuz oranları ile hesaplanabilir (Sarma vd., 2013; Singh, 1998). Bu indis havzaların dairesel ya da uzunlamasına ya da düzensiz bir

şekle sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Horton, 1932). Düşük form faktörü uzunlaması havzaları gösterir. Bu havzalarda daha uzun süre boyunca daha düz bir taşkın doruğuna (pik) sahip akımlar görülür (Sarma vd., 2013). Uzamış havzaların hidrograf eğrisi daha düzgündür, bu da üst havzadan gelen suyun çıkışa ulaşması için daha fazla zaman gecikmesi ile açıklanır. Dairesel havzalarda, alt, orta ve üst havzadan gelen su daha kısa sürede çıkışa ulaşır ve daha kısa sürede, daha yüksek deşarjlara neden olur (Verstappen, 1983). Havzalar için form faktörü değerleri 0,10-0,50 arasında değişmektedir. En küçük form değeri 10 numaralı havzada, en büyük form değeri ise 4 numaralı havzada ölçülmüştür. Ff, açısından yapılan değerlendirme, havzaların uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu göstermektedir. 4 numaralı havza diğer havzalara nazaran dairesel şekle daha yakındır (Tablo 4).

Şekil Katsayısı (Sf)

Şekil katsayısı, havza şeklinin belirlenmesinde kullanılan katsayılardan bir diğeridir. Şekil katsayısının büyük değeri, uzun ve dar havzaları gösterir (Bayazıt, 1979; Hoşgören, 2004). 1'den büyük Sf değeri, havza şeklinin uzunlamasına olduğunu gösterir (Bishop ve Prosser, 2001). Şekil katsayısı değerleri tüm havzalarda uzunlamasına havzalar için önerilen 1 değerinden yüksektir. Bu değer havzalarda, 1,96-9,72 arasında değişmektedir. 1.96 ile en düşük değer 4 numaralı havzaya, 9,72 ile en yüksek değer 10 numaralı havzaya aittir. Analiz sonuçları havza formlarının dairesel olmaktan ziyade uzunlamasına olduğunu göstermektedir (Tablo 4).

Uzama oranı (Re)

Dairesel şekilli havzalar, yüzeysel akışın tahliye edilmesinde uzunlamasına havzalara nazaran daha elverişlidir (Hema ve Govindaiah, 2012; Singh ve Singh, 1997). Uzunlamasına bir şekli olan havzada, suyun havzanın yukarı bölümünden havza çıkışına varması için, gerekli süre daha fazladır. Daha yuvarlak bir havzada ise, boşalım aşağı, orta ve yukarı kesimler için daha az zamanda olacağından bu süre daha kısadır (Erkal ve Taş, 2020). Uzama oranı değerleri Esmahanım Deresi Havzası'nı oluşturan alt havzalar için 0,36-0,80 arasında değişmektedir. En büyük uzama oranı değeri 4 numaralı havzada, en küçük değer ise 10 numaralı havzada ölçülmüştür (Tablo 4). Yüksek uzama oranı değerleri, aynı zamanda yüksek sızma kapasitesi ve düşük yüzeysel akışı gösterirken, daha düşük Re değerleri yüksek erozyon duyarlılığı ve yüksek sediman taşınımı olan havzaları tanımlar (Rai vd., 2017; Reddy vd., 2004). Bu açıdan 10 numaralı havzada erozyon ve taşkın duyarlılığı daha yüksektir.

Dairesellik oranı (Rc)

Rc, akarsu uzunluğu ve sıklığından, jeolojik yapıdan, arazi kullanımı ve örtüsünden, iklimden, havza rölyefi ve eğiminden etkilenir (Hema ve Govindaiah, 2012). Bu değer maksimum olarak 4.havzada 0,48, minimum olarak 1.ve 10. havzalarda 0,21 olarak belirlenmiştir. Düşük Rc değeri uzunlaması, yüksek Rc değerleri dairesel havzaları karakterize etmektedir (Rai vd., 2017). 1'e yaklaşan dairesellik oranı (Rc) değerleri, havza şekillerinin dairesel olduğunu gösterir (Reddy vd., 2004). Tüm havzaların Rc değerlerinin küçük olması havzaların uzunlamasına bir forma sahip olduğunu bu indisle de doğrulamaktadır (Tablo 4).

Gravelius İndeks (Kg)

Havza çevre uzunluğunun (P), havzayla aynı alana sahip bir dairenin çevre uzunluğuna oranlanmasıyla bulunan Gravelius katsayısının küçüklüğü oranında, havza dairesel bir şekle yaklaşmaktadır (Hoşgören, 2004). Esmahanım Deresi alt havzalarında, Kg değerleri 1,16-2,18 arasında değişmektedir. İndeks değeri en düşük olan havza 1.havza iken, 10 numaralı havzada indeks değeri en yüksektir. Genel olarak havzaların Kg değerleri yüksektir. Bu durum havzaların dairesel olmaktan ziyade uzunlamasına bir form gösterdiğini kanıtlamaktadır (Tablo 4).

3.2.2. Alansal Morfometrik Özellikler

Alt havzaların alan, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, yüzeysel akış uzunluğu bu başlık altında değerlendirilmiştir.

Havza Alanı (A)

Havza alanı, debi, geçiş ve gecikme süresi üzerinde etkili olur. Diğer faktörlerin aynı olması durumunda, ana akarsuyun akım miktarı, havza büyüklüğü oranında artar. Havza büyüdükçe, düşen yağmur suyunun ana akarsuya ulaşması o oranda gecikir. Yani gecikme süresi, havzanın büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Yine, havzanın büyümesi oranında düşen yağmurun daha fazla bir kısmı tutulma (intersepsiyon), sızma (infiltrasyon) ve buharlaşma (evaporasyon) gibi nedenlerle kaybolabilir. Bu durum taşkın doruğuna olumsuz olarak yansır (Hoşgören, 2004). Daha büyük bir havza düşünüldüğünde genel yağış yoğunluğu daha az olurken, depolama kapasitesi ve taşkın konsantrasyonunun süresi artar (Verstappen, 1983). Çalışılan alt havzaların alanı, 0,60-8,32 km² arasında değişmektedir. En büyük alana sahip 1 numaralı havza iken, en küçük alanlı havza ise 10 numaralı havzadır. Buna göre 1 numaralı havzada taşkın konsantrasyonu geç, 10 numaralı havzada taşkın konsantrasyonu daha kısa sürede gerçekleşmektedir (Tablo 4).

Drenaj Yoğunluğu (Dd)

Drenaj ağı ve yoğunluğunun belirlenmesiyle, bir saha ya da havzada akarsu ağının kurulumu ve gelişmesini denetleyen faktörler ortaya konarak, topoğrafyanın derelerle parçalanma durumu aydınlatılabilir (Atalay, 2018). Drenaj yoğunluğu değeri, kumul alanları için 0, geçirgen olmayan şeylerde yüksek miktarda, yarılmanın fazla olduğu badlans topoğrafyasında ise 1.000 km/km²'den daha fazla bir değerde olabilir (Erkal ve Taş, 2020). Langbein (1947), nemli bölgelerde drenaj yoğunluğunun 0,55 ile 2,09 km/km² arasında değiştiğini ve ortalama drenaj yoğunluğunun 1,03 km/km² olduğunu önermiştir. Vadi uzunlukları dikkate alınarak belirlenen Dd değerleri 1,99-5,48 km/km² arasında değişmektedir. En büyük Dd değeri 10. havzada, en küçük Dd değeri 8 numaralı havzada ölçülmüştür. Langbein (1947) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre 1.8. ve 9. havzalar dışında diğer havzaların drenaj yoğunluğunun yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Dd değeri yüksek olan bu havzaların taşkın üretme potansiyelinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 4).

Akarsu Sıklığı (Fs)

Km²'de akarsu sayısını gösteren bu indis (Strahler, 1964; Reddy vd., 2004), genel olarak drenaj yoğunluğuna paralel bir dağılım göstermiştir. Çalışma alanında Fs değerleri 0,69-5,61 arasında değişmektedir. Maksimum Fs değeri 5. havzada, minimum Fs değeri 11.havzada ölçülmüştür. Reddy vd., (2004), akarsu sıklığı düşük olan havzaların yüksek geçirimli jeolojiye ve düşük rölyefe, yüksek sıklığa sahip havzaların ise düşük geçirimsizliğe, seyrek bitki örtüsüne ve yüksek rölyefe sahip olduğunu belirtmektedir. Akarsu sıklığı ve drenaj yoğunluğu ne kadar düşüğe, yüzeysel akış o kadar yavaş olur (Taha vd., 2017). Bu durumda havza taşkına karşı daha az duyarlı olur (Carlston, 1963; Obeidat vd., 2021). Fs parametresi açısından taşkın tehlikesi 5. havzada yüksek iken, 11. havzada düşüktür (Tablo 4).

Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lg)

Lg'nin düşük değeri, yüksek rölyef, kısa akış yolları, daha fazla yüzeysel akış ve daha az sızma anlamına gelir ve bu da ani taşkınlara karşı sahayı daha savunmasız hale getirir. Yüksek Lg değeri, düşük eğimler ve uzun akış yolları, daha fazla sızma ve daha az akış anlamına gelir (Chandrashekar vd., 2015; Rai vd., 2017; Sukristiyanti vd., 2018; Vinutha ve Janardhana, 2014). Yüzeysel akış uzunluğu, alt havzalarda 0,09-0,25 arasında değişmektedir. Bu parametre için maksimum değer 8. havzada, minimum değer ise 10. havzada ölçülmüştür. Yüzeysel akış uzunluğu açısından taşkın tehlikesi 8. havzada minimum, 10. havzada maksimumdur (Tablo 4).

3.2.3. Relief Morfometrik Özellikler

Havzaların 3.boyut özellikleri olan relief morfometrisi kapsamında; rölyef oranı, havza reliefi, hipsometrik integral, hipsometrik eğri, yarıma derecesi (dissection indeks), gradyan oranı, Melton engebelilik indeksi, eğim, ortalama eğim, engebelilik değeri ve akım toplanma zamanı özellikleri değerlendirilmiştir.

Rölyef Oranı (Rh)

Bir drenaj havzasının hidrolojik özelliği ile rölyef oranı arasında bir ilişki vardır. Rh normalde, belirli bir drenaj havzasının drenaj alanı ve alt havzalarının boyutu azaldıkça artar (Gottschalk, 1964; Schumm, 1956). Rh'nin yüksek değerleri, dik eğimi ve yüksek rölyefi, daha düşük değerleri ise küçük sırtları ve daha düşük eğimli tepelikleri gösterir (GSI, 1991; akt. Hema ve Govindaiah, 2012). Rölyef oranında belirli bir ölçek yoktur. Rölyef oranı, erozyon duyarlılığı ile yüksek oranda ilişkili olup, yüksek değeri, havzanın toprak erozyonuna eğilimli olduğunu gösterir (Aravinda ve Balakrishna, 2013; Dubey vd., 2015; Tribhuvan ve Sonar, 2016; Tufa ve Feyissa, 2018). Rh değeri alt havzalar için 0.07-0.24 arasında değişmektedir. Rölyef oranı en düşük olan 1.havzada taşkın tehlikesi, bu değer en yüksek olduğu 5.havzaya göre daha düşüktür (Tablo 4).

Havza Reliefi (Bh)

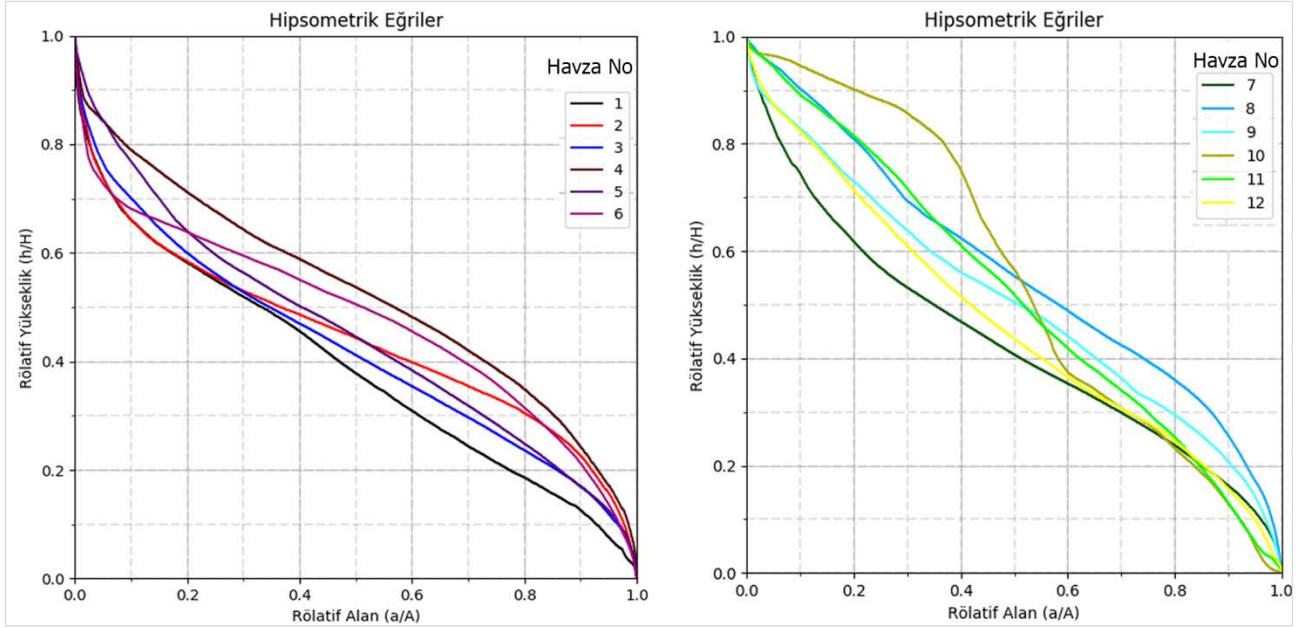
Minimum ve maksimum yükselti farkı ile havza reliefi bulunur. Havza reliefi, drenaj gelişimi, yüzeysel ve yüzey altı su akışı, geçirgenlik ve erozyon özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır (Reddy vd., 2004). Alt havzalarda, havza reliefi değerleri 432-829 m arasında değişmektedir. 2 numaralı havzada, havza reliefi değeri en düşük, 6 numaralı havzada bu değer en yüksektir. Havza reliefi değerinin yüksek olması, havzada yükselti değişiminin ani olduğunu gösterir (Üzülmez, 2019). Havza reliefi yüksek olan havzalarda taşkın tehlikesi daha yüksektir. Bu açıdan 5, 6 ve 7 numaralı havzalarda tehlike daha yüksek olmaktadır. Havza reliefi parametresi alt havzaların bu açıdan yüksek riske sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 4).

Hipsometrik İntegral (Hi)

Havzaların minimum, ortalama ve maksimum yükselti değerlerinden formül doğrultusunda Hi elde edilmiştir. Hi'nin yüksek değeri genç havzaları, küçük değeri yaşlı havzaları gösterir (Keller ve Pinter, 2002; Strahler, 1952). Alt havzalarda Hi değerleri 0.40-0.56 arasında değişmektedir. Hi değeri en küçük olan havza 0.40 ile 1 numaralı havza iken, en büyük Hi değeri 0.56 ile 8 numaralı havzada ölçülmüştür. 4, 8, 10 ve 11 numaralı havzalarda Hi değeri 0,50'den büyüktür. Bu değerlere göre alt havzalardan doğu ve güneydoğuda yer alanlar, diğer havzalara nispeten genç özellik göstermektedir (Tablo 4). Bu nedenle bu havzalar taşkın açısından yüksek tehlike kategorisindedir. Bu parametre açısından düşük Hi değeri nedeniyle, 1 numaralı havzada tehlike düşüktür.

Hipsometrik Eğri (Hc)

Hipsometrik eğri, drenaj havzalarında yükseltinin alansal dağılımını gösteren bir indistir (Strahler, 1952). Hipsografik eğriler, çalışılan sahada tektonik yükselmenin varlığı hakkında da fikir verebilir (Erginal ve Cürebal, 2007). Alt havzalara ait hipsometrik eğriler, CalHypso (Pérez-Peña vd., 2009) eklentisi kullanılarak otomatik olarak oluşturulmuştur. Buna göre 1., 2., 3., 5., 6. ve 7. havzaların eğrisi karmaşık, diğer havzaların eğrisi ise dışbükey görünümündedir (Şekil 9).



Şekil 9. Alt havzalara ait hipsometrik eğriler

Dışbükey görünüme sahip eğrilerin bulunduğu 4. 8. 9. 10. 11. ve 12. havzalarda, genç topoğrafyaya bağlı olarak erozyon yüksek, yüzeysel akış fazla ve dolayısıyla taşkın tehlikesi diğer havzalara kıyasla daha yüksektir.

Yarılma Derecesi İndeksi (Dis-Dissection Index)

Yarılma derecesini gösteren bu indeksin minimum değeri 0, maksimum değeri 1'dir. Bu indekste düşük değer, düz ve daha az eğimli arazilere, yüksek değer ise eğim kırıklıklarına (yar) veya dik yamaçlara karşılık gelmektedir (Pareta ve Pareta, 2012). Alt havzalarda yarılma derecesi indeksi sonuçları 0,49-0,92 arasında değişir. 4 numaralı havzada yarılma derecesi düşük, 11 numaralı havzada yarılma derecesi yüksektir. Havzalar göreceli olarak karşılaştırıldığında 1, 7, 9, 10, 11 ve 12 numaralı havzaların Di değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Yarılma derecesinin yüksek olması bu havzalarda erozyonun da yüksek olduğunu gösterir. Bu durum taşkın oluşumunu kolaylaştırıcı ve taşkın etkisini artırıcı yönde bir rol oynamaktadır (Tablo 4).

Gradyan Oranı (Rg)

Rg, yüzeysel akış hacminin hesaplanmasını kolaylaştıran kanal eğiminin bir parametresidir (Rai vd., 2018; Sreedevi vd., 2005). Alt havzaların gradyan oranı değerleri 0,07 ile 0,24 arasında değişmektedir. En düşük gradyan oranı değeri 1 numaralı havzada, en yüksek gradyan oranı değeri 5. ve 12. havzalarda ölçülmüştür. Rai vd., (2018), değerlerin yüksek olması ile arazinin dağlık olması arasında bir ilişki kurmuştur. Bu parametreye göre 5. ve 12. havzalar diğerlerine nazaran daha dağlık bir özellik göstermektedir. Bu nedenle bu havzalarda erozyon ve buna bağlı olarak taşkın tehlikesi yüksektir (Tablo 4).

Melton Engebelilik İndeksi (Mrn)

Melton (1965) tarafından geliştirilen bu indekse göre; çok engebeli bir alanda, birinci dereceden bir havza için Mrn değeri 2,0 veya 3,0 olabilirken, üçüncü veya dördüncü dereceden havzalar için Mrn değerinin 1,0'ı aşması nadirdir (Melton, 1965). Mrn için düşük değerler, ana akarsuyun fazla moloz taşımadığı, normal bir akışı göstermektedir (Soni, 2017). Mrn değerleri alt havzalarda 0,17-0,70 arasında değişmektedir. En düşük değer 1. havzada, en yüksek değer ise 10. havzada ölçülmüştür. Bu indis açısından 10 numaralı havza diğerlerine göre daha engebeli bir yapıya sahip olup, taşkın tehlikesi yüksektir (Tablo 4).

Eğim (S)

Eğim ve relief, havzaların 3.grup morfolojik özelliklerindedir (Speight, 1980; Verstappen, 1983). Eğim, taşkın ve heyelan oluşumunda oldukça etkilidir (Altıparmak ve Türkoğlu, 2018). Dik eğimli sahalarda yüzeysel akış fazla iken infiltrasyon düşüktür. Eğim değerlerinin yüksek olması durumunda sediman üretimi de fazla olmaktadır (Verstappen, 1983). Kirkby ve Chorley (1967), “maksimum yüzeysel akışın meydana gelebileceği dört bölge birinin şevlerin dipleri ya da eğim profili konkav olan yamaçlar, çukurluklar ve az geçirgen topraklar olduğunu bildirmiştir” (Anderson ve Burt, 1978). Havzada taşkın oluşumu üzerinde sediman taşınımının yüksek olması da etkili olmuştur. Dere yatağına taşınan malzeme taşıma kapasitesini düşürmüş, buna bağlı olarak taşkın olayı yaşanmıştır. Esmahanım köyünde düşük menfezler tıkanmış, bunun sonucunda dere yatağına yakın meskenler su baskınından etkilenmiştir. Tüm havzaların eğim derecesi yönünden ortak özelliği, eğim değerlerinin yüksek olmasıdır. Maksimum eğim değerleri 7. (55°) ve 8. havzalarda (50°) ölçülmüştür (Tablo 4). Özellikle yukarı havzalarda ölçülen maksimum eğimler sel karakterli akımların fazla olduğunu göstermektedir.

Ortalama Eğim

Wentworth (1930)'a göre, bir nehir havzasında erozyon, ortalama eğimden hesaplanabilir. Diğer her şey sabit tutulursa, eğim değerinin artması daha fazla erozyondur (Rai vd., 2018). Tüm havzaların ortalama eğim değerleri oldukça yüksektir. Bu durum yüzeysel akışa geçecek su miktarını ve hızını artırdığından, taşkın üzerinde kolaylaştırıcı rol oynamaktadır. Yamaç eğim açısının yüksek olması, kütle hareketlerine neden olduğundan taşkın oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Ortalama eğim değerlerinin en yüksek olduğu 4. ve 5. havzalarda tehlikenin yüksek olduğu söylenebilir (Tablo 4).

Engbelilik Değeri (Rn)

Diğer bir relief morfolojisi parametresi de engbelilik derecesidir. Rn, lokal relief ve drenaj yoğunluğundan üretilir. Rn, dolaylı olarak eğimin dikliğini gösterir. Drenaj yoğunluğu artarsa ve lokal rölyef değeri sabit kalırsa, eğim dikliği de artacaktır. Lokal relief artar ve Dd değeri sabit kalırsa, eğimler daha dik ve daha uzun olacaktır. Yüksek rölyef ve drenaj yoğunluğu ile engbelilik değeri yüksek olur (Verstappen, 1983). Rn değerleri yüksek olan havzalar erozyona karşı oldukça duyarlıdır (Reddy vd., 2004). Havzaların Rn değerleri 1.05-3.02 arasında değişmektedir. En düşük değer 1.havzada, en yüksek değer 10.havzada ölçülmüştür. Tüm havzalarda Rn değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum havzalarda erozyonun yüksek olduğunu kanıtlamaktadır (Tablo 4).

Akım toplanma zamanı (Tc)

Suyun havzanın en uzak noktasından havzanın çıkış noktasına ulaşması için geçen süreye akım toplanma zamanı denir (Verstappen, 1983). Alt havzalar için akım toplanma zamanının hesaplanmasında Kirpich (1940), tarafından önerilen formül kullanılmıştır. Buna göre alt havzalarda akım toplanma süresi 7-125 dakika arasında değişmektedir. 1 numaralı havzada suyun yukarı bölümden aşağı bölüme ulaşması için geçmesi gereken süresi en uzun olup, 125 dakikadır. 4. ve 7.havzalarda bu süre en kısa olup, 7 dakikadır. Havzalarda genelde Tc süreleri kısa olup, suyun menbada mansaba çabuk ulaştığını göstermektedir (Tablo 4). Tc süresinin kısa olması, eğimin fazla olması ile doğrudan ilişkilidir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada 18 Temmuz 2019 tarihinde Düzce-Akçakoca ilçesi Esmahanım köyünde meydana gelen ve 7 kişinin ölümüne neden olan taşkın olayı meteorolojik veriler ve havza morfolojik özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Taşkın olayının afete dönüşmesinde, temmuz ayı yağışının yarıdan fazlasının 24 saat içerisinde düşmesinin etkisi büyük olmuştur. Taşkın yol açan durumlardan biri de yağıştan önce toprak nemliliğinin yüksek olmasıdır. Havza morfolojik özellikleri açısından yapılacak değerlendirmede; şekil

özellikleri havzaların uzunlamasına forma sahip oldukları görülmektedir. Langbein (1947) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre 1., 8. ve 9. havzalar dışında diğer havzaların Dd değerleri yüksektir. Havzalar için genel olarak akarsu sıklığı değerlerinin de yüksek olduğu söylenebilir. Analiz sonuçlarına göre özellikle ana havzanın kaynak bölümlerindeki alt havzalarda eğim, yükselti ve engebe fazladır. Havzaların büyük bir kısmında ortalama eğim değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Havzalarda engebelenin artması hem yüzeysel akış miktarını hem de yüzeysel akış hızını artırmış, infiltrasyonu ise azaltmıştır. Bu durum, yüzeyde akışa geçecek su miktarının fazlalaşmasına sebep olmuştur. 4., 8., 9., 10., 11. ve 12. havzalarda Hi değeri yüksek olup, Hc profili dışbükeydir. Bu sonuç, bu havzaların diğer havzalara göre daha genç ve erozyonun şiddetli olduğunu, sediman taşınımının yüksek olduğunu göstermektedir. 1., 7., 9., 10., 11. ve 12 numaralı havzalarda yarılanma derecesi indeksi değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum havza içerisinde erozif faaliyetlerin ve sediman taşınımının yüksek olduğunu gösteren başka bir sonuçtur. Yarılanmanın yüksek olması taşkın üzerinde, tehlikeyi artırıcı bir rol oynamaktadır. Alt havzalarda havza reliefi değerleri 432-829 arasında değişmektedir. Bu değerlere kısa mesafelerde erişilmesi taşkın duyarlılığını artırıcı bir özelliktir. Esmahanım Deresi Havzası'nda taşkınların afet boyutunda sonuçlara yol açmasında havzada meydana gelen kütle hareketlerinin de büyük etkisi olmuştur. Arazi çalışmalarında da özellikle Esmahanım ve çevresinde meydana gelmiş çok sayıda heyelan görüntülenmiştir. Heyelan kütleleri, dere yataklarına taşındığından, su taşıma kapasitesi azalmış, yan kollardan ana akarsuya ulaşan suyun taşınmasına sebep olmuştur. Afet boyutunda taşkınların görüldüğü çalışma alanında havza morfometrik özelliklerinin planlama çalışmalarında göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Çalışma alanında; drenaj yoğunluğunun yüksek olması, suyun kısa sürede toplanacağını, havza relief morfometrik özellikleri de erozyonun yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle;

1. Mikro havza bazında erozyonu önleyici çalışmalar yapılmalıdır.
2. Bu çalışmaların başında doğal bitki örtüsünün korunması ve güçlendirilmesi gerekmektedir.
3. Havzada yoğun olarak yaşanan heyelanlara karşı da önlemler alınmalıdır.
4. Fındık ve alternatif ürün tarımı için orman alanları tahrip edilmemeli ve tarım alanlarına dönüştürülmemelidir.
5. Havzalarda orman örtüsünün güçlendirilmesiyle yüzeysel akışa geçecek suyun, ana kola ulaşma süresi uzayacak ve su kütlelerinin birden yükselmesi engellenecektir.
6. Özellikle Esmahanım ve Uğurlu köyünde dere yatağına yakın olan konutlar büyük zarar görmüştür. Bu nedenle yer seçiminde taşkın olasılığı dikkate alınmalıdır.
7. Taşkın ıslahı, taşkın zararlarına yol açacak şekilde yapılmamalıdır.

Kaynaklar

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), (2020), Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Ahmad, W., Nasir, M. J. ve Iqbal, J. (2020). Flash flood susceptibility modeling for drainage basins of Dir Lower Khyber-Pakhtunkhwa: A comparative analysis of morphometric ranking and El-Shamy's approach. *Proc. SPIE 11528, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XXII*, 115280E. <https://doi.org/10.1117/12.2573062>
- Ali, Sk. A., Parvin, F., Pham, Q. B., Vojtek, M., Vojteková, J., Costache, R., Linh, N.T. T., Nguyen, H.Q., Ahmed, A. ve Ghorbani, M. A. (2020). GIS-based comparative assessment of flood susceptibility mapping using hybrid multi-criteria decision-making approach, naïve Bayes tree, bivariate statistics and logistic regression: A case of Topľa basin, Slovakia. *Ecological Indicators*, 117, 106620.
- Altıparmak, S. ve Türkoğlu, N. (2018). Yakacık Çayı Havzası'nın (Hatay) Morfometrik Analizi, *DTCF Dergisi* 58 (1), 353-374.

- Altun, İ. E. ve Aksay, A. (2002). 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Ereğli F26 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Anderson, M. G. ve Burt, T. P. (1978). The role of topography in controlling throughflow generation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 3(4), 331-344.
- Apaydın, A. (2021). 22 Ağustos 2020 Tarihli Taşkına Neden Olan Dereli Deresi (Giresun) Havza Analizleri, Taşkın Nedenleri ve Sonuçları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 392-425, Doi: 10.31466/kfbd.908878
- Aravinda, P. T. ve Balakrishna, H. B. (2013). Morphometric analysis of Vrishabhavathi watershed using remote sensing and GIS. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(8), 514-522.
- Ardel, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Ede. Fak. Coğ. Enst. Yayınları.
- Atalay, İ. (2018). *Uygulamalı Hidroğrafya*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2015). Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *Coğrafya Dergisi*, (30), 91-119.
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2018). Bulancak'ta (Giresun) Sel ve Taşkın Olaylarına Neden Olan Pazarsuyu, İncüvez, Kara ve Bulancak Derelerinin Morfometrik Analizleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 28 (2), 15-41 . Doi: 10.18069/firatsbed.460907
- Baduna Koçyiğit, M. ve Akay, H. (2018). Morfometrik parametreler yardımıyla havzada muhtemel taşkın riskinin tahmin edilmesi: Akçay Havzası örneği. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33 (4), 1321-1332 . Doi: 10.17341/gazimmfd.416429
- Bayazıt, M. (1979). *Hidroloji*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Bishop, V. ve Prosser, R. (2001). *Water resources: Process and management*. London: Collins Educational.
- Bogolomov, L. A. (1963). Topograficeskoe deshifrirovaniije prirodnogo landsafta na aero-nimkov, *Gosgeol-tekhizdat, JPRS*, 17-771.
- Bryndal, T., Franczak, P., Krocak, R., Cabaj, W. ve Kolodziej, A. (2017). The impact of extreme rainfall and flash floods on the flood risk management process and geomorphological changes in small Carpathian catchments: A case study of the Kasiniczanka river (Outer Carpathians, Poland). *Natural Hazards*, 88(1), 95-120.
- Carlston, C. W. (1963). *Drainage density and streamflow*. United States Department of the Interior, Geological Survey Professional Paper No:422-C
- Chandrashekar, H., Lokesh, K. V., Sameena, M., Roopa, J. ve Ranganna, G. (2015). GIS-based morphometric analysis of two reservoir catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. *Aquatic Procedia, Proc. Int. Conf. On Water Resources, Coastal and Ocean Engineering (Mangalore) vol 4 ed G S Dwarakish (Elsevier Procedia)*, 1345-1353.
- Costa, J. E. (1987). Hydraulics and basin morphometry of the largest flash floods in the conterminous United States. *Journal of hydrology*, 93(3-4), 313-338.
- Dubey, S. K., Sharma, D. ve Mundetia, N. (2015). Morphometric Analysis of the Banas River Basin Using the Geographical Information System, Rajasthan, India. *Hydrology*, 3(5), 47-54.
- Düzce AFAD İl Müdürlüğü (2019). Esmahanım Taşkınına ait fotoğraflar ve istatistiki veriler, Düzce AFAD İl Müdürlüğü, Düzce.
- Ege, İ. ve Avsever, D. (2022). Sille Çayı Havzası'nın (Konya) Morfometrik Özelliklerinin CBS İle Belirlenmesi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi*, 6(2), 40-63.
- Elbaşı, E. ve Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. *Coğrafya Dergisi*, (36), 63-84 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/37715/418790>
- Erginal, A. E. ve Cürebal, İ. (2007). Soldere Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler İle Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 203-210 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61793/924141>
- Erkal, T. ve Taş, B. (2020). *Jeomorfoloji ve İnsan Uygulamalı Jeomorfoloji* (2.Baskı). İstanbul: Yeditepe Yayınevi.
- Erol Görür, A. ve Karadeniz, C. (2018). Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 447-454. Doi: 10.18182/tjf.476776

- Erten, A. ve Gürbüz, A. (2018). Dalaman Çayı Drenaj Havzası'nın Morfometrik İndisler Kullanarak Hidrolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, VII. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 18-21 Eylül 2018, Eskişehir Teknik Üniversitesi, 905-910.
- Esen, F. (2022). Ayancık Çayı Havzası'nda (Sinop) meydana gelen taşkın olaylarının havza morfometrisi açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Geography and Geography Education*, 47, 233-257 . Doi: 10.32003/igge.1126933
- ESRI (2022). Environmental Systems Research Institute
- Gedik, İ. ve Aksay, A. (2002). 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Adapazarı G25 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- Gopinath, G., Nair, A. G., Ambili, G. K. ve Swetha, T. V. (2016). Watershed prioritization based on morphometric analysis coupled with multi criteria decision making. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(2), Article Number:129.
- Gottschalk, L. C. (1964). Reservoir Sedimentation. In *Handbook of Applied Hydrogeology*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Gravelius, H. (1914). Grundrifi der Gesamten Gewässerkunde. Band I: Flufikunde. Compendium of Hydrology, vol. I. Rivers. *German. Goschen, Berlin*.
- GSI. (1991). *Geological and Mineralogical Map of Karnataka & Goa*. India: Geological Survey of India.
- Harita Genel Komutanlığı (HGK), (2001), 1/25.000 Ölçekli Topoğrafya Haritaları F25 c3, F26 d4, G25 b2 ve G26a1 Paftaları, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- Hema, H. C. ve Govindaiah, S. (2012). Morphometric analysis using remote sensing and GIS techniques in the subwatersheds of Kanakapura watershed, Arkavathi river basin, Ramanagar district, Karnataka, India. *Environ Geochem*, 15(2), 47-56.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Eos, transactions american geophysical union*, 13(1), 350-361.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America bulletin*, 56(3), 275-370.
- Hoşgören. M. Y., (2004). *Hidroğrafyanın Ana Çizgileri-1*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Işık, F., Bahadır, M. ve Çağlak, S. (2018). Artvin İlinde Yağışın Mekânsal Dağılışı Üzerine Bir Deneme, Schreiber Formülü, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, 18-20 Ekim 2018, Artvin.
- İmamoğlu, A. (2020). Alaca Çayı Havzası Erozyon Durumunun Morfometrik Ölçümler ile İlişkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 18 , 868-878 . DOI: 10.31590/ejosat.710987
- İnandık, H. (1955). Adapazarı Bölgesinin iklimi ve bitki örtüsü. *Türk Coğrafya Dergisi*, (13-14), 125-140.
- Keller, E. A. ve Pinter, N. (2002). *Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape*. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Kirkby, M. J. ve Chorley, R. J. (1967). Throughflow, overland flow and erosion. *Hydrological Sciences Journal*, 12(3), 5-21.
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil engineering*, 10(6), 362.
- Kütükçü, A., Kaya, Ş., Kabdaşlı, S. ve Gazioğlu, C. (2015). Nehir Havzalarının Morfolojik Karakteristiklerinin CBS Destekli Nümerik Modeller Kullanılarak Analizi, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII Sempozyumu*, 177-182, 21-23 Mayıs Konya.
- Langbein, W. B. (1947). *Topographic characteristics of drainage basins*. United States Department of Interior, USGS Water Supply Paper, 947-C. 157 p
- Melton, M. A. (1957). *An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology*. Columbia Univ, Department of Geology, Technical Report, No: ONR-11, New York.
- Melton, M. A. (1965). The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona. *The Journal of geology*, 73(1), 1-38.
- Mesa, L. M. (2006). Morphometric analysis of a subtropical Andean basin (Tucuman, Argentina). *Environmental Geology*, 50, 1235-1242.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2020), Düzce ve Akçakoca Sıcaklık ve Yağış Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara
- Mirzaei, S., Vafakhah, M., Pradhan, B. ve Alavi, S. J. (2021). Flood susceptibility assessment using extreme gradient boosting (EGB), Iran. *Earth Science Informatics*, 14, 51-67.
- MTA Genel Müdürlüğü (MTA), (2002), 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Zonguldak Paftası, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

- Obeidat, M., Awawdeh, M. ve Al-Hantouli, F. (2021). Morphometric analysis and prioritisation of watersheds for flood risk management in Wadi Easal Basin (WEB), Jordan, using geospatial technologies. *Journal of Flood Risk Management*, 14(2), e12711.
- Pangali Sharma, T. P., Zhang, J., Khanal, N. R., Prodhon, F. A., Nanzad, L., Zhang, D. ve Nepal, P. (2021). A Geomorphic Approach for Identifying Flash Flood Potential Areas in the East Rapti River Basin of Nepal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(4), 247.
- Pareta, K. ve Pareta, U. (2012). Quantitative geomorphological analysis of a watershed of Ravi River Basin, HP India. *Int J Remote Sens GIS*, 1(1), 47-62.
- Patton, P. C. ve Baker, V. R. (1976). Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. *Water resources research*, 12(5), 941-952.
- Pehlivan, Ş., Bilginer, E. ve Aksay, A. (2002). 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Adapazarı G26 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- Pekcan, N. (2000). Düzce-Akçakoca Bölgesinin Jeomorfolojisi. *Filiz Kitabevi, İstanbul*.
- Pérez-Peña, J. V., Azañón, J. M. ve Azor, A. (2009). CalHypso: An ArcGIS extension to calculate hypsometric curves and their statistical moments. Applications to drainage basin analysis in SE Spain. *Computers & Geosciences*, 35(6), 1214-1223.
- Rai, P. K., Mishra, V. N. ve Mohan, K. (2017). A study of morphometric evaluation of the Son basin, India using geospatial approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 7, 9-20.
- Rai, P. K., Chandel, R. S., Mishra, V. N. ve Singh, P. (2018). Hydrological inferences through morphometric analysis of lower Kosi river basin of India for water resource management based on remote sensing data. *Applied Water Science*, 8, Article number:15.
- Reddy, G. P. O., Maji, A. K. ve Gajbhiye, K. S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in a basaltic terrain, Central India—a remote sensing and GIS approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6(1), 1-16.
- Sarma, P. K., Sarmah, K., Chetri, P. K. ve Sarkar, A. (2013). Geospatial study on morphometric characterization of Umtrew River basin of Meghalaya, India. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 5(8), 489-498.
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological society of America bulletin*, 67(5), 597-646.
- Shrivatra, J. R., Manjare, B. S. ve Paunekar, S. K. (2021). A GIS-based assessment in drainage morphometry of WRJ-1 watershed in hard rock terrain of Narkhed Taluka, Maharashtra, Central India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22.
- Singh, S. (1998). *Physical Geography*. Allahabad, India: Prayag Pustak Bhawan.
- Singh, Sarvesh. ve Singh, M. B. (1997). Morphometric analysis of Kanhar river basin. *National geographical Journal of india*, 43(1), 31-43.
- Singh, S. ve Dubey, A. (1994). *Geoenvironmental planning of watersheds in India*. Allahabad: Chugh Publications.
- Soni, S. (2017). Assessment of morphometric characteristics of Chakrar watershed in Madhya Pradesh India using geospatial technique, *Appl Water Sci*, 7, 2089–2102 Doi. 10.1007/s13201-016-0395-2
- Speight, J. G. (1980). The role of topography in controlling throughflow generation: A discussion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 5(2), 187-191.
- Sreedevi, P. D., Subrahmanyam, K. ve Ahmed, S. (2005). Integrated approach for delineating potential zones to explore for groundwater in the Pageru River basin, Cuddapah District, Andhra Pradesh, India. *Hydrogeology Journal*, 13, 534-543.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological society of America bulletin*, 63(11), 1117-1142.
- Strahler, A. N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel net work. In: Chow, V., Ed., *Handbook of Applied Hidrology*, McGraw Hill Newyork, 4-76.
- Sukristiyanti, S., Maria, R. ve Lestiana, H. (2018). Watershed-based Morphometric Analysis: A Review. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, (118).
- Taha, M. M., Elbarbary, S. M., Naguib, D. M. ve El-Shamy, I. Z. (2017). Flash flood hazard zonation based on basin morphometry using remote sensing and GIS techniques: A case study of Wadi Qena basin, Eastern Desert, Egypt. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8, 157-167.
- Timur, E. ve Aksay, A., (2002). 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları Ereğli F-24-F25 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

- Tribhuvan, P. R. ve Sonar, M. (2016). Morphometric analysis of a Phulambri river drainage basin (Gp8 Watershed), Aurangabad district (Maharashtra) using geographical information system. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 5(6), 1813-1828.
- Tufa, F. G. ve Feyissa, T. A. (2018). Morphometric Analysis of Kito and Awetu Sub Basins Jimma, Ethiopia, *American Journal of Water Science and Engineering*, 4(3), 80-90.
- Turoğlu, H. (1997). İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım. *Türk coğrafya Dergisi*, 32, 355-364.
- Turoğlu, H. (2007). Flood and flash floods analysis for Bartın River Basin. *International River Basin Management Congress, Proceeding*, 1-14.
- URL-1, EM-DAT Public (<https://public.emdat.be/mapping>). Erişim tarihi 15/05/2021
- URL-2, MGM (https://mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2019Meteorolojik_AfetlerDegerlendirmesi.pdf) Erişim Tarihi 20/05/2021
- URL-3, <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea66e/ch08.htm>) Erişim Tarihi 25/02/2021
- Uzun, A. (2007). Doğu Karadeniz kıyı kuşağında coğrafi yapı ve sel ilişkisi. *5-7 Aralık 2007 TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde, 387-393.
- Üzülmez, M. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Morfometrik Analize Bir Örnek: Suat Uğurlu Baraj Gölü Çevresi. *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (ASOBİD)*. 6, 225-253.
- Verstappen, H. T. (1983). *Applied geomorphology: Geomorphological surveys for environmental development*. Amsterdam: Elsevier.
- Vinutha, D. N. ve Janardhana, M. R. (2014). Morphometry of The Payaswini Watershed, Coorg District, Karnataka, India, Using Remote Sensing and GIS techniques. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(5), 516-524.
- Wentworth, C. K. (1930). A simplified method of determining the average slope of land surfaces. *American journal of science*, 5-20(117), 184-194.

Antalya Bazı Kent Parklarındaki Odunsu Bitki Taksonlarının Ekolojik Tolerans Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi

Selma Kösa^{1,*}

¹Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 20.09.2022

Kabul: 24.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Küresel iklim değişikliğinin gün geçtikçe dünyayı daha fazla etkisi altına alması ve su varlığının azalması, özellikle kentsel alanlarda yapılan peyzaj düzenleme çalışmalarında ekolojik tasarım yaklaşımlarının benimsenmesini ve sürdürülebilir bitkisel tasarımlar için bitki seçimlerinde bitki türlerinin ekolojik tolerans durumlarının dikkate alınmasını ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışmada, Antalya kent merkezinde bulunan Karaalioğlu Parkı, Akdeniz Kent Parkı ve Expo 2016 Antalya Parkı'nda kullanılan odunsu peyzaj bitkileri belirlenerek bitkilerin ekolojik tolerans (hava kirliliği, don, kuraklık, tuz, ısı ve rüzgâr) durumları ile ışık istekleri ve su tüketimleri değerlendirilmiştir. İncelenen bu parklarda toplam 49 familyaya ait 112 odunsu bitki taksonunun kullanıldığı ve bunlardan 57'inin ağaç, 50'sinin çalı ve 5'inin ise sarılıcı bitki olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamındaki parkların tümünde tespit edilen bitki taksonları değerlendirildiğinde, bitki taksonlarının %84,82'sinin hava kirliliğine, %58,04'ünün dona, %75,00'inin kuraklığa, %41,07'sinin tuza, %70,54'ünün rüzgâra ve %75,00'sinin de ısıya yüksek tolerans gösterdiği belirlenmiştir. Parklarda tespit edilen odunsu taksonların büyük çoğunluğunun ışık isteğinin Güneş/Yarı Gölge ve su tüketiminin ise Orta grubunda olduğu saptanmıştır. Parkların özelliklerine ve buldukları konumlara göre bitki seçiminde su tüketimleri düşük, çoğu ekolojik tolerans kriterine göre toleransları yüksek taksonların seçimine dikkat edilerek tasarımların yapıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Kent parkı, odunsu bitki taksonu, ekolojik tolerans, Antalya

Evaluation of Woody Plant Taxa in Some Urban Parks of Antalya in Terms of Ecological Tolerance Criteria

¹ Akdeniz University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Antalya, Türkiye

Article History

Received: 20.09.2022

Accepted: 24.03.2023

Published: 15.04.2023

Research Article

Abstract – The fact that global climate change affects the world more and more and the decrease in water availability brings to the fore the adoption of ecological design approaches, especially in landscaping studies in urban areas, and taking into account the ecological tolerance status of plant species in plant selection for sustainable planting designs. In this study, the woody landscape plants used in Karaalioğlu Park, Akdeniz City Park and Expo 2016 Antalya Park in the city center of Antalya were determined and ecological tolerance (air pollution, frost, drought, salt, heat, and wind) status of the plants, light demands and water consumption were determined. It was determined that 112 woody plant taxa belonging to 49 families were used in these parks, 57 of which were trees, 50 of which were shrubs and 5 of which were climbing plants. It was determined that the majority of taxa were in the Sun/Semi-Shade group and their water consumption was in the Medium group. It was determined that the designs were conducted by considering the selection of taxa with low water consumption and high tolerance according to most ecological tolerance criteria in the selection of plants according to the characteristics of the parks and their locations.

Keywords – City Park, woody plant taxon, ecological tolerance, Antalya

¹  selmakosa@akdeniz.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Dünya’da kentlerin sürdürülebilirliğini ve yaşanabilirliğini desteklemek için kentsel yeşillendirme çalışmalarına giderek daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır (Wolch vd., 2014; Tabassum vd., 2020). Kentsel yeşil alanların sürdürülebilirliğinin sağlanmasında ise peyzaj tasarımlarında, bölgenin ekolojik koşullara en uygun bitki türlerinin seçilmesi ve küresel iklim değişikliği etkilerinin de bu kapsamda değerlendirilmesi önemlidir. Jin vd. (2021), kentsel ısı adası etkisi ve hava kirliliği gibi insan sağlığını tehdit eden kentsel çevre sorunlarının, küresel iklim değişikliği ile daha da kötüleşeceğini (Silva vd., 2013; Manoli vd., 2019) bildirmektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin bitki kaynakları, genetik çeşitlilik ve dünya gıda güvenliği üzerindeki sonuçlarıyla ilgili endişeler nedeniyle çevresel stresler bir tartışma konusu haline gelmiştir (Raza vd., 2020). Sıcaklık, kuraklık, soğuk ve tuzluluk şiddetli hücrel hasara neden olan başlıca abiyotik streslerdir (Bita ve Gerats, 2013). Raza vd.(2020), kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık ve yüksek CO₂ seviyeleri gibi çevresel streslerin bitki gelişimini etkilediğini belirtmektedirler. Küresel ısınmanın, yüksek sıcaklıkların bitki gelişimi üzerindeki zararlı etkisinden dolayı bitki büyümesi üzerinde genel bir olumsuz etkisi olduğu tahmin edilmekte ve abiyotik streslerin genellikle ya bireysel olarak ya da kombinasyon halinde, bitki büyümesini, üretimini ve nihayetinde verimini olumsuz etkileyen morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişikliklere neden olduğu bildirilmektedir (Bita ve Gerats, 2013). Peyzaj bitkilerinin bu çevresel streslerden en az etkilenmeleri ve peyzaj tasarımlarında beklenen maksimum performansı gösterebilmeleri için, hava kirliliği, don, kuraklık, tuz, ısı, ve rüzgâr gibi ekolojik tolerans durumlarının bilinmesi ve tasarımlarda toleransı yüksek bitkilerin kullanılması, bitkilerin ışık istekleri ve su tüketimlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu bağlamda, Jin vd. (2021), stratejik peyzaj bitki seçimlerinin kentsel çevre sorunlarını hafiflettiği ve küresel iklim değişikliği ile başa çıkmak için şehirlerin uygunluğunu ve sürdürülebilirliğini geliştirdiği (Norton vd., 2015; Grote vd., 2016; Espeland ve Kettenring, 2018) ifade etmektedir.

Küresel iklim değişikliğinin gün geçtikçe dünyayı daha fazla etkisi altına alması ve su varlığının azalması, kentsel tasarımlarda peyzaj bitkilerinin kullanılmasında öncelikle doğal türlerin ve ekolojik toleransı yüksek türlerin seçilmesini gerekli kılmakta ve bu yaklaşım ekolojik tasarım yaklaşımı içerisinde değerlendirilmektedir. Kentsel tasarımlarda, doğal bitki türlerinin ve ekolojik toleransı yüksek türlerin kullanılması, peyzaj bakımı çalışmalarını ve masraflarını azaltmakta ve böylece peyzaj bakım çalışmaları sonucunda doğal kaynaklara (su, hava, toprak) verilen zararları da en aza indirmektedir. Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017), seçilecek olan bitki türlerinin o bölgenin florasında yer alan doğal türler arasında yer almasının bölgesel iklim koşullarına en hızlı uyumun sağlanmasına ve sürdürülebilir tasarımların ortaya çıkmasına katkı sağladığını (Zencirkıran, 2009) vurgulamaktadır. Kösa vd. (2019), farklı ekolojik koşullarda değişik iklim koşullarına uyum sağlayabilecek ve düşük su kullanımı gerektiren bitkilerin bitkisel tasarımda tercih edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır ve bölgenin sıcaklık ortalamaları, rüzgâr yönü ve miktarı, mevsimlere bağlı yıllık yağış ortalamaları gibi etmenlerin de bitki seçimi yapılırken dikkat gerektiren unsurlar (Tolderlund, 2010; Koca, 2017) olduğunu belirtmektedirler.

Artan çevre sorunları ve değişen ekolojik koşullar sonucunda su varlığının da azalıyor olması, peyzaj bitkilerinin ekolojik tolerans durumlarını değerlendiren ve ekolojik koşullara en uygun bitki kullanımını ön plana çıkaran çalışmaları arttırmaktadır. Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017), Bursa ilinde yer alan dört kent parkındaki odunsu bitki taksonlarını ekolojik tolerans durumlarını (don, ısı, kuraklık, tuz, kirlilik ve rüzgâr), su tüketimleri ve ışık isteklerini değerlendirmişlerdir. Yener (2020) ise, İstanbul kentinin en önemli kıyı dolgu alanlarından kuzeyde Sarıyer, güneyde Avcılar, Maltepe ve Kartal kıyı dolgu alanlarını örnek alan olarak belirlemiş ve buralarda kullanılan odunsu bitkileri ekolojik tolerans (don, kuraklık, tuzluluk ve hava kirliliği) kriterlerini dikkate alarak değerlendirmiştir. Kösa ve Mansuroğlu (2018), Antalya koşullarında bazı örnek alanlardaki bitki türlerinin hava kirliliğine dayanıklılığının bitkisel tasarım kapsamında değerlendirmişler ve hava kirliliğinden farklı şekilde etkilenen bitkilerin bitkisel tasarımda beklenen estetik, fonksiyonel ve ekolojik yararlarını tam olarak sağlayamadıklarını vurgulamaktadırlar. Horaginamani vd. (2012), Hindistan Trichy şehrinde kentsel yeşil kuşak gelişimi için düşünülen türlerden seçilmiş bazı bitkilerin

hava kirliliğine tolerans durumlarını belirlemişlerdir. Valladares vd. (2002), *Quercus robur* (meşe) ve *Fagus sylvatica* (kayın) fidanlarının dört farklı ışık ortamlarındaki (tam, %50, %40 ve %15 güneş ışığı) tepkilerini belirlemişlerdir. Grive vd. (2012), bitki tuz toleransının, bitkinin değeri ve kullanım amacına bağlı olarak farklı şekilde tanımlandığını ve peyzaj tasarımcıları ve yöneticileri için, bitkinin aşırı büyüme olmaksızın estetik bir kaliteyi sürdürebilme yeteneği olarak değerlendirilebileceğini belirterek, bazı bitkilerin tuza tolerans durumlarına dair bilgiler vermiştir. Kösa vd. (2019), Antalya kentinde çatı bahçeleri uygulamalarında kullanılacak bitki türlerinin iklim parametrelerine (don, ısı, kuraklık, rüzgâr, nem) göre değerlendirilmesiyle tür seçimine farklı bir yaklaşım sunmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, doğal olan ve egzotik olan bazı bitki türlerini beş farklı iklim parametresine göre tolerans durumları ile su ve ışık ihtiyaçlarını değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, Antalya bazı kent parklarındaki tasarımlarda kullanılmış olan odunsu bitki taksonlarının ekolojik tolerans kriterleri açısından değerlendirilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırmanın materyalini, Antalya ili kent merkezinde bulunan Karaalioğlu Parkı, Akdeniz Kent Parkı ve Expo 2016 Antalya Parkı tasarımında kullanılan odunsu peyzaj bitkileri oluşturmaktadır. Çalışma alanları olan parklar seçilirken farklı yapım yılları, büyüklükleri ve denize olan konumları dikkate alınmıştır. Karaalioğlu Parkı Antalya'nın en eski kent parklarından biri olup 1940 yılında yapılarak kullanıma açılmıştır (Kösa ve Mansuroğlu, 2018). Expo 2016 Antalya Parkı 2016 yılında yapılmış ve kullanıma açılmıştır. En yeni yapım yılına sahip olan Akdeniz Kent Parkı ise 2013 yılında yapılmıştır (Kösa ve Mansuroğlu, 2018). Büyüklükleri bakımından parklar incelendiğinde ise, Karaalioğlu Parkı'nın 140.000 m², Akdeniz Kent Parkı'nın 100.000 m² ve Expo 2016 Antalya Parkı'nın ise yaklaşık 30.000 m² olduğu görülmektedir. Denize olan konumları bakımından parklara bakıldığında, Karaalioğlu Parkı'nın denize bitişik konumda ve rakımının 38 m olduğu, Akdeniz Kent Parkı'nın güney sınırının denize olan mesafesinin 200 m, rakımının ise 14 m olduğu ve denizden gelen rüzgârlara maruz kalabildiği, Expo 2016 Antalya Parkı'nın ise denize mesafesi 1860 m olup denizden gelen rüzgârlara doğrudan maruz kalmadığı ve rakımının 15 m olduğu anlaşılmaktadır. Parkların konumları Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Parkların konumları

Antalya ilinde, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi hakimdir. Son 50 yılın iklim verilerine göre, Antalya kent merkezinde ortalama sıcaklık 18,7 °C, ortalama yüksek sıcaklık 24,3 °C, ortalama düşük sıcaklık 13,7 °C'dir. En yüksek sıcaklık değeri 06.07.2000 tarihinde 45 °C, en düşük sıcaklık değeri ise 15.02.2004 tarihinde -4 °C olarak ölçülmüştür. En sıcak aylar; Temmuz (34,3 °C), Ağustos (34,2°C) ve Eylül (31,3°C) ayları, en soğuk aylar ise Ocak (5,9°C), Şubat (6,3°C) ve Aralık (7,5°C) aylarıdır. Yağış şekli genelde yağmur olup, ortalama yıllık toplam yağış miktarı 1081,1 mm'dir. En yağışlı aylar; Aralık (245,8 mm), Ocak (232 mm) ve Şubat (154,2 mm) aylarıdır. Antalya'da kentin farklı bölümlerinde yapılaşma ve yer yüzü şekillerine bağlı olarak kuvvetli rüzgârlı ve fırtınalı günler açısından da farklılıklar bulunmaktadır. Havaalanı iklim istasyonu verilerine göre yıllık kuvvetli rüzgârlı gün sayısı 72,62 gün, fırtınalı gün sayısının ise 18,68 gündür. En yüksek ortalama bağıl nem Aralık ayında (% 67,5), en düşük bağıl nem ise Temmuz ayında (% 57,4)'dır. Antalya iklim istasyonlarından alınan, yıllık ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama yağış (mm) değerlerine göre Walter (1970) hidrometrik diyagramı çizilmiş ve araştırma alanının kurak döneminin Nisan ayı ortalarında başlayıp, Eylül ayı ortalarına kadar yaklaşık beş ay sürdüğü bulunmuştur (Kösa vd., 2019).

2.2. Yöntem

Araştırma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, çalışma alanları ziyaret edilerek odunsu bitki taksonları tespit edilmiştir. İkinci aşamada, parklarda tespit edilen odunsu taksonların ekolojik tolerans (hava kirliliği, don, kuraklık, tuz, ısı, ve rüzgâr) durumları ile ışık istekleri ve su tüketimleri farklı kaynaklardan [Gowland (1976), Appleton vd. (1999), Horaginamani vd. (2012), Küpe ve Köse (2013), Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017), Ganesan ve Arul Pragasan (2017), Bharti vd. (2018), Yener (2020), URL-1 (2021), URL-2 (2021), URL-3 (2021), URL-4 (2021), URL-5(2021), URL-6(2021), URL-7(2021), URL-8(2021), URL-9 (2021), URL-10(2021), URL-11(2021), URL-12(2021), URL-13(2021), URL-14(2021), URL-15(2021), URL-16(2021), URL-17(2021), URL-18(2021), URL-19(2021), URL-20(2021), URL-21(2021)] yararlanılarak tespit edilmiştir. Taksonların ekolojik tolerans durumlarının değerlendirilmesinde 1-3 arasında değişen (1: Az toleranslı, 2: Orta derecede toleranslı, 3: Yüksek toleranslı) bir skala kullanılmıştır. Tespit edilen taksonlar ışık isteklerine göre "Güneş", "Güneş / Yarı gölge", "Güneş/Gölge" ve "Yarı Gölge/Gölge" olmak üzere dört farklı şekilde sınıflandırılmış, su tüketimlerine göre ise "Düşük", "Orta", "Düşük/Orta", "Orta/Yüksek" ve "Yüksek" olmak üzere beş farklı kategoride sınıflandırılmıştır. Bitki taksonlarının ekolojik tolerans durumlarının, su ve ışık isteklerinin değerlendirmesinde kullanılan yöntemin belirlenmesinde, Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017) ve Yener (2020)'in çalışmalarında kullandığı yöntemden yararlanılmıştır.

Üçüncü aşamada ise, elde edilen tüm veriler her park alanı için ayrı ayrı olacak şekilde ve tüm parkları içerecek şekilde bütün olarak değerlendirilmiştir. Ekolojik tolerans durumlarının değerlendirilmesinde SPSS 22 paket programında Tek Yönlü Anova testi kullanılmış ve farklı gruplar Duncan testi kullanılarak $p \leq 0.05$ hata seviyesinde belirlenmiştir. Işık istekleri ve su tüketimleri aynı programda frekans dağılımları ile analiz edilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonuç aşamasında, parklarda yapım aşamasında bitki takson seçimi yapılırken ekolojik tolerans durumları yanında su tüketimleri ve ışık isteklerine dikkat edilme durumları da farklı yapım yılları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Odunsu Bitki Varlığı Bakımında Parklar

Tablo 1'de bu çalışma kapsamında incelenen 3 park olan Akdeniz Kent Parkı, Expo 2016 Antalya Parkı ve Karaalioğlu Parkı'nda tespit edilen bitki taksonları, taksonların familyaları ve yaşam formlarına ait bilgiler yer almaktadır. İncelenen bu parklarda toplam 49 familyaya ait 112 bitki taksonunun kullanıldığı tespit edilmiştir. Tespit edilen 112 taksondan 57'i ağaç, 50'si çalı ve 5'i sarılıcı-tırmanıcı bitkidir. İncelenen parklarda en fazla taksona sahip olan familyaların 10'ar takson ile Fabaceae ve 10 Rosaceae olduğu saptanmıştır. Ayrıca, belirlenen bu 112 taksondan 31 adedi Türkiye'de doğal olarak bulunmaktadır (Tablo 1).

Parklar, ağaç, çalı ve sarılı-tırmanıcı yaşam formuna sahip takson çeşitliliğine göre değerlendirildiğinde, Akdeniz Kent Parkı'nda 28 ağaç, 22 çalı; Expo 2016 Antalya Parkı'nda 21 ağaç, 21 çalı ve 5 sarılıcı; Karaalioğlu Parkı'nda ise 35 ağaç, 15 çalı taksonu tespit edilmiştir. 112 bitki taksonundan 10 adedinin 3 parkta, 17 adedinin 2 parkta ve diğer 85 taksonun ise yalnız bir parkta kullanıldığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1

Antalya parklarında kullanılan bitki taksonları

Bitki No	Bitki Taksonu Adı	Yaşam Formu	Familya	Bulunduğu Park		
				Akdeniz Kent Parkı	Expo 2016 Antalya Parkı	Karaalioğlu Parkı
1	<i>Asparagus aethiopicus</i> 'Sprengeri'	Ç	Asparagaceae		●	
2	<i>Acacia angustissima</i>	A	Fabaceae			●
3	<i>Acacia saligna</i>	A	Fabaceae		●	
4	<i>Acer negundo</i> *	A	Aceraceae			●
5	<i>Aesculus hippocastanum</i>	A	Sapindaceae			●
6	<i>Ailanthus altissima</i>	A	Simaroubaceae			●
7	<i>Albizia julibrissin</i>	A	Fabaceae	●	●	●
8	<i>Araucaria araucana</i>	A	Araucariaceae	●		●
9	<i>Bambusa aurea</i>	Ç	Poaceae	●		
10	<i>Bambusa nana</i>	Ç	Poaceae		●	
11	<i>Bauhinia purpurea</i>	A	Fabaceae			●
12	<i>Berberis thunbergii</i>	Ç	Berberidaceae	●		
13	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	S	Nyctaginaceae		●	
14	<i>Brugmansia suaveolens</i>	Ç	Solanaceae			●
15	<i>Buddleja davidii</i>	Ç	Scrophulariaceae	●		
16	<i>Callistemon laevis</i>	Ç	Myrtaceae	●		
17	<i>Callistemon linearis</i>	Ç	Myrtaceae			●
18	<i>Caragana arborescens</i>	Ç	Fabaceae	●		
19	<i>Casuarina equisetifolia</i>	A	Casuarinaceae			●
20	<i>Catalpa bignonioides</i>	A	Bignoniaceae		●	●
21	<i>Cedrus libani</i> var. <i>libani</i> *	A	Pinaceae			●
22	<i>Ceratonia siliqua</i> *	A	Fabaceae	●		●
23	<i>Cercis siliquastrum</i> *	A	Fabaceae	●	●	●
24	<i>Chaenomeles japonica</i>	Ç	Rosaceae	●		
25	<i>Citrus aurantium</i>	A	Rutaceae		●	●
26	<i>Citrus limon</i>	A	Rutaceae	●	●	
27	<i>Cotinus coggygria</i> *	Ç	Anacardiaceae	●		
28	<i>Cotoneaster dammeri</i>	Ç	Rosaceae	●		
29	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Ç	Rosaceae	●		
30	<i>Cupressus arizonica</i>	A	Cupressaceae			●
31	<i>Cupressus macrocarpa</i> 'Goldcrest'	A	Cupressaceae		●	
32	<i>Cupressus sempervirens</i> *	A	Cupressaceae	●		
33	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> *	A	Cupressaceae			●
34	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>sempervirens</i> *	A	Cupressaceae			●
35	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	A	Elaeagnaceae	●		
36	<i>Eriobotrya japonica</i>	A	Rosaceae		●	

Ağaç, Ç:Çalı, S: Sarılıcı, ●: Parkta bulunma, *: Türkiye'de doğal olarak bulunan takson

Tablo 1
Devam ediyor.

Bitki No	Bitki Taksonu Adı	Yaşam Formu	Familiya	Bulunduğu Park		
				Akdeniz Kent Parkı	Expo 2016 Antalya Parkı	Karaalioğlu Parkı
37	<i>Escallonia rubra</i>	Ç	Escalloniaceae		●	
38	<i>Euonymus japonicus</i>	Ç	Celastraceae	●		
39	<i>Ficus benjamina</i>	A	Moraceae		●	
40	<i>Ficus carica</i> *	A	Moraceae			●
41	<i>Forsythia x intermedia</i>	Ç	Oleaceae	●		
42	<i>Fraxinus excelsior</i> *	A	Oleaceae	●		
43	<i>Gleditsia triacanthos</i>	A	Fabaceae	●		●
44	<i>Grevillea rosmarinifolia</i>	Ç	Proteaceae		●	
45	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Ç	Malvaceae			●
46	<i>Hibiscus syriacus</i>	Ç	Malvaceae			●
47	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	A	Bignoniaceae	●		●
48	<i>Jasminum nudiflorum</i>	S	Oleaceae		●	
49	<i>Juglans regia</i> *	A	Juglandaceae		●	
50	<i>Juniperus horizontalis</i>	Ç	Cupressaceae	●	●	
51	<i>Juniperus x media</i>	Ç	Cupressaceae	●		
52	<i>Juniperus sabina</i> *	Ç	Cupressaceae	●		●
53	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Ç	Sapindaceae	●		
54	<i>Lagerstroemia indica</i>	A	Lythraceae	●		●
55	<i>Lantana camara</i>	Ç	Verbenaceae		●	●
56	<i>Laurus nobilis</i> *	A	Lauraceae	●	●	●
57	<i>Lavandula angustifolia</i>	Ç	Lamiaceae		●	
58	<i>Ligustrum vulgare</i> *	Ç	Oleaceae	●	●	
59	<i>Liquidambar orientalis</i> var. <i>integriloba</i> *	A	Hamamelidaceae			●
60	<i>Liriodendron tulipifera</i>	A	Magnoliaceae			●
61	<i>Magnolia grandiflora</i>	A	Magnoliaceae			●
62	<i>Mahonia aquifolium</i>	Ç	Berberidaceae	●		
63	<i>Malus floribunda</i>	A	Rosaceae	●		
64	<i>Melia azedarach</i>	A	Meliaceae	●		●
65	<i>Morus alba</i>	A	Moraceae		●	
66	<i>Morus nigra</i>	A	Moraceae			●
67	<i>Myrtus communis</i> *	Ç	Myrtaceae		●	
68	<i>Nerium oleander</i> *	Ç	Apocynaceae	●	●	●
69	<i>Olea europaea</i> *	A	Oleaceae	●	●	●
70	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	S	Vitaceae		●	
71	<i>Paulownia tomentosa</i>	A	Paulowniaceae		●	
72	<i>Philadelphus coronarius</i>	Ç	Hydrangaceae			●
73	<i>Phoenix canariensis</i>	A	Arecaceae	●		
74	<i>Phoenix dactylifera</i>	A	Arecaceae			●
75	<i>Photinia x fraseri</i> 'Red Robin'	Ç	Rosaceae		●	
76	<i>Pinus brutia</i> var. <i>brutia</i> *	A	Pinaceae			●

Ağaç, Ç:Çalı, S:Sarılcı, ●:Parkta bulunma, * : Türkiye'de doğal olarak bulunan takson

Tablo 1
Devam ediyor.

Bitki No	Bitki Taksonu Adı	Yaşam Formu	Familya	Bulunduğu Park		
				Akdeniz Kent Parkı	Expo 2016 Antalya Parkı	Karaalioğlu Parkı
77	<i>Pinus pinea</i> *	A	Pinaceae	●	●	●
78	<i>Pinus sylvestris</i> *	A	Pinaceae	●		
79	<i>Pistacia lentiscus</i> *	Ç	Anacardiaceae		●	
80	<i>Pistacia terebinthus</i> subsp. <i>palaestina</i> *	Ç	Anacardiaceae			●
81	<i>Pittosporum heterophyllum</i>	Ç	Pittosporaceae		●	
82	<i>Pittosporum tobira</i>	Ç	Pittosporaceae	●		●
83	<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana'	Ç	Pittosporaceae	●		
84	<i>Platanus orientalis</i> *	A	Platanaceae	●	●	●
85	<i>Plumbago auriculata</i>	S	Plumbaginaceae		●	
86	<i>Polygala myrtifolia</i>	Ç	Fabaceae		●	
87	<i>Populus alba</i> *	A	Salicaceae			●
88	<i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea'	A	Rosaceae	●		
89	<i>Punica granatum</i>	A	Punicaceae	●	●	●
90	<i>Pyracantha coccinea</i> *	Ç	Rosaceae	●		●
91	<i>Quercus ilex</i> *	A	Fagaceae		●	
92	<i>Quercus robur</i> *	A	Fagaceae	●		
93	<i>Ricinus communis</i>	Ç	Euphorbiaceae			●
94	<i>Robinia pseudoacacia</i>	A	Fabaceae	●	●	
95	<i>Rosa polyantha</i>	Ç	Rosaceae	●		
96	<i>Rosa x centifolia</i>	Ç	Rosaceae			●
97	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ç	Lamiaceae			●
98	<i>Ruellia brittoniana</i>	Ç	Acanthaceae		●	
99	<i>Russelia equisetiformis</i>	Ç	Plantaginaceae		●	
100	<i>Salix alba</i> *	A	Salicaceae	●		
101	<i>Salix babylonica</i>	A	Salicaceae		●	
102	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Ç	Asteraceae		●	
103	<i>Schefflera arboricola</i>	Ç	Araliaceae		●	
104	<i>Schinus molle</i>	A	Anacardiaceae	●		
105	<i>Tamarix juniperina</i>	Ç	Tamaricaceae		●	
106	<i>Thuja orientalis</i>	A	Cupressaceae	●	●	●
107	<i>Viburnum lucidum</i>	Ç	Adoxaceae		●	
108	<i>Viburnum tinus</i>	A	Adoxaceae	●		
109	<i>Vitex agnus-castus</i> *	Ç	Lamiaceae			●
110	<i>Vitis vinifera</i> *	S	Vitaceae		●	
111	<i>Washingtonia filifera</i>	A	Arecaceae	●		●
112	<i>Yucca aloifolia</i>	Ç	Asparagaceae		●	

A:Ağaç, Ç:Çalı, S:Sarılcı, ●:Parkta bulunma, * : Türkiye'de doğal olarak bulunan takson

3.2. Su Tüketimi Bakımından Odunsu Bitkiler

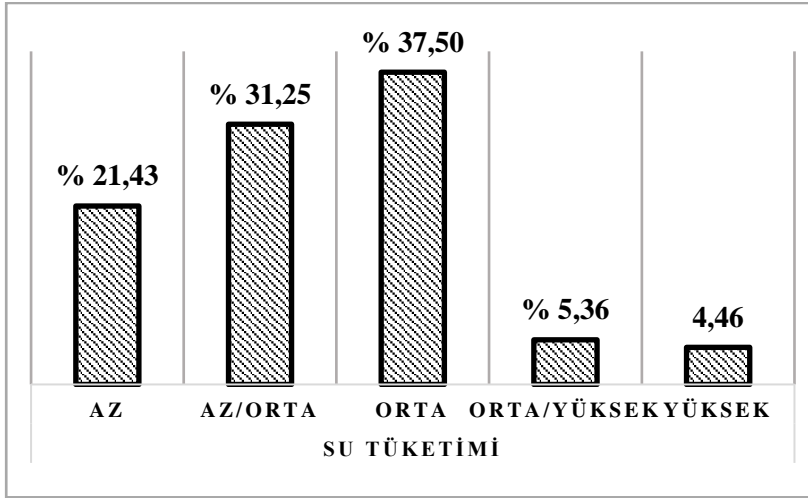
Çalışmadaki tüm parklardaki bitki taksonları su tüketimi bakımından Az, Az/Orta, Orta, Orta/Yüksek ve Yüksek kategorilerine göre sınıflandırıldığında (Tablo 2), %37,50 ile en fazla bitki taksonu oranına Orta grubunun sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017) tarafından Bursa ili

kent parklarında gerçekleştirilen çalışmada ise su tüketimi Orta olan grubun %44,52 ile en fazla bitki taksonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki çalışmada da su tüketimi yüksek olan bitki taksonu sayısı diğer su tüketimi gruplarına göre daha az bulunmuştur.

Tablo 2

Antalya parklarında kullanılan bitki taksonlarının su istekleri

Su İstekleri	Taksonlar
Az	<i>Ailanthus altissima</i> , <i>Bambusa aurea</i> , <i>Bambusa nana</i> , <i>Bauhinia purpurea</i> , <i>Berberis thunbergii</i> , <i>Callistemon laevis</i> , <i>Callistemon linearis</i> , <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Cupressus arizonica</i> , <i>Eriobotrya japonica</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Grevillea rosmarinifolia</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Juniperus horizontalis</i> , <i>Laurus nobilis</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Olea europaea</i> , <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Pinus brutia</i> var. <i>brutia</i> , <i>Pistacia terebinthus</i> subsp. <i>palaestina</i> , <i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea', <i>Schinus molle</i>
Az/Orta	<i>Acacia angustissima</i> , <i>Acacia saligna</i> , <i>Araucaria araucana</i> , <i>Caragana arborescens</i> , <i>Cedrus libani</i> var. <i>libani</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>sempervirens</i> , <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> , <i>Jasminum nudiflorum</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Juniperus x media</i> , <i>Koelreuteria paniculata</i> , <i>Lagerstroemia indica</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Pittosporum tobira</i> 'Nana', <i>Plumbago auriculata</i> , <i>Polygala myrtifolia</i> , <i>Punica granatum</i> , <i>Pyracantha coccinea</i> , <i>Ricinus communis</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Ruellia brittoniana</i> , <i>Russelia equisetiformis</i> , <i>Santolina chamaecyparissus</i> , <i>Viburnum lucidum</i> , <i>Vitex agnus-castus</i> , <i>Washingtonia filifera</i> , <i>Yucca aloifolia</i>
Orta	<i>Asparagus aethiopicus</i> 'Sprengeri', <i>Acer negundo</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Albizia julibrissin</i> , <i>Bougainvillea spectabilis</i> , <i>Buddleja davidii</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Chaenomeles japonica</i> , <i>Citrus aurantium</i> , <i>Citrus limon</i> , <i>Cotinus coggygria</i> , <i>Cotoneaster dammeri</i> , <i>Cotoneaster horizontalis</i> , <i>Cupressus macrocarpa</i> 'Goldcrest', <i>Escallonia rubra</i> , <i>Ficus benjamina</i> , <i>Forsythia x intermedia</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Hibiscus syriacus</i> , <i>Liriodendron tulipifera</i> , <i>Mahonia aquifolium</i> , <i>Malus floribunda</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Morus nigra</i> , <i>Parthenocissus quinquefolia</i> , <i>Paulownia tomentosa</i> , <i>Philadelphus coronarius</i> , <i>Phoenix canariensis</i> , <i>Photinia x fraseri</i> 'Red Robin', <i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pittosporum heterophyllum</i> , <i>Pittosporum tobira</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Schefflera arboricola</i> , <i>Tamarix juniperina</i> , <i>Thuja orientalis</i> , <i>Vitis vinifera</i>
Orta/Yüksek	<i>Euonymus japonicus</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> var. <i>integriloba</i> , <i>Magnolia grandiflora</i> , <i>Salix babylonica</i> , <i>Viburnum tinus</i>
Yüksek	<i>Brugmansia suaveolens</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Rosa polyantha</i> , <i>Rosa x centifolia</i> , <i>Salix alba</i>



Şekil 2. Odunsu bitki taksonlarının su tüketimlerine göre dağılımları

Çalışma kapsamındaki kent parklarında tespit edilen odunsu bitki taksonlarının su tüketimlerine ait veriler Tablo 3'te yer almaktadır. Parklar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, en az su tüketime sahip bitki taksonlarına sahip parkın Expo 2016 Antalya Parkı, en fazla su tüketimine sahip bitki taksonu içeren parkın ise Akdeniz Kent Parkı olduğu belirlenmiştir. Akdeniz Kent Parkı'nda %38,00 ile en fazla bitki taksonu, su tüketimi Orta olan grupta yer alırken, Karaalioğlu Parkı'nda ve Expo 2016 Antalya Parkı'nda ise %34 ve %57,45 ile en fazla bitki taksonu, su tüketimi Az/Orta olan grupta yer almaktadır (Tablo 3).

Tablo 3

Kent parklarında odunsu bitki taksonlarının su tüketimlerine göre dağılımları

Parklar	Su Tüketimi (%)				
	Az	Az/Orta	Orta	Orta/Yüksek	Yüksek
Akdeniz Kent Parkı	22,00	28,00	38,00	6,00	6,00
Karaalioğlu Parkı	28,00	34,00	28,00	6,00	4,00
Expo 2016 Antalya Parkı	14,89	57,45	46,81	4,26	0,00

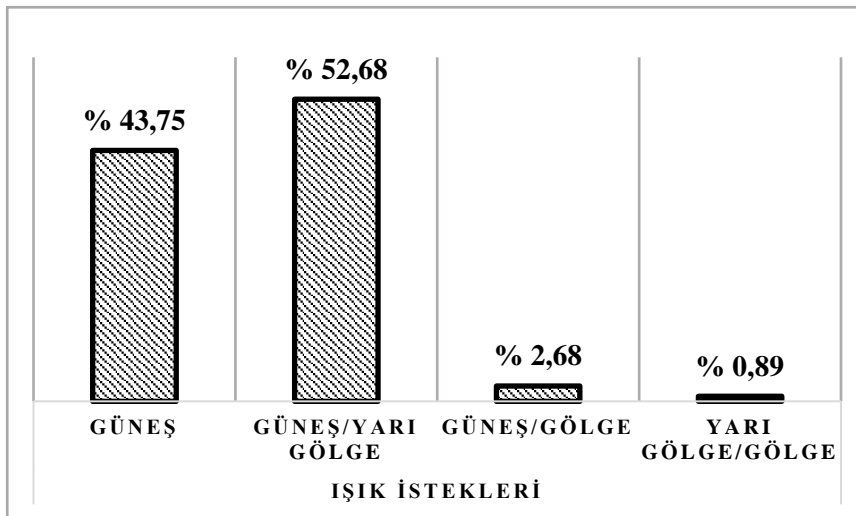
3.3. Işık İstekleri Bakımından Odunsu Bitkiler

Parklarda tespit edilen bitki taksonları ışık istekleri bakımından Güneş, Güneş/Yarı Gölge, Güneş/Gölge, ve Yarı Gölge/Gölge kategorilerine göre gruplandırıldığında (Tablo 4), %52,68 ile en fazla bitki taksonu oranına Güneş/Yarı Gölge sınıfının sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Benzer bir amaç ile Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017) tarafından Bursa ili kent parklarında gerçekleştirilen çalışmada bu çalışma sonucuna benzer şekilde odunsu taksonların büyük kısmının (%63,88) ışık isteğinin de Güneş/Yarı Gölge olduğu tespit edilmiştir. Yener (2020)'in İstanbul'da gerçekleştirdiği çalışmada ise bitki taksonlarının büyük kısmının ışık isteğinin Güneş/Yarı Gölge olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışma sonucuna benzer şekilde, yukarıda adı geçen her iki çalışmada da ışık isteği Gölge/Yarı Gölge veya Gölge olan bitki taksonu sayısı oldukça az bulunmuştur.

Tablo 4

Kent parklarında kullanılan odunsu bitki taksonlarının ışık istekleri

Işık İstekleri	Taksonlar
Güneş	<i>Acacia angustissima</i> , <i>Acacia saligna</i> , <i>Albizia julibrissin</i> , <i>Bougainvillea spectabilis</i> , <i>Brugmansia suaveolens</i> , <i>Buddleja davidii</i> , <i>Caragana arborescens</i> , <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Cedrus libani</i> var. <i>libani</i> , <i>Citrus aurantium</i> , <i>Citrus limon</i> , <i>Cupressus arizonica</i> , <i>Cupressus macrocarpa</i> 'Goldcrest', <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>sempervirens</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Eriobotrya japonica</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Juniperus horizontalis</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Juniperus x media</i> , <i>Lagerstroemia indica</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Olea europaea</i> , <i>Philadelphus coronarius</i> , <i>Phoenix canariensis</i> , <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Photinia x fraseri</i> 'Red Robin', <i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Pistacia terebinthus</i> subsp. <i>palaestina</i> , <i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea', <i>Rosa polyantha</i> , <i>Rosa x centifolia</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Santolina chamaecyparissus</i> , <i>Tamarix juniperina</i> , <i>Thuja orientalis</i> , <i>Vitex agnus-castus</i> , <i>Washingtonia filifera</i> , <i>Yucca aloifolia</i>
Güneş/Yarı Gölge	<i>Acer negundo</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Araucaria araucana</i> , <i>Bambusa aurea</i> , <i>Bambusa nana</i> , <i>Bauhinia purpurea</i> , <i>Berberis thunbergii</i> , <i>Callistemon laevis</i> , <i>Callistemon linearis</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Chaenomeles japonica</i> , <i>Cotinus coggygria</i> , <i>Cotoneaster dammeri</i> , <i>Cotoneaster horizontalis</i> , <i>Escallonia rubra</i> , <i>Euonymus japonicus</i> , <i>Ficus benjamina</i> , <i>Forsythia x intermedia</i> , <i>Grevillea rosmarinifolia</i> , <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> , <i>Hibiscus syriacus</i> , <i>Jasminum nudiflorum</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Koelreuteria paniculata</i> , <i>Laurus nobilis</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> var. <i>integriloba</i> , <i>Liriodendron tulipifera</i> , <i>Magnolia grandiflora</i> , <i>Malus floribunda</i> , <i>Morus nigra</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Parthenocissus quinquefolia</i> , <i>Pinus brutia</i> var. <i>brutia</i> , <i>Pittosporum heterophyllum</i> , <i>Pittosporum tobira</i> , <i>Pittosporum tobira</i> 'Nana', <i>Platanus orientalis</i> , <i>Plumbago auriculata</i> , <i>Polygala myrtifolia</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Punica granatum</i> , <i>Pyracantha coccinea</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Ricinus communis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Ruellia brittoniana</i> , <i>Russelia equisetiformis</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix babylonica</i> , <i>Schefflera arboricola</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Viburnum lucidum</i> , <i>Viburnum tinus</i> , <i>Vitis vinifera</i>
Güneş/Gölge	<i>Asparagus aethiopicus</i> 'Sprengeri', <i>Melia azedarach</i> , <i>Paulownia tomentosa</i>
Yarı Gölge/Gölge	<i>Mahonia aquifolium</i>



Şekil 3. Odunsu bitki taksonlarının ışık isteklerine göre dağılımları

Çalışmadaki kent parklarında tespit edilen odunsu bitki taksonlarının ışık isteklerine göre gruplandırılmış verileri (Tablo 5) parklara göre ayrı ayrı incelendiğinde, Karaalioğlu Parkı ve Expo 2016 Antalya Parkı'nda Yarı Gölge/Gölge ışık isteğine sahip bitki taksonunun tespit edilmediği, Akdeniz Kent Parkı'nın %52,00'lik bir oranla ve Expo 2016 Antalya Parkı'nın ise %53,19'luk bir oranla en fazla Güneş/Yarı Gölge ışık isteğine

sahip bitkileri içerdiği görülmektedir. Karaalioğlu Parkı'nda ise bitki taksonlarının büyük bölümünün ışık isteğinin %52'lik bir oran ile Güneş olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Kent parklarında odunsu bitki taksonlarının ışık isteklerine göre dağılımları

Parklar	Işık İstekleri (%)			
	Güneş	Güneş/Yarı Gölge	Güneş/Gölge	Yarı Gölge/Gölge
Akdeniz Kent Parkı	44,00	52,00	2,00	2,00
Karaalioğlu Parkı	52,00	46,00	2,00	0,00
Expo 2016 Antalya Parkı	42,55	53,19	4,26	0,00

3.4. Odunsu Bitki Taksonlarının Ekolojik Tolerans Durumları

Çalışma kapsamındaki parkların tümünde tespit edilen bitki taksonlarının hava kirliliği, don, kuraklık, tuz, rüzgâr ve ısıya tolerans dağılımları Tablo 6'da verilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, bitki taksonlarının %84,82'sinin hava kirliliğine, %58,04'ünün dona, %75,00'inin kuraklığa, %41,07'sinin tuza, %70,54'ünün rüzgâra ve %75,00'inin de ısıya yüksek tolerans gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 6). Zencirkıran ve Seyidoğlu Akdeniz (2017)'in Bursa ili kent parklarında gerçekleştirdikleri çalışmada ise odunsu taksonların %85,81'inin kirliliğe, %89,68'inin dona, %48,39'unun ısıya, %63,23'ünün kuraklığa, %28,39'unun tuza, ve %66,45'inin ise rüzgâra karşı tam tolerans gösterdiği tespit edilmiştir. Yener (2020), İstanbul kentinin en önemli kıyı dolgu alanlarından olan Sarıyer, Avcılar, Maltepe ve Kartal kıyı dolgu alanlarındaki odunsu bitki taksonlarından açık tohumlu bitkilerin %28,57'sinin tuza, %78,57'sinin kuraklığa, %64,29'unun dona, kapalı tohumlu bitkilerin ise %21,62'sinin tuza, %56,76'sinin kuraklığa ve dona toleranslarının yüksek olduğunu belirlemiştir. Yener (2020)'in çalışma bulgularındaki bitkilerin toleranslarının en yüksek olduğu ekolojik faktörün hem açık tohumlu bitkilerde (%85,71) hem de kapalı tohumlu bitkilerde (64,84) hava kirliliği olması bu çalışma bulgusu ile benzerdir.

Tablo 6

Kent parklarındaki odunsu bitki taksonlarında tolerans dağılımları

Tolerans Faktörleri	Tolerans Sınıfı ve Dağılımları (%)		
	1 (Az toleranslı)	2 (Orta derecede toleranslı)	3 (Yüksek toleranslı)
Hava Kirliliği	2,68	12,50	84,82
Don	16,96	25,00	58,04
Kuraklık	7,14	17,86	75,00
Tuz	26,79	32,14	41,07
Rüzgâr	11,61	17,86	70,54
Isı	10,71	14,29	75,00

İncelenen parklar içerdiği bitki taksonlarının ekolojik tolerans durumları bakımından ayrı ayrı değerlendirildiğinde, Akdeniz Kent Parkı'nda tespit edilen türlerin %86,00'sinin hava kirliliğine, %64,00'ünün dona, %80,00'inin kuraklığa, %80,00'inin rüzgâra ve %64,00'ünün ısıya karşı yüksek tolerans gösterdiği tespit edilmiştir. Karaalioğlu Parkı'ndaki taksonların %78'inin hava kirliliğine, %52'sinin dona, %74'ünün kuraklığa, %46'sinin tuza, %72'sinin rüzgâra ve yine %72'sinin de ısıya karşı yüksek tolerans gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın, Antalya Expo 2016 Parkı'nda ise taksonların %78,72'sinin hava kirliliğine, %51,06'sinin dona, %76,60'ünün kuraklığa, %48,94'ünün tuza, %68,09'unun rüzgâra ve %78,72'sinin ısıya karşı yüksek tolerans gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 7). Parklardaki odunsu bitki

taksonlarının ekolojik tolerans dağılımları ile ilgili yapılan istatistik analizlerine göre $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7

Kent parklarına göre odunsu bitki taksonlarının tolerans dağılımları

Tolerans Faktörleri	Tolerans oranları (%)	Akdeniz Kent Parkı	Karaalioğlu Parkı	Expo 2016 Antalya Parkı
Hava kirliliği	1 (Az toleranslı)	2,00b**	6,00a	0,00c
	2 (Orta derecede toleranslı)	12,00c	16,00b	21,28a
	3 (Yüksek toleranslı)	86,00a	78,00c	78,72b
Don	1 (Az toleranslı)	12,00c	18,00b	21,28a
	2 (Orta derecede toleranslı)	24,00c	30,00a	27,66b
	3 (Yüksek toleranslı)	64,00a	52,00c	51,06b
Kuraklık	1 (Az toleranslı)	2,00c	8,00b	8,51a
	2 (Orta derecede toleranslı)	18,00b	18,00a	14,89c
	3 (Yüksek toleranslı)	80,00a	74,00c	76,60b
Tuz	1 (Az toleranslı)	34,00a	24,00b	21,28c
	2 (Orta derecede toleranslı)	32,00a	30,00b	29,79c
	3 (Yüksek toleranslı)	34,00c	46,00a	48,94a
Rüzgâr	1 (Az toleranslı)	10,00c	12,00a	10,64b
	2 (Orta derecede toleranslı)	10,00c	16,00b	21,28a
	3 (Yüksek toleranslı)	80,00a	72,00b	68,09c
Isı	1 (Az toleranslı)	24,00a	14,00b	10,64c
	2 (Orta derecede toleranslı)	12,00b	14,00a	10,64c
	3 (Yüksek toleranslı)	64,00c	72,00b	78,72a

**; Harfler $p \leq 0,05$ seviyesinde farklı grupları göstermektedir.

Çalışma kapsamındaki parklarda belirlenen 112 bitki taksonunun ekolojik tolerans faktörlerine göre derecelendirmeleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

Bitki taksonlarının ekolojik tolerans faktörlerine göre derecelendirilmesi

Bitki Takson Adı	Ekolojik Tolerans Faktörleri																	
	Hava Kirliliği			Don			Kuraklık			Tuz			Rüzgâr			Isı		
	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A
<i>Asparagus aethiopicus</i> 'Sprengeri'	*			*			*			*			*			*		
<i>Acacia angustissima</i>	*			*			*			*			*			*		
<i>Acacia saligna</i>	*			*		*	*			*	*		*			*		
<i>Acer negundo</i>	*			*			*			*			*			*		
<i>Aesculus hippocastanum</i>		*		*			*			*			*			*		
<i>Ailanthus altissima</i>	*			*			*			*			*			*		
<i>Albizia julibrissin</i>		*		*			*			*			*			*		

Y: Yüksek toleranslı, O: Orta derecede toleranslı, A: Az toleranslı

Tablo 8

Devam ediyor.

Bitki Takson Adı	Ekolojik Tolerans Faktörleri																	
	Hava Kirliliği			Don			Kuraklık			Tuz			Rüzgâr			Isı		
	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A
<i>Araucaria araucana</i>			*	*					*	*			*					*
<i>Bambusa aurea</i>	*				*		*				*		*					*
<i>Bambusa nana</i>	*					*	*				*		*					*
<i>Bauhinia purpurea</i>			*			*	*				*				*	*		*
<i>Berberis thunbergii</i>	*			*			*					*			*	*		*
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	*					*	*			*					*	*		*
<i>Brugmansia suaveolens</i>	*				*			*			*		*		*	*		*
<i>Buddleja davidii</i>	*			*				*			*		*		*			*
<i>Callistemon laevis</i>	*				*		*			*					*	*		*
<i>Callistemon linearis</i>	*				*		*			*					*	*		*
<i>Caragana arborescens</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Casuarina equisetifolia</i>	*				*			*	*			*			*			*
<i>Catalpa bignonioides</i>	*			*				*			*				*			*
<i>Cedrus libani var. libani</i>	*			*			*				*	*		*				*
<i>Ceratonia siliqua</i>		*			*		*				*		*					*
<i>Cercis siliquastrum</i>		*		*			*				*		*	*				*
<i>Chaenomeles japonica</i>	*			*			*			*		*						*
<i>Citrus aurantium</i>		*				*	*				*		*	*				*
<i>Citrus limon</i>		*				*	*			*		*		*				*
<i>Cotinus coggygria</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Cotoneaster dammeri</i>	*			*			*				*	*		*				*
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	*			*				*		*		*		*				*
<i>Cupressus arizonica</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Cupressus macrocarpa</i> 'Goldcrest'	*			*			*			*		*		*				*
<i>Cupressus sempervirens</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>sempervirens</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Eriobotrya japonica</i>		*		*			*			*		*		*				*
<i>Escallonia rubra</i>		*		*				*	*			*		*				*
<i>Euonymus japonicus</i>	*				*			*		*		*		*				*
<i>Ficus benjamina</i>	*					*	*			*		*		*				*

Y: Yüksek toleranslı, O: Orta derecede toleranslı, A: Az toleranslı

Tablo 8

Devam ediyor.

Bitki Takson Adı	Ekolojik Tolerans Faktörleri																	
	Hava Kirliliği			Don			Kuraklık			Tuz			Rüzgâr			Isı		
	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A
<i>Ficus carica</i>			*			*	*			*			*			*		
<i>Forsythia x intermedia</i>	*			*			*					*		*				*
<i>Fraxinus excelsior</i>	*			*			*					*	*					*
<i>Gleditsia triacanthos</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Grevillea rosmarinifolia</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	*					*		*				*	*					*
<i>Hibiscus syriacus</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Jacaranda mimosifolia</i>		*				*	*					*			*	*		
<i>Jasminum nudiflorum</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Juglans regia</i>	*			*				*				*			*			*
<i>Juniperus horizontalis</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Juniperus sabina</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Juniperus x media</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Koelreuteria paniculata</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Lagerstroemia indica</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Lantana camara</i>		*				*	*			*			*					*
<i>Laurus nobilis</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Lavandula angustifolia</i>		*		*			*			*			*					*
<i>Ligustrum vulgare</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Liquidambar orientalis</i> var. <i>integriloba</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Liriodendron tulipifera</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Magnolia grandiflora</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Mahonia aquifolium</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Malus floribunda</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Melia azedarach</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Morus alba</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Morus nigra</i>	*			*			*			*			*	*				*
<i>Myrtus communis</i>	*				*		*			*			*	*				*
<i>Nerium oleander</i>	*				*		*			*		*	*					*
<i>Olea europaea</i>	*				*		*			*		*	*					*
<i>Parthenocissus</i> <i>quinquefolia</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Paulownia tomentosa</i>	*			*			*			*		*		*				*
<i>Philadelphus coronarius</i>	*			*			*			*		*	*					*
<i>Phoenix canariensis</i>	*				*		*			*		*	*					*

Y: Yüksek toleranslı, O: Orta derecede toleranslı, A: Az toleranslı

Tablo 8

Devam ediyor.

Bitki Takson Adı	Ekolojik Tolerans Faktörleri																	
	Hava Kirliliği			Don			Kuraklık			Tuz			Rüzgâr			Isı		
	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A
<i>Phoenix dactylifera</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Photinia x fraseri</i> 'Red Robin'	*				*		*					*		*				*
<i>Pinus brutia</i> var. <i>brutia</i>	*			*			*					*	*					*
<i>Pinus pinea</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Pinus sylvestris</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Pistacia lentiscus</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Pistacia terebinthus</i> subsp. <i>palaestina</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Pittosporum heterophyllum</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Pittosporum tobira</i>	*					*	*			*			*					*
<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana'	*					*	*			*			*					*
<i>Platanus orientalis</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Plumbago auriculata</i>	*					*		*			*			*				*
<i>Polygala myrtifolia</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Populus alba</i>	*				*			*			*		*					*
<i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea'	*			*			*					*	*					*
<i>Punica granatum</i>	*				*			*		*			*					*
<i>Pyracantha coccinea</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Quercus ilex</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Quercus robur</i>	*			*				*				*	*					*
<i>Ricinus communis</i>	*					*	*			*				*				*
<i>Robinia pseudoacacia</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Rosa polyantha</i>	*				*			*				*	*					*
<i>Rosa x centifolia</i>	*				*			*				*	*					*
<i>Rosmarinus officinalis</i>	*			*				*		*			*					*
<i>Ruellia brittoniana</i>	*					*	*			*			*					*
<i>Russelia equisetiformis</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Salix alba</i>	*			*				*		*			*					*
<i>Salix babylonica</i>	*			*				*		*			*					*
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	*				*		*			*			*					*
<i>Schefflera arboricola</i>		*				*	*			*			*					*
<i>Schinus molle</i>	*					*	*			*			*					*
<i>Tamarix juniperina</i>	*			*			*			*			*					*
<i>Thuja orientalis</i>	*			*				*				*	*					*

Y: Yüksek toleranslı, O: Orta derecede toleranslı, A: Az toleranslı

Tablo 8

Devam ediyor.

Bitki Takson Adı	Ekolojik Tolerans Faktörleri																	
	Hava Kirliliği			Don			Kuraklık			Tuz			Rüzgâr			Isı		
	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A	Y	O	A
<i>Viburnum lucidum</i>	*			*			*			*			*			*		
<i>Viburnum tinus</i>	*			*			*					*	*					*
<i>Vitex agnus-castus</i>	*			*			*			*			*			*		
<i>Vitis vinifera</i>		*		*					*			*		*		*		*
<i>Washingtonia filifera</i>		*				*	*			*			*			*		*
<i>Yucca aloifolia</i>	*			*			*			*			*			*		*

Y: Yüksek toleranslı, O: Orta derecede toleranslı, A: Az toleranslı

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda, Antalya kent merkezindeki bazı kent parklarında kullanımı tespit edilen 112 odunsu bitki taksonunun ekolojik tolerans kriterleri (hava kirliliği, don, kuraklık, tuz, rüzgâr ve ısı) değerlendirilmiş ve ışık istekleri ve su tüketimleri üzerinde durulmuştur. Taksonların bu kapsamdaki ekolojik tolerans durumları ile Antalya'nın iklimsel özellikleri, mevsimlere göre maksimum ve minimum sıcaklık dereceleri, kurak geçen süreler ve parkların konumları göz önünde bulundurulduğu zaman taksonların ekolojik tolerans durumlarına göre seçimlerinin büyük oranda başarılı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Kullanılan bitki taksonlarının %52,68'inin su tüketiminin Az ve Az/Orta grupta yer alması, kuraklığa toleransı yüksek olan bitki takson yüzdesinin %75, ısıya toleransı yüksek bitki takson yüzdesinin de %75 olması, yılın yaklaşık 5 ayının kurak geçtiği Antalya'daki bitkisel tasarımlar için başarılı bir bitki seçimi yapıldığını göstermektedir. Yapım yıllarına göre incelenen 3 park kıyaslandığı zaman ise, en fazla su tüketimi az olan bitki yüzdesine sahip olan park yapım yılı en eski olan Karaalioğlu Parkı olmuştur. Aynı zamanda Karaalioğlu Parkı Antalya kent merkezindeki en eski yapım yılına(1940) sahip olan park olarak, hava kirliliğine, dona, kuraklığa ve rüzgâra toleransı yüksek olan bitki takson yüzdesi çalışma kapsamındaki diğer iki parka göre daha yüksek bulunmuştur. Bu üç parktan yapım yılı en yeni olan parkta (Expo 2016 Antalya Parkı) ise tuza ve ısıya toleransı yüksek takson yüzdesi daha fazla çıkmıştır. Parklar denize olan konumlarına göre değerlendirildiğinde, denizden gelen tuzlu rüzgârlara maruz kalma olasılıkları yüksek olan Karaalioğlu Parkı'nın ve Akdeniz Kent Parkı'nın sahip olduğu taksonların tuza tolerans derecelerinde toleransı yüksek olan bitki yüzdesinin %50'nin altında kaldığı dikkat çekmektedir. Denize sınırı olan veya denizden gelen tuzlu rüzgârlara maruz kalan alanlarda kullanılan bitki türlerinin tuza toleranslarının yüksek olması gerekmektedir. Çalışma sonucunda, tespit edilen odunsu taksonların %28'sinin Türkiye'de doğal olarak bulunmasına karşın egzotik türlerin de büyük oranda bölge ekolojik koşullarına adaptasyonu yüksek olan türlerden seçilmiş olduğu dikkat çekmektedir.

Dünyada birçok ülkede küresel iklim değişikliğinin de etkisi ile kentsel alanlardaki bitkisel tasarımlarda sürdürülebilirlik daha fazla ön plana çıkmış ve bu kapsamda bitki seçimi yapılırken, bitkilerde estetik özelliklerinden çok ekolojik toleransına daha çok önem vermeye başlanmıştır. Bu kapsamda ülkemizde yapılan peyzaj tasarımlarında, su tüketimi az, az bakım gerektiren, bakımında çevreye en az zarar veren, dolayısıyla bakım masrafları az olan, bölgede doğal olarak bulunan bitki türlerine daha fazla oranda yer verilmesi gerekmektedir. Doğal bitki türlerinin bölgenin ekolojik koşullarına en uyumlu türler olduğu bilgisi mutlaka tasarımcılar tarafından dikkat edilmesi gereken bir husustur. Peyzaj tasarımı yapılacak alanın sahip olduğu bölgenin ekolojik koşulları iyi analiz edilmeli ve bölgenin ekolojik koşullarına uyumlu, ekolojik toleransı yüksek bitki taksonlarından seçim yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Appleton, B., Huff, R.R., French, S.C. (1999). Evaluating trees for saltwater spray tolerance for oceanfront sites. *Journal of Arboriculture*, 25 (4), 205-210.
- Bharti, S.K., Trivedi, A., Kumar N. (2018). Air pollution tolerance index of plants growing near an industrial sit. *Urban Climate*, 24: 820-829.
- Bitá, C.R., Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Front Plant Sci.*, 4; 273.
- Espeland, E.K., Kettenring, K.M. (2018). Strategic plant choices can alleviate climate change impacts: a review. *J. Environ. Manage.* 222; 316–324.
- Ganesan, N., Arul Pragasam, L. (2017). Assessment Of Air Pollution Tolerance Levels Of Selected Plants At Tamaka Industrial Site Of Kolar, Karnataka, India. *Indian J.Sci.Res.* 17 (1): 25-29.
- Gowland, P.N. (1976). Trees and shrubs for the western region of Sydney. Canberra, ACT: CSIRO Division of Land Use Research; 1976-09. <https://doi.org/10.4225/08/596914cf91bc6>
- Grive, C. M., Grattan, S. R., Mass, E. V. (2012). Plant Salt Tolerance. – In: Wallender, W., Tanji, K. (eds.) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. Chapter 13. ASCE, Reston, pp. 405-459.
- Grote, R., Samson, R., Alonso, R., Amorim, J.H., Cariñanos, P., Churkina, G., Fares, S., Thiec, D.L., Niinemets, Ü., Mikkelsen, T.N., Paoletti, E., Tiwary, A., Calfapietra, C. (2016). Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. *Front. Ecol. Environ.* 14 (10), 543–550.
- Horaginamani, S.M., Ravichandran, M., Kamdod, A. S. M. (2012). Air Pollution Tolerance of Selected Plant Species Considered for urban Green Belt Development in Tiruchy. *World journal of Environmental Bioscience*, 1(1), 51-54.
- Jin, C., Hu, S., Huang, L., Huang, J., Jim, C. Y., Qian, S., Pang, M., Lin, D., Zhao, L., Hu, Y., Song, K., Chen, S., Liu, J., Ignatieva, M., Yang, Y. (2021). *Urban Forestry and Urban Greening*. 64; 127292.
- Koca, A. (2017). Yeşil Çatı Sistemlerinin Sürdürülebilir Kent Yaşamına Etkilerinin Değerlendirilmesi (Assessment Of Effects Of Green Roof Systems On Sustainable City Life). Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Kösa, S. , Mansuroğlu, S. (2018). Antalya Kosullarında Bazı Örnek Alanlardaki Bitki Türlerinin Hava Kirliliğine Dayanıklılığının Bitkisel Tasarım Kapsamında Degerlendirilmesi. ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Degisim/Dönüşüm/Özgünlük, 222-229.
- Kösa, S., Mansuroğlu, S., Güral, S.M., Dağ V. (2019). Antalya Kosullarında Çatı Bahçelerinde Kullanılabilecek Bazı Bitki Türlerinin İklim Ölçütlerine Kapsamında Degerlendirilmesi. I.International Ornamental Plants Congress, 665-680.
- Küpe M., Köse C. (2013). Hava Kirliliğinin Asmalar Üzerindeki Etkileri. *Meyve Bilimi*, 1 (1), 27-33.
- Manoli, G., Fatichi, S., Schlöfner, M., Yu, K.L., Crowther, T.W., Meili, N., Burlando, P., Katul, G.G., Bou-Zeid, E. (2019). Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. *Nature*, 573; 55-60. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1512-9>.
- Norton, B.A., Coutts, A.M., Livesley, S.J., Harris, R.J., Hunter, A.M., Williams, N.S.G. (2015). Planning for cooler cities: a framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 134; 127–138.
- Raza, A., Ashraf, F., Zou, X., Zhang, X., Tosif, H. (2020). Plant adaptation and tolerance to environmental stresses: Mechanisms and perspectives. In *Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives*; Hasanuzzaman, M., Ed.; Springer: Singapore, pp. 117–145.
- Silva, R.A., West, J.J., Zhang, Y.Q., Anenberg, S.C., Lamarque, J.-F., Shindell, D.T., Collins, W.J., Dalso- ren, S., Faluvegi, G., Folberth, G., Horowitz, L.W., Nagashima, T., Naik, V., Rumbold, S., Skeie, R., Sudo, K., Takemura, T., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Cionni, I., Doherty, R.M., Eyring, V., Josse, B., MacKenzie, I.A., Plummer, D., Righi, M., Stevenson, D.S., Strode, S., Szopa, S., Zeng, G. (2013). Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change. *Environ. Res. Lett.* 8 (3), 034005.
- Tabassum, S., Ossola, A. Manea, A., Cinantya, A., Fernandez Winzer, L., Leishman M.R. (2020). Using ecological knowledge for landscaping with plants in cities. *Ecological Engineering*, 158; 106049.

- Tolderlund L. (2010). Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West. Green Roof Professional (GRP) Accreditation, 14-28, Denver, USA, 10 November.
- URL-1, (2021). https://hort.ifas.ufl.edu/database/trees/trees_scientific.shtml. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-2, (2021). <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-3, (2021). <https://aggiehorticulture.tamu.edu/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-4, (2021). <https://landscapeplants.aub.edu.lb/Plants/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-5, (2021). <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-6, (2021). <http://www.mediterraneangardensocietyarchive.org/j-art-heat.html>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-7, (2021). <http://www.fao.org/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-8, (2021). <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-9, (2021). <https://web.extension.illinois.edu/shrubselector/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-10, (2021). <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-11, (2021). <https://watereuse.org/salinity-management/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-12, (2021). <https://hgic.clemson.edu/factsheet/plants-that-tolerate-drought/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-13, (2021). <http://vro.agriculture.vic.gov.au/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-14, (2021). <https://www.depts.ttu.edu/plantresources/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-15, (2021). <https://www.echocommunity.org/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-16, (2021). <https://pfaf.org/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-17, (2021). <https://www.huntersville.org/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-18, (2021). <https://standardy.nature.cz/>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-19, (2021). https://www.cityservices.act.gov.au/data/assets/pdf_file/0004/1378543/Municipal-Infrastructure-Standards-25-Plant-Species-for-Urban-Landscape-Projects.pdf. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-20, (2021). http://www.dot.ri.gov/documents/about/research/RIDOT_Salt_Tolerant_Tree_and_Shrub_Guide_August2010.pdf. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- URL-21, (2021). <https://www.surfcitync.gov/DocumentCenter/View/54/Salt-Tolerant-Plants-PDF>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- Valladares, F., Chico, J.M., Aranda, I., Balaguer, L., Dizengremel, P., Manrique, E., Dreyer, E. (2002). The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity. *Trees Structure and Function*, 16; 395-403.
- Wolch, J.R., Byrne, J., Newell, J.P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities 'just green enough'. *Landsc. Urban Plan.* 125; 234-244.
- Yener, D. (2020). Sustainable use of plants in coastal areas of Istanbul. *Turkish Journal of Forestry*, 21(2), 123-130.
- Zencirkıran, M. (2009). Determination of native woody landscape plants in Bursa and Uludağ. *African Journal of Biotechnology*, 8 (21), 5737-5746.
- Zencirkıran, M., Seyidoğlu Akdeniz, N. (2017). Bursa Kent Parkları Odunsu Bitki Taksonlarının Ekolojik Tolerans Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 11-19.

The Macroheterocera Fauna of the Sündiken Mountains (Türkiye: Eskişehir)

Nebahat Kocasarac^{1,*} Selma Seven Çalışkan² Mustafa Özdemir³

^{1,2}Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Türkiye
³Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, Kocaeli, Türkiye

Article History

Received: 01.10.2022

Accepted: 28.03.2023

Published: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Abstract – The moths of the Sündiken Mountains are still not comprehensively known. We aimed to study the distribution of Lepidoptera in more detail, particular for some rare species with limited records. We sum up the results of the expeditions to the Sündiken Mountains in the period between 2019 and 2022. The moths were recorded from 49 stations. 113 species belonging to a total of 9 families along with four new families (Drepanidae, Lasiocampidae, Nolidae, Sphingidae) from the Sündiken Mountains were identified. All the given 113 species are recorded for the first time from moth fauna of the Sündiken Mountains and likewise, 106 species are recorded for the first time from the moth fauna of Eskişehir province. Eight species are new records for the Central Anatolia Region: *Amphipoea oculea* (Linn.,1761), *Mythimna (Anapoma) riparia* (Ram.,1829), *Noctua (Paranoctua) interposita* (Hb.,1790), *Ascotis selenaria* (Den. & Sch.,1775), *Chloroclysta siterata* (Huf., 1767), *Pachypasa otus* (Dr., [1773]), *Menophra berenicidaria* (Tr., 1924), *Aedia leucomelas* (Linn., 1758). With this study, the number of Eskişehir lepidopters increased from 160 to 266 species. The identified species were assessed in terms of agricultural and forest entomology and the indicator species were discussed.

Keywords – Lepidoptera, moths, fauna, Sündiken Mountains, Eskişehir

Sündiken Dağlarının Macroheterocera Faunası (Türkiye: Eskişehir)

^{1,2}Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

³Kavakçılık ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 01.10.2022


Kabul: 28.03.2023


Yayın: 15.04.2023


Araştırma Makalesi

Öz – Sündiken Dağları'nın güveleri henüz tam olarak bilinmemektedir. Çalışmada Lepidoptera'nın yayılışını, özellikle sınırlı kayıtlara sahip bazı nadir türler için daha ayrıntılı şekilde incelemeyi amaçladık. Makalede 2019-2022 yıllarında Sündiken Dağları'na yapılan arazi çalışmalarının sonuçları özetlenmiştir. Örnekler 49 istasyondan toplanmıştır. Çalışma sonucunda Sündiken Dağları'ndan dört yeni familya (Drepanidae, Lasiocampidae, Nolidae, Sphingidae) ile birlikte toplam 9 familyaya ait 113 tür tespit edilmiştir. Söz konusu 113 türün tamamı Sündiken Dağları güve faunası için, ve aynı şekilde 106 tür Eskişehir ili güve faunası için yenidir. Sekiz tür İç Anadolu Bölgesi için yeni kayıttır: *Amphipoea oculea* (Linn.,1761), *Mythimna (Anapoma) riparia* (Ram.,1829), *Noctua (Paranoctua) interposita* (Hb.,1790), *Ascotis selenaria* (Den. & Sch.,1775), *Chloroclysta siterata* (Huf., 1767), *Pachypasa otus* (Dr., [1773]), *Menophra berenicidaria* (Tr., 1924), *Aedia leucomelas* (Linn., 1758). Bu çalışma ile Eskişehir ili Lepidoptera tür sayısı 160'tan 266 türe çıkmıştır. Tespit edilen türler tarım ve orman entomolojisi açısından değerlendirilmiş ve gösterge türler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Lepidoptera, güveler, fauna, Sündiken Dağları, Eskişehir

¹  nebahatkocasarac06@gmail.com

²  selma@gazi.edu.tr

³  mustafaozdemir11@ogm.gov.tr

*Corresponding Author / Sorumlu Yazar: nebahatkocasarac06@gmail.com

1. Introduction

The Sündiken Mountains are in the province Eskişehir, which is in the Central Anatolian region of Turkey between the districts of Alpu and Mihaliççık. When examined in an east-west direction, respectively, Hamam Mountain (1540 m), Kartal Hill (1754 m), Kızıl Hill (1818 m), Karameşecik Hill (1605 m) and Bozdağ (1423 m) are located. The area consist of oak, black pine, scotch pine and red pine forests, Juniper communities, steppe and high mountain meadows and agricultural areas. While the southern slopes of the Sündiken Mountains facing the plains have a steppe character, the northern slopes extend along the Sakarya Valley, which shows the typical Mediterranean climate ([Ekim, 1991](#)). The area is included in Important Plant Areas (IPA). The IPA flora of the area includes 40% Mediterranean, 32% Euro-Siberian and 28% Iranian-Turanian elements as far as can be determined ([Özhatay et al., 2005](#)).

The Lepidoptera of Turkey have a rich biodiversity with 5577 species ([Koçak & Kemal, 2018](#)). The oldest popular uses are Rhopalocera and Heterocera. Although the heterocera group is classified differently in various sources, they are traditionally classified as macro- and microheterocera. The macro-moths comprise the majority of the presently named Lepidoptera species ([Kristensen et al., 2007](#)). The most crowded families among these group are Noctuidae and Geometridae families. There are over 900 species known in Europe ([Hausmann, 2001](#)) and 702 species in Turkey for Geometridae ([Koçak & Kemal, 2018](#), [Özdemir 2019](#), [Seven 2019](#), [Seven et al. 2019, 2021](#), [Kemal et al. 2020](#); [Wanke et al., 2020](#), [Aykal & Seven, 2022](#)). In Europea approximate 1400 species are known, representig 14 subfamilies ([Fibiger, 1990](#)). In Turkey 1241 species are also known for Noctuidae ([Koçak and Kemal 2018](#)).

Classification studies on lepidopters, which are still used today, date back to the 18th century ([Scopoli, 1763](#), [Hübner, 1790, 1796-\[1838\]](#), [Herrich-Schaeffer, 1843-\[1856\]](#), [Eversmann, 1844](#), [Zeller, 1847](#), [Mann, 1861](#)). The first studies on Anatolian fauna were made by [Staudinger \(1878-1879\)](#). Some other important publications on the Macroheterocera fauna were published in the following years: [Rebel, 1905, 1913](#), [Boursin, 1940, 1941, 1962](#), [Wiltshire, 1976](#), [Varga, 1979](#), [De Freine & Hacker, 1985](#), [Hacker et al., 1986](#), [Hacker, 1986b, 1987](#), [Riemis, 1992, 1994, 1998](#), [Wherlii, 1932](#)). Numerous studies have been conducted on the macromoths of the Central Anatolian Region, and most of them are in Ankara and places near it ([Schwingenschus, 1938-1939](#), [Witt, 1981](#), [Hacker, 1986a](#), [Rebel, 1933](#), [Ronkay, 1989](#), [Koçak, 1990, 1991](#), [Koçak & Seven \[Çalışkan\], 1994a, 1994b, 1996](#), [Seven \[Çalışkan\], 1996, 2000](#), [Seven \[Çalışkan\] & Bakowski, 1996](#), [Seven \[Çalışkan\] et al., 2000](#), [Çalışkan Seven, 2014a, 2014b](#), [Torun & Çalışkan, 2016](#)). Only a few publications on Eskişehir Lepidoptera have been published ([Rebel, 1905](#), [Kansu, 1961a, 1961b, 1963](#), [Nizamoglu, 1962](#), [Çanakçioğlu, 1963](#), [İren, 1972](#), [İren & Bulut, 1981](#), [Kornosor, 1992](#), [Çalışkan Seven, 2014b](#)).

This study is the first comprehensive study on the moth fauna of the Sündiken Mountains. In this paper, a total of 113 species under 10 families are listed. All the species were identified for the first time in the study area. With this study, the number of known Lepidoptera in Eskişehir rose to 278. In addition, the study makes important contributions to filling the gaps in the distribution areas of moths distributed in Turkey.

2. Material Method

The specimens collected from 49 different stations from the Sündiken Mountains between April-September during the years 2018-2022 were investigated. Collection areas ([Table 1](#)) are shown in map 1 ([Figure 1](#)). The Robinson light trap was used to collect samples. 8V UV light was used in the light trap. A total of 1235 samples were examined. Collected samples were rehydrated in special containers in the laboratory and mounted on placement boards according to university museum procedure. The dried samples were labeled and placed in the collection boxes in the Gazi University Faculty of Science Zoology Museum collection. External morphological characters and male genital structures were considered for diagnosis. Identification of the samples was made by comparing them with the relevant literature ([Fibiger, 1990, 1993, 1997](#), [Fibiger, et al., 2007, 2009, 2010, 2011](#), [Hacker et al., 2002](#), [Hausmann, 2001, 2004](#), [Hausmann and Viidalepp, 2012](#),

Mironov, 2003, Müller et al., 2019, Ronkay et al., 2001, Skou and Sihvonen, 2015, Zilli, 2005). The specimens are preserved in the Gazi University Zoology Museum. Photographs of some species identified from the study area are given in Fig.2. The distribution of species is given according to Koçak & Kemal (2018) in Table 3. Turkey province plate codes were used for the distribution (Table 2). QGIS 3.2 Mapping program was used in the preparation of the map. This work emerged from the first author's doctoral study.

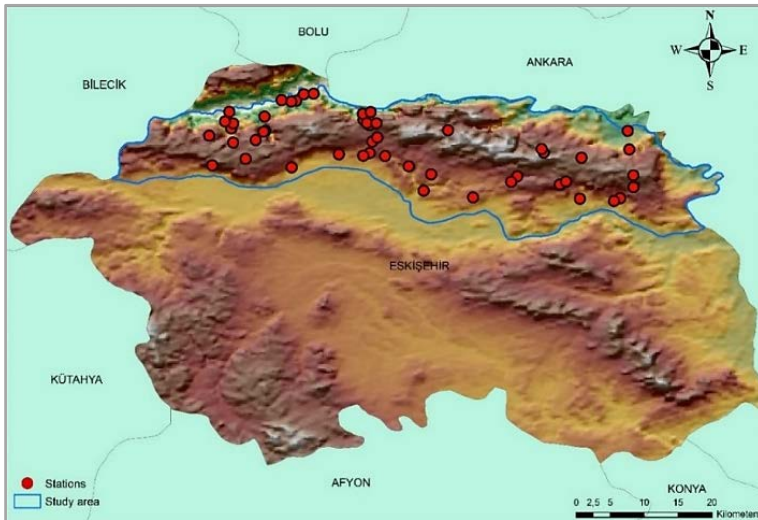


Figure 1. Physical map of Sündiken Mountains and study areas and collecting stations



Figure 2. **a.** Adult of *Amphipoea oculea* (Linn., 1761), **b.** Adult of *Narraga cappadocica* Herbulot, 1943, **c.** Adult of *Noctua interposita* (Hb., 1790), **d.** Adult of *Ascotis selenaria* ([Den. & Sch.], 1775), **e.** Adult of *Chloroclysta siterata* (Huf., 1767), **f.** Adult of *Pachypasa otus* (Dr., [1773]), **g.** Adult of *Menophra berenicidaria* (Tr., 1924), **h.** Adult of *Thalerastria diaphora* (Staudinger, 1879), **i.** Adult of *Laothoe*

populi (Linnaeus, 1758), **i.** Adult of *Biston stratarius* (Hufnagel, 1767), **j.** Adult of *Dysauxes ancilla* (Linnaeus, 1767), **k.** Adult of *Lygephila amasina* (Staudinger, 1879), **l.** Adult of *Ligdia adustata* ([Denis & Schiffermüller], 1775), **m.** Adult of *Hydria cervinalis* (Scopoli, 1763), **n.** Adult of *Cidaria fulvata* (Forster, 1771), **o.** Adult of *Thalophila matura* (Hufnagel, 1766), **ö.** Adult of *Camptogramma bilineata* (Linnaeus, 1758), **p.** Adult of *Eumera rejina* Staudinger, 1892, **r.** Adult of *Chiasmia aestimaria* (Hübner, [1809]), **s.** Adult of *Neognopharmia stevenaria* (Boisduval, 1840)

Table 1
Collected station

No	Stations	No	Stations
1	Eskişehir, Alpu, Büğdüz 26.07.2019 1527 m 39° 51' 20" N 31° 7' 39" E	25	Eskişehir, Mihaliçcık, Sazak 7.06.2021 833 m 39° 47' 4" N 31° 36' 57" E
2	Eskişehir, Alpu, Ağaçhisar 26.07.2019 1412 m 39° 58' 24" N 31° 10' 22	26	Eskişehir, Mihaliçcık, Diközü 7.06.2021 854 m 39° 47' 26" N 31° 31' 29" E
3	Eskişehir, Tepebaşı, Koyunlar 31.08.2019 1161 m 39° 52' 46" N 30° 32' 36" E	27	Eskişehir, Mihaliçcık, Güce 8.06.2021 980 m 39° 50' 7" N 31° 20' 28" E
4	Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ 31.08.2019 1110 m 39° 56' 26" N 30° 35' 55" E	28	Eskişehir, Mihaliçcık, Belen 7.06.2021 1234 m 39° 53' 59" N 31° 31' 44" E
5	Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca 1.09.2019 523 m 39° 58' 41" N 30° 35' 39" E	29	Eskişehir, Mihaliçcık, Bahtiyar 7.06.2021 805 m 39° 55' 19" N 31° 39' 25" E
6	Eskişehir, Tepebaşı, Atalantekke 1.09.2019 636 m 39° 58' 89" N 30° 35' 57" E	30	Eskişehir, Mihaliçcık, Koyunağılı 7.06.2021 558 m 39° 58' 18" N 31° 39' 8" E
7	Eskişehir, Tepebaşı, 22.07.2020 1181 m 39° 53' 49" N 30° 37' 56" E	31	Eskişehir, Alpu, Başören 28.08.2021 1081 m 39° 56' 34" N 30° 58' 13" E
8	Eskişehir, Tepebaşı, Atalantekke 22.07.2020 1121 m 39° 57' 32" N 30° 31' 66" E	32	Eskişehir, Alpu, Başören 28.08.2021 1076m 39° 59' 12" N 30° 57' 45" E
9	Tepebaşı, Yakakayı 22.07.2020 1244 m 39° 56' 50" N 30° 39' 33" E	33	Eskişehir, Alpu, Sakarıkaraören 29.08.2021 797 m 40° 1' 1" N 30° 56' 43" E
10	Eskişehir, Mihaliçcık, Diközü, Sivrihisar 17.07.2020 1172 m 39° 49' 42" N 31° 28' 15" E	34	Eskişehir, Alpu, Gökçekaya 29.08.2021 585 m 40° 1' 18" N 30° 57' 58" E
11	Eskişehir, Mihaliçcık, Camikebir, Diközü Yolu 17.07.2020 1215 m 39° 50' 11" N 31° 29' 15" E	35	Eskişehir, Laçın, Sarıcakaya 9.07.2021 300 m 40° 2' 60" N 30° 45' 15" E
12	Eskişehir, Mihaliçcık, Sorkun 18.07.2020 1546 m 39° 54' 49" N 31° 25' 42" E	36	Eskişehir, Laçın, Sarıcakaya 10.07.2021 288 m 40° 4' 9" N 30° 47' 15" E
13	Eskişehir, Mihaliçcık, Sorkun 18.07.2020 1364 m 39° 55' 22" N 31° 25' 22" E	37	Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy 10.07.2021 244 m 5 40° 4' 15" N 30° 48' 50" E
14	Eskişehir, Mihalgazi, Bozaniç 21.08.2020 257 m 40° 2' 35" N 30° 35' 13" E.	38	Eskişehir, Tepebaşı, Kozlubl 21.08.2021 897 m 39° 54' 33" N 30° 52' 52" E
15	Eskişehir, Mihalgazi, Bozaniç 21.08.2020 233 m 40° 2' 121" N 30° 35' 33" E	39	Eskişehir, Alpu, Büğdüz 23.04.2022 906 m 39° 52' 37" N 31° 4' 4" E
16	Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca 22.08.2020 425 m 39° 59' 141" N 30° 35' 20" E	40	Eskişehir, Alpu, Özdenk 23.04.2022 1002 m 39° 54' 16" N 31° 0' 17" E
17	Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca 22.08.2020 330 m 39° 59' 49" N 30° 34' 37" E	41	Eskişehir, Alpu, Özdenk 30.04.2022 1004 m 39° 54' 16" N 31° 0' 16" E
18	Eskişehir, Sarıcakaya, Mayıslar 18.09.2020 384 m 40° 0' 35" N 30° 40' 59" E	42	Eskişehir, Alpu, Başören 30.04.2022 1084 m 39° 57' 14" N 30° 59' 1" E
19	Eskişehir, Sarıcakaya, Dağküplü 18.09.2020 827 m 39° 58' 17" N 30° 41' 5" E	43	Eskişehir, Alpu, Belkese 30.04.2022 1006 m 39° 59' 32" N 30° 57' 23" E
20	Eskişehir, Sarıcakaya, Dağküplü 19.09.2020 945 m 39° 58' 10" N 30° 40' 49" E;	44	Eskişehir, Alpu, Belkese 30.04.2022 1213 m 39° 59' 31" N 30° 58' 53" E
21	Eskişehir, Mihaliçcık, Ahurözü 28.06.2021 1100 m 39° 47' 39" N 31° 14' 22" E	45	Eskişehir, Mihaliçcık, Korucu 26.05.2022 1067 m 39° 49' 56" N 31° 21' 14" E

Table 1

Collected station (continues)

No	Stations	No	Stations
22	Eskişehir, Mihaliçcık, Hamidiye 28.06.2021 1406 m 39° 51' 11" N 31° 40' 3" E	46	Eskişehir, Mihaliçcık, Diközü, Sivrihisar 26.05.2022 1031 m 39° 48' 33" N 31° 28' 38" E
23	Eskişehir, Mihaliçcık, Üçbaşı 28.06.2021 1164 m 39° 49' 17" N 31° 40' 4" E	47	Eskişehir,Alpu, Bügdüz 26.05.2022 933 m 39° 52' 37" N 31° 4' 29" E
24	Eskişehir, Mihaliçcık, Üçbaşı 7.06.2021 910 m 39° 47' 31" N 31° 37' 57" E	48	Eskişehir,Alpu, Bozan 26.05.2022 840 m 39° 48' 19" N 31° 6' 7" E
		49	Eskişehir, Beylikova, Süleymaniye 23.04.2022 753 m 39° 41' 3" N 31° 20' 58" E

Table 2

City plate codes

Province	Cod	Province	Cod	Province	Cod	Province	Cod	Province	Cod
Adana	1	Çankırı	18	İzmir	35	Ordu	52	Bayburt	69
Adıyaman	2	Çorum	19	Kars	36	Rize	53	Karaman	70
Afyon	3	Denizli	20	Kastamonu	37	Sakarya	54	Kırıkkale	71
Ağrı	4	Diyarbakır	21	Kayseri	38	Samsun	55	Batman	72
Amasya	5	Edirne	22	Kırklareli	39	Siirt	56	Şırnak	73
Ankara	6	Elazığ	23	Kırşehir	40	Sinop	57	Bartın	74
Antalya	7	Erzincan	24	Kocaeli	41	Sivas	58	Ardahan	75
Artvin	8	Erzurum	25	Konya	42	Tekirdağ	59	Iğdır	76
Aydın	9	Eskişehir	26	Kütahya	43	Tokat	60	Yalova	77
Balıkesir	10	Gaziantep	27	Malatya	44	Trabzon	61	Karabük	78
Bilecik	11	Giresun	28	Manisa	45	Tunceli	62	Kilis	79
Bingöl	12	Gümüşhane	29	Kahramanmaraş	46	Şanlıurfa	63	Osmaniye	80
Bitlis	13	Hakkari	30	Mardin	47	Uşak	64	Düzce	81
Bolu	14	Hatay	31	Muğla	48	Van	65		
Burdur	15	Isparta	32	Muş	49	Yozgat	66		
Bursa	16	İçel	33	Nevşehir	50	Zonguldak	67		
Çanakkale	17	İstanbul	34	Niğde	51	Aksaray	68		

3. Result and Discussion

In this research, a total 113 species are listed alphabetically under the related families with number species and distribution in Turkey (Table 3). 106 species are recorded for the first time from moth fauna of Eskişehir province. Eight species are recorded for the first time from of the Central Anatolia Region: *Amphipoea oculea* (Linn.,1761), *Mythimna (Anapoma) riparia* (Ram.,1829), *Noctua (Paranoctua) interposita* (Hb.,1790), *Ascotis selenaria* ([Den. & Sch.],1775), *Chloroclysta siterata* (Huf., 1767), *Pachypasa otus* (Dr., [1773]), *Menophra berenicidaria* (Tr., 1924), *Aedia leucomelas* (Linn., 1758). *Dysauxes ancilla* (Linnaeus, 1767) was known only from Ankara and Isparta provinces in Turkey (Koçak & Kemal, 2018). Eskişehir record is the westernmost distribution record of this species.

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number
Erebidae	<i>Arctia festiva</i> (Hufnagel, 1766)	05 06 12 13 14 16 17 21 24 25 27 32 36 38 40 42 44 47 49 56 58 60 63 64 65 71 75	49	1
	<i>Arctia villica</i> (Linnaeus, 1758)	01 03 04 05 06 07 10 13 14 15 16 17 19 21 22 23 26 27 29 31 32 33 34 36 37 39 42 44 46 48 55 56 60 61 62 64 66 71 75 80	22,2	2
	<i>Catocala hymenaea</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	05 06 07 09 13 16 30 33 34 35 42 50 56 60 65	32,37	3
	<i>Catocala nupta</i> (Linnaeus, 1767)	12 13 16 21 30 33 38 39 46 48 51 56 59 62 65 73	20,4	2
	<i>Drasteria cailino</i> (Lefèbvre, 1827)	01 02 03 04 05 06 08 13 14 18 21 24 25 29 30 33 42 44 45 46 47 50 51 56 58 60 62 65 66 69 73	22	1
	<i>Dysauxes ancilla</i> (Linnaeus, 1767)	06 32	13	1
	<i>Dysauxes famula</i> (Freyer, 1836)	01 04 06 07 08 10 11 12 13 14 16 17 21 23 25 30 31 33 34 36 38 42 44 45 46 50 56 59 60 65 71 73 76	1,14,16,21,24, 28,35	25
	<i>Dysgonia algira</i> (Linnaeus, 1767)	01 05 07 08 10 13 16 17 18 21 22 27 28 30 31 33 34 35 39 40 42 44 45 48 50 52 56 61 62 63 65 73	18,30,34,35	11
	<i>Eublemma purpurinum</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	03 05 10 14 18 24 34 36 42 44 50 56 60 62 65	6	1
	<i>Euplagia quadripunctaria</i> (Poda, 1761)	01 05 06 07 08 09 13 14 16 21 25 29 31 33 34 35 36 41 45 46 48 51 52 53 56 58 60 62 65 75 78	33	4
	<i>Euproctis chrysorrhoea</i> (Linnaeus, 1758)	04 05 06 08 12 13 14 16 19 24 25 36 38 42 46 49 50 55 56 58 60 65 66 71 75 76	7,8,9,10,11	10
	<i>Grammodes stolidia</i> (Fabricius, 1775)	01 05 06 07 08 09 16 18 31 33 35 36 39 44 56 62 63 65 73 76	5,24,28,30,37	13
	<i>Lygephila amasina</i> (Staudinger, 1879)	01 03 04 05 06 07 08 11 13 18 24 25 32 33 36 42 49 50 51 56 58 62 65 66 70	5,6,10,11,14,2 0,21,23,28,33, 34	45
	<i>Lygephila craccae</i> (Fabricius, 1787)	01 05 06 07 08 12 13 14 16 17 18 22 23 24 25 29 30 31 33 36 42 44 48 49 50 56 58 60 62 63 65 75 76	5,6,10,16,18,2 0,21,22,23,30, 31,33,34,35,37	42
	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	06 07 10 11 12 13 17 19 23 25 30 31 33 36 46 48 49 50 56 62 65 71 76	31,32,34	3
	<i>Manulea costalis</i> (Zeller, 1847)	01 06 07 08 10 16 25 33 34 36 42 45 46 48 51 53 56 75	4,6,8,12,16,19	16
	<i>Pericyma albidentaria</i> (Freyer, [1841])	06 09 19 23 33 35 36 42 44 46 47 50 51 56 58 66 70 76	24,25,28,30,37	19
	<i>Phragmatobia placida</i> (Frivaldsky, 1835)	04 05 06 10 13 21 23 30 31 32 33 36 42 43 46 50 51 55 56 58 60 65 73	29	1
	<i>Phytometra viridaria</i> (Clerck, 1759)	04 05 07 08 11 14 16 22 25 32 33 39 42 50 54 58 59 60 65	8,10,12,13	11
	<i>Tyria jacobaeae</i> (Linnaeus, 1758)	04 05 06 07 13 16 19 23 25 29 30 34 36 48 60 65 71	37	2

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number
Erebidae	<i>Zekelita antiqualis</i> (Hübner, [1809])	01 03 05 06 07 08 12 13 16 17 18 24 30 32 33 35 36 37 42 44 45 46 47 48 50 51 56 58 62 65 67 70 73	10,13,22,23,28, 35,36,37	51
	<i>Zekelita ravalis</i> (Herrich-Schäffer, [1852])	01 05 06 07 08 13 18 24 25 27 30 31 33 35 42 44 46 47 50 56 58 62 65 69 70 76	10,17,24,25,26, 28	17
	<i>Zethes insularis</i> Rambur, 1833	02 05 07 10 14 16 21 22 31 33 35 42 45 48 56 63	28	2
Cossidae	<i>Cossus cossus</i> (Linnaeus, 1758)	01 05 06 12 13 14 16 17 19 23 25 30 36 42 46 49 53 55 56 58 60 61 62 65 70 73 76	24	1
Drepanidae	<i>Cilix asiatica</i> A. Bang-Haas, 1907	05 06 07 10 12 13 17 21 30 31 33 36 42 44 45 46 47 49 50 56 58 60 65 71 73	5,12,35	3
	<i>Watsonalla binaria</i> (Hufnagel, 1767)	02 05 06 08 10 12 13 14 16 21 30 31 42 46 49 50 53 56 62 65 71 73 75	1,5,6	9
Geometridae	<i>Ascotis selenaria</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	01 05 10 14 16 17 21 22 31 33 34 45 46 52 56 57 61 65 81	8,9,12,13,23,29 ,34	12
	<i>Biston strataris</i> (Hufnagel, 1767)	01 05 13 33 34 42	44	1
	<i>Camptogramma bilineata</i> (Linnaeus, 1758)	01 02 05 06 10 13 14 16 17 18 21 22 23 28 30 33 34 35 36 38 39 42 44 45 46 48 52 56 57 59 60 65 73 80	4,16	2
	<i>Chiasmia aestimaria</i> (Hübner, [1809])	08 16 30 42 46 48 56 65	35	8
	<i>Chiasmia clathrata</i> (Linnaeus, 1758)	02 05 06 10 13 14 16 18 21 22 30 31 33 34 36 42 46 49 50 56 65 71 75 80 81	29	1
	<i>Chloroclysta siterata</i> (Hufnagel, 1767)	14 33 46 56 65 75	42,43	3
	<i>Cidaria fulvata</i> (Forster, 1771)	06 13 14 24 29 42 58 61 65 69 75 76	2,12,13	6
	<i>Comibaena bajularia</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	07 13 14 31 32 37 39 42 52 57 60 61	22	3
	<i>Crocallis inexpectata</i> Warnecke, 1940	05 08 18 25 33 42 50 51 52 56 58 62 65 66	20,32,34	11
	<i>Dyscia innocentaria</i> (Christoph, 1885)	01 05 06 07 13 14 16 17 18 20 21 25 27 30 34 35 36 38 42 44 45 46 47 50 56 65 71	19,20,24,30	14
	<i>Eilicrinia cordiaria</i> (Hübner, 1790)	01 02 05 06 09 13 14 16 18 22 24 30 36 38 42 44 45 46 51 56 58 59 61 65 71 73	37	21
	<i>Eumera regina</i> Staudinger, 1892	05 14 33 42 58	6,12	2
	<i>Heliomata glarearia</i> (Brahm, 1791)	01 05 06 13 14 16 29 30 36 37 39 43 49 56 60 65 71 75 76	29	1
	<i>Hydria cervinalis</i> (Scopoli, 1763)	05 06 17 24 29 51 58	42	2
	<i>Idaea ostrinaria</i> (Hübner, [1813])	01 07 16 17 31 33 42 44 46 59 60 71 80	23	5
	<i>Ligdia adustata</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	05 14 16 18 22 33 39 53 61 81	43	5
	<i>Menophra berenicidaria</i> (Turati, 1924)	07 81	35	3

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number
Geometridae	<i>Narraga cappadocica</i> Herbulot, 1943	06 18 38 58 71	26	8
	<i>Neognopharmia stevenaria</i> (Boisduval, 1840)	01 02 05 06 08 13 14 16 17 21 22 25 27 30 31 36 42 44 46 56 61 65	12,23	7
	<i>Orthostixis cribraria</i> (Hübner, [1799])	01 05 06 12 13 14 16 17 29 31 33 42 46 56 65 72 75 80	16	1
	<i>Rhodostrophia auctata</i> (Staudinger, 1879)	01 05 06 12 13 24 25 29 38 42 43 44 46 49 50 51 56 57 58 61 62 65 69 70 71 76	29	1
	<i>Rhodostrophia vibicaria</i> (Clerck, 1759)	05 13 14 22 25 29 34 38 39 42 52 57 59 60 61 65 69 75 76 81	2,7,8,9,12,13,2 0,22,29	33
	<i>Thetidia smaragdaria</i> (Fabricius, 1787)	05 06 16 36 42 65 71	25,30	14
Lasiocampidae	<i>Dendrolimus pini</i> (Linnaeus, 1758)	03 05 06 08 11 14 17 19 24 25 36 37 42 46 53 60 61 62 70 75	1,2,5,6,8,9,12,1 3,18,23,32,33,3 4	63
	<i>Malacosoma castrensis</i> (Linnaeus, 1758)	02 04 05 06 12 13 14 16 23 24 25 30 33 35 36 38 42 44 53 56 58 60 65 71 76	26,30	4
	<i>Malacosoma neustria</i> (Linnaeus, 1758)	05 06 08 12 13 14 17 19 22 23 25 30 32 33 35 36 37 42 46 49 53 55 58 60 61 62 65 71	23,26	6
	<i>Pachypasa otus</i> (Drury, [1773])	05 13 16 21 30 31 33 35 56 62 65 73	1,33,34	7
	<i>Phyllodesma tremulifolium</i> (Hübner, [1810])	01 05 06 07 10 12 13 24 25 30 31 32 33 36 42 46 49 56 58 60 62 64 65 71	27	1
Noctuidae	<i>Abrostola triplasia</i> (Linnaeus, 1758)	04 05 08 13 16 18 25 28 31 36 37 38 39 41 53 65 75	28	1
	<i>Acontia lucida</i> (Hufnagel, 1766)	01 05 06 13 16 18 23 24 30 31 32 33 34 35 41 42 46 50 51 58 65 71 73 76	27	1
	<i>Acontia trabealis</i> (Scopoli, 1763)	01 04 05 06 07 08 11 13 16 18 30 32 33 36 38 41 42 46 50 55 56 58 59 60 65 66 71 75 76	1,5,21,23,25,26 ,27,28,30	27
	<i>Acronicta aceris</i> (Linnaeus, 1758)	01 02 05 06 07 13 16 17 24 25 30 31 33 35 36 37 39 42 46 47 50 56 58 62 65 73 76	8	1
	<i>Acronicta aceris</i> (Linnaeus, 1758)	01 02 05 06 07 13 16 17 24 25 30 31 33 35 36 37 39 42 46 47 50 56 58 62 65 73 76	8	1
	<i>Aedia leucomelas</i> (Linnaeus, 1758)	01 05 07 11 16 28 30 34 52 55 59	37	1
	<i>Aedophron rhodites</i> (Eversmann, 1851)	01 05 07 11 16 28 30 34 52 55 59	24	1
	<i>Agrotis bigramma</i> (Esper, [1790])	01 03 05 06 07 08 13 14 18 21 25 33 36 42 46 50 56 58 59 61 62 63 65 70 73 75	32,34	2
	<i>Agrotis exclamationis</i> (Linnaeus, 1758)	01 03 04 05 06 07 08 12 13 14 18 24 25 28 30 33 34 36 37 39 36 42 44 45 46 50 51 55 58 60 65 71	27,29,33	18
	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	01 03 05 06 07 08 11 13 14 15 16 18 20 21 25 27 29 30 31 32 33 35 36 37 42 44 46 47 48 49 50 51 56 57 58 62 63 65 67 69 71 73 80	32	1

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number
Noctuidae	<i>Amphipyra pyramidea</i> (Linnaeus, 1758)	01 05 06 08 14 16 30 31 33 43 56 59	4	1
	<i>Amphipyra stix</i> Herrich-Schäffer, [1850]	01 05 06 08 13 15 25 30 32 36 41 42 50 56 62 65 73	1,32	3
	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)	01 03 04 05 06 07 08 10 13 14 16 17 18 19 21 24 25 26 28 30 31 32 33 35 37 38 39 42 43 44 48 49 50 51 52 56 58 61 62 63 65 66 73 75 76 80	28,32	2
	<i>Calamia staudingeri</i> Warnecke, 1941	01 04 13 25 30 36 38 42 51 58 65 76	24	3
	<i>Chersotis fimbriola</i> (Esper, [1803])	01 03 04 05 06 08 12 13 18 19 23 24 25 29 30 36 38 42 44 46 49 50 51 56 58 60 65 66 69 70 73 76	12,24	4
	<i>Dicycla oo</i> (Linnaeus, 1758)	01 02 05 06 07 08 11 17 18 21 22 28 30 33 38 39 42 46 47 56 65	21,23	9
	<i>Epilecta linogrisea</i> ([Denis Schiffermüller], 1775)	& 01 03 05 06 08 16 17 31 33 42 46 50 56 62 65	4,20,31,32,33,3 4,37	18
	<i>Episema tersa</i> ([Denis Schiffermüller], 1775)	& 06 07 13 14 18 21 25 42 46 49 50 51 56 58 62 65	20	1
	<i>Hadena compta</i> ([Denis Schiffermüller], 1775)	& 03 04 05 06 08 13 16 18 24 25 29 30 32 33 36 42 46 49 50 51 56 58 60 62 63 65 66 76	7,11,13	3
	<i>Anarta mendax</i> (Staudinger, 1879)	01 02 05 06 07 13 16 18 20 24 25 27 29 30 31 33 36 37 38 42 46 49 50 51 56 58 60 65 66 70	37	2
	<i>Haemerosia renalis</i> (Hübner, [1813])	05 06 09 12 13 15 16 25 30 32 33 36 40 42 46 47 50 56 62 65 66 73	5,7,8,10,11,12, 17	11
	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, [1808])	01 04 05 06 08 13 14 16 20 25 26 28 30 31 33 36 37 44 46 47 49 50 51 53 56 57 58 61 63 65 71 75	14	1
	<i>Heliothis peltigera</i> ([Denis Schiffermüller], 1775)	& 01 05 06 07 08 09 13 16 18 20 21 24 25 27 30 31 33 35 36 38 42 44 45 46 50 51 56 58 63 65 66 73 75 80	1	1
	<i>Lacanobia w-latinum</i> (Hufnagel, 1766)	04 05 06 11 13 18 21 24 25 28 30 33 34 36 37 39 42 49 50 58 60 61 65	28,29	2
	<i>Mesogona acetosellae</i> (Goeze, 1781)	05 06 14 18 24 25 30 36 38 56 58 65	20	9
	<i>Mythimna l-album</i> (Linnaeus, 1767)	05 06 07 08 10 12 13 16 17 18 21 25 30 31 32 33 34 36 38 39 42 44 45 46 49 50 51 56 58 61 62 63 65 69 80	1,18,23,30	9
	<i>Mythimna riparia</i> (Rambur, 1829)	10 22 48 60 63	28	1
	<i>Mythimna vitellina</i> (Hübner, [1808])	01 02 03 05 06 07 08 09 13 16 17 18 21 22 23 24 25 27 28 29 30 31 33 34 35 36 37 39 42 44 45 46 48 49 50 51 52 56 58 62 63 65 73 75 76 80	3,4,5,15,16,17, 18,19,20,24,25 ,26,27,28,31,3 2,33,34,35	158
	<i>Noctua fimbriata</i> (Schreber, 1759)	03 05 06 07 08 12 13 14 16 18 25 29 30 39 42 43 46 49 51 56 59 60 62 65 73 80	2,3,12,19,20,3 2,33,34,37	17
	<i>Noctua haywardi</i> (Tams, 1926)	01 05 06 07 09 11 14 17 18 22 33 42 43 51 65 66	3,6,8,9,12,13,1 5,16,18,32,33, 37	57

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number	
Noctuidae	<i>Noctua interposita</i> (Hübner, 1790)	65	7,8,9,20,21,22,28,29,32,37	22	
	<i>Noctua orbona</i> (Hufnagel, 1766)	01 03 04 05 06 07 08 13 14 16 17 18 21 23 25 27 28 30 31 36 38 39 42 43 46 47 50 51 56 58 59 60 62 63 65 66 70	1,3,4,5,12,16,18,20,21,22,2,3,26,28,29,32,33,35	68	
	<i>Noctua pronuba</i> (Linnaeus, 1758)	01 04 05 06 07 08 13 14 16 17 18 21 24 27 28 31 33 34 35 36 39 42 43 44 45 46 50 51 56 58 59 60 61 62 63 65 71 73	1,3,9,12,23,25,26,28,31,32,34	27	
	<i>Olivenebula subsericata</i> (Herrich-Schäffer, 1861)	03 05 08 13 16 17 18 30 33 34 35 42 46 50 58	3,33,34	8	
	<i>Panolis flammea</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	06 16 42 43	42	1	
	<i>Periphanes delphinii</i> (Linnaeus, 1758)	01 04 05 06 07 18 22 23 24 25 32 36 42 44 46 50 51 58 60 65 66 76	25,26	2	
	<i>Scotochrosta pulla</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	06 13 24 25 30 42 56 62	19,20	6	
	<i>Teinoptera oliva</i> (Staudinger, [1895])	01 18 24 25 32 37 42 44 50 51 58 60 70	9,24,25,26,28,35,37	42	
	<i>Thalerastria diaphora</i> (Staudinger, 1879)	05 06 08 09 13 18 24 25 30 33 36 42 44 47 50 51 58 65 69 70 73 76 0	25,38,45,46,47,48	28	
	<i>Thalophila matura</i> (Hufnagel, 1766)	17 37 40 57 61	1,3,5,20	9	
	<i>Tyta luctuosa</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	01 02 04 05 06 07 08 11 13 14 16 17 18 22 23 25 30 31 32 33 34 35 36 38 42 44 46 50 51 56 58 60 61 62 63 65 66 67 69 70 71 75 76	1,7,10,12,23,28,34	10	
	<i>Valeria oleagina</i> (Esper, [1786])	04 06 09 13 15 21 30 42 43 46 47 56 58 65 73	39,40,42,43,44	12	
	<i>Xestia c-nigrum</i> (Linnaeus, 1758)	05 13 28 34 33 36 50 51 56 58 60 61 65 75	20	1	
	<i>Xylena exsoleta</i> (Linnaeus, 1758)	01 05 06 09 13 15 25 26 33 36 45 46 50 65 66	42	1	
	Nolidae	<i>Bena bicolorana</i> (Fuessly, 1775)	01 02 05 06 11 13 17 18 21 33 39 42 46 48 56 62 73	6,33	2
	Notodontidae	<i>Harpyia milhauseri</i> (Fabricius, 1775)	05 06 07 10 12 13 14 21 24 30 31 33 37 42 46 48 49 53 56 60 62 64 65 66 71 73	43	2
		<i>Phalera bucephala</i> (Linnaeus, 1758)	05 12 13 14 16 17 24 25 32 36 42 49 53 56 58 60 61 65	8	1
		<i>Phalera bucephaloides</i> (Ochsenheimer, 1810)	06 07 12 13 14 21 24 30 31 37 42 56 62	11,20	2
		<i>Pterostoma palpinum</i> (Clerck, 1759)	06 12 13 14 16 19 24 25 30 32 36 37 42 46 49 50 56 60 62 65 71	27	1
		<i>Spatalia argentina</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	01 02 05 06 07 08 10 12 13 14 16 17 18 19 20 21 24 30 31 32 33 35 42 46 49 56 61 62 64 65 66 71 73 80	16,23	2
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)		01 05 07 09 10 16 19 31 33 34 42 46 48 55 59 60 70	14,15,33	14	
Sphingidae		<i>Deilephila porcellus</i> (Linnaeus, 1758)	05 06 13 16 33 35 45 58 60 71	29	1
	<i>Deilephila suellus</i> Staudinger, 1878	01 04 05 06 07 12 13 19 25 30 32 42 49 50 58 60 61 65 66 70 71	27,29	2	

Table 3

The collecting stations of the macrolepidoptera species from Sündiken Mountains and their distributions in Turkey (continues)

Family	Species	Distribution	Station Number	Specimens Number
Sphingidae	<i>Hyles euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758)	01 05 06 07 09 10 13 14 15 16 17 20 21 24 25 30 32 33 35 36 42 45 44 46 47 48 50 51 56 58 60 63 65 70 73 76	28	1
	<i>Laothoe populi</i> (Linnaeus, 1758)	02 05 06 12 13 25 30 32 36 42 44 46 48 53 56 60 65 71 75	14	11
	<i>Marumba quercuss</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)	01 02 05 06 07 10 12 13 19 21 30 31 33 42 46 47 48 49 56 62 65 73	21,28	6
	<i>Rethera komarovi</i> (Christoph, 1885)	02 05 06 13 23 30 36 42 44 46 56 60 65 66 70 71	30,25	2
	<i>Sphinx pinastri</i> Linnaeus, 1758	05 06 08 09 10 15 17 19 31 32 33 36 42 46 60	1,2,5,8,12,18, 31,32,34	30

Table 4

Comparison of the macroheterocera species identified in the study area and the groups they belong with the existing literature.

Distribution of Types in the Study Area		
Family	Number of species identified	Number of species in literature
Erebidae Leach, [1815]	23	5
Cossidae Leach, [1815]	1	2
Drepanidae Boisduval, 1828	2	-
Geometridae Leach, 1815	23	5
Lasiocampidae Hanis, 1841	5	-
Nolidae Bruand, 1847	1	-
Noctuidae Latreille, 1809	45	17
Notodontidae Stephens, 1828	6	2
Sphingidae Latreille, [1802]	7	-
Saturniidae	-	2
Hepialidae	-	2
Total	113	34

22 species identified from the study area are included in the list of agricultural and forest damage. *Arctia villica* (Linnaeus, 1758), *Euplagia quadripunctaria* (Poda, 1761), *Cossus cossus* (Linnaeus, 1758), *Dendrolimus pini* (Linnaeus, 1758), *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758), *Pachypasa otus* (Drury, [1773]), *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758), *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758), *Thaumetapoea pityocampa* ([Denis & Schiffermüller], 1775), *Amphipyra pyramidea* (Linnaeus, 1758), *Bena bicolorana* (Fuessly, 1775), *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758), *Acronicta aceris* (Linnaeus, 1758), known as a forest pests (Karl, 1871, Bodenheimer, 1941, Keyder, 1961). *Cossus cossus* (Linnaeus, 1758), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766), *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758), *Helicoverpa armigera* (Hübner, [1808]), *Heliothis peltigera* ([Denis & Schiffermüller], 1775) are known as agricultural pests ([Anonymous, 2008a](#), [2008b](#), [Keyder, 1961](#)).

160 species are known in Eskişehir province ([Nizamoglu, 1962, 1963](#); [Canakcioglu, 1963](#); [İren, 1972](#), [İren and Bulut, 1981](#), [Kornoşor, 1992](#), [Seven \[Çalışkan\], 2014](#); [Koçak & Kemal, 2018](#)). Of these, 101 species belong to butterflies and 59 species belong to moths. Of the 59 moth records, only 34 belong to macrolepidoptera. In this study, 113 species belonging to 10 families were identified in the macroheterocera. 4 families (Drepanidae, Nolidae, Lasiocampidae, Sphingidae) were identified for the first time from Eskişehir. The number of identified species and the families they belong to were compared with the literature data ([Table 4](#)). With this study, the number of Lepidoptera species of Eskişehir increased from 160 to 266.

Distribution of species by families: Erebidae (23), Noctuidae (45), Geometridae (23), SpHINGIDAE (7), Cossidae (1), Drepanidae (2), Lasiocampidae (5), Nolidae (1), Notodontidae (6). Noctuidae family is the most crowded family in the study area with 61 species. Cossidae and Nolidae family are represented by a single species in the region (Figure 3).

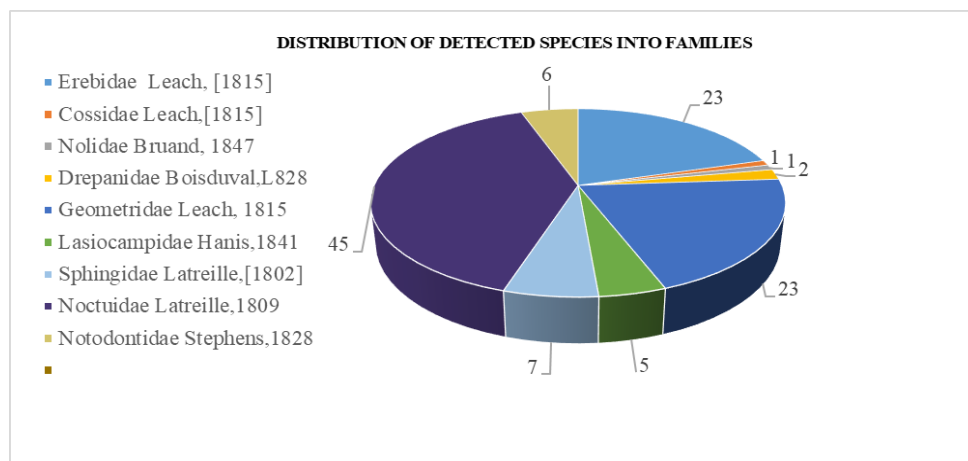


Figure 3. Distribution of identified species into families

4. Conclusion

The species of *Narraga* are indicators and are found only in the *Artemisia* steppe (Skou & Sihvonen, 2015). Three species of this genus are known in Turkey (*N. cappadocica*, *N. fasciolaria*, *N. tessularia*) (Koçak & Kemal, 2018). *Narraga* specimens identified from the research area show similarity with *sp. cappadocica* the most with their external morphology and male genitalia. This species has been defined as a subspecies of *nelvae* (*Narraga nelvae* ssp. *cappadocica* Herbulot, 1943 locus typicus [Türkei, Kappadokien, Kayseri]). The taxon with a 5% molecular difference was increased to the species (Skou & Sihvonen, 2015). The population of this endemic species in Turkey need to be investigated.

Laothoe populeti has been defined from Northern Iran by Bienert (1870). According to Danner et al. (1998), this species spreads in Turkey and western Iran. This species has been for a long time listed from Türkiye as *L. populi* (Mathew, 1881, Rebel, 1903, Acatay 1959, Kansu, 1963, de Freina, 1979, Kornosor & Sertkaya, 1996, Mol & Avci, 1997, Kaygin et al., 2009) and quite recently this identification was changed to *L. populeti* Didmanidze et al. (2013) compared the molecular data of these two species and according to COI stated that they were genetically different. Zolotuhin (2018) revised the genus *Laothoe*. *L. populi* is common in Europe and *L. populeti* is widespread in Iran and Turkey. Danner et al. (1998) stated in their study that it is not yet known whether *L. populi* is on the European side of Turkey and therefore penetrates the Turkish peninsula. The specimens examined in this study were compared with the male genital structures of the *sp. populi* and *sp. populeti* (Zolotuhin, 2018). The spines in the vesica, which is especially emphasized in the species distinction, and the distribution of the spines are the same as in *L. populi*. This study confirmed the existence of *L. populi* in Turkey. The distribution areas of these two species should be identified with the samples to be taken from different regions of Turkey and the status of the species should be examined.

Lygephila lusoria is included in the Erebidae. Staudinger (1878) identified *L. lusoria* var. *amasina* from Turkey. In previous studies, samples from Turkey were reported as *L. lusoria*. In recent studies, it is given as *L. amasina* (Babics & L. Ronkay, 2009, Fibiger et al., 2010, Pekarsky, 2013, Koçak et al., 2021). This taxon has also been reported from Rhodes outside of Turkey (Fibiger et al., 2010). *Lygephila lusoria lusoria* is the largest representative of the species group. It differs from *Lygephila amasina* by a less contrasting wing pattern and sharp inner corner of the kidney-shaped stigmata. In Europe it extends from Spain to Bulgaria, from Ukraine to southern Russia and western Kazakhstan (Uralsk). The distribution of *L. amasina* is known as

Turkey, Lebanon and Israel (Pekarsky, 2013). The presence of *Lygephila lusoria*, which spreads in the Western Palearctic, in Turkey (especially in the Thrace region) should be investigated.

Considering the contribution of the number of Macroheterocera species detected in this study to Eskişehir province, it is expected that the number of Lepidoptera will increase significantly with new studies to be conducted in the field. The detailed data given with this study will make significant contributions to the future type protection activities.

Author Contributions

Author Nebahat Kocasaraç: Laboratory studies, collected data and wrote the article.

Author Selma Seven Çalışkan: Planned the study, checked species diagnoses, evaluated data and wrote the article

Author Mustafa Özdemir: Checked species diagnoses, evaluated data and wrote the article.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

References

- Acatay, A. (1959). Pappelschadlinge in der Turkei. *Anz. f. Schadl.*, 32, 129-134.
- Anonymous, (2008a). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt .3*, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 332 s.
- Anonymous, (2008b). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt 4*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 388 s.
- Aykal A. & Seven E. 2022. The geometrid moths (Lepidoptera) of the ancient city Hasankeyf (Batman) and a new species for the Turkish fauna. *Trakya Univ J Nat Sci*, 23(1): 81-94.
- Babics, J., & Ronkay L. (2009). Two new *Lygephila* Billberg, 1820 species from the Himalayan-Sino-Tibetan region (Lepidoptera, Noctuidae, Catocalinae) *Folia Entomologica Hungarica*. Volume 70:169–180 pp.
- Bienert, T. (1870). *Lepidopterologische Ergebnisse einer Reise in Persien in den Jahren 1858 und 1859*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der philosophischen Doctorwürde an der Universität Leipzig: 1-56. Leipzig.
- Bodenheimer, F. S. (1941). *Türkiye'de Ziraata ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüt*. Bayur Matbaası, 1958, Ankara, 186 s.
- Boursin, C. (1940). Beiträge zur Kenntnis der "Agrotinae-Trifinae" XXIII. *Mitteilungen der münchener entomologischen gesellschaft* e. V. 30 (2): 474-543.
- Boursin, C. (1941). Beiträge zur Kenntnis der, Agrotidae-Trifinae XXIX. I. Über zwei für die französische Fauna neue *Bryophila*-Arten, nebst Beschreibung einer neuen Art (vorläufige Studie). *Mitteilungen der münchener entomologischen gesellschaft* e. V., 31 (1): 315-320.
- Boursin, C. (1962). Eine neue *Aegle* Hb. aus Anatolien. *Z. wien. ent. ges.* 47: 183-186.
- Çalışkan Seven S. (2014b). A new species of blues from Turkey, *Neolycaena soezen* sp.n. (Lepidoptera: Lycaenidae, Theclinae). *SHILAP Revta. lepid.*, 42 (166), junio 2014, 311-317.
- Çalışkan Seven, S. (2014a). Review of the Genus *Chrysoclista* Stainton, 1854 (Lepidoptera: Agonoxenidae) in Turkey with a New Species. *Journal of Entomologie Research Society*. Vol 16, No 3 (2014): 67-73.
- Çanakçıoğlu, H. (1963). *Orman ağaçlarımızın tohumlarına arız olan böcek ve bazı önemli türlerin mücadeleleri üzerine araştırmalar*. T.C. Tarım Bak. Orman Gen. Müd. Yayınları. Sıra no: 343, Sei no: 17, 99s.
- Danner, F., Eitschberger, U., & Surholt, B. (1998). *Die Schwärmer der westlichen Palaearktis. Bausteine zu einer Revision (Lepidoptera, Sphingidae)*. — *Herbipoliana* 4 (1): Textband: 1-368. Tafelband: 772 S., pl. 1-571.
- Didmanidze, A., Petrov V.A., & Zolotuhin V.V., (2013). A List of Sphingidae (Lepidoptera) of Georgia and neighbouring countries with special attention to material from the Simon JANASHIA Museum of Georgia. *Entomofauna*, Band 34, Heft 21: 269-304.

- Ekim, T. (1991) Eskişehir İli, Sündiken Dağlarındaki Orman Vejetasyonunun Bitki Sosyolojisi Bakımından Araştırılması, *Doğa Türk Botanik Dergisi*, Sayı 15, No 1, 28-40.
- Eversmann, E. F. (1844). Fauna Lepidopterologica Volgo-Uralensis. Typis Universitatis, Casani, i-xiv, 1-633.
- Fibiger, M. (1990). *Noctuidae Europaeae. Volume 1, Noctuinae I*, Sorø, Denmark. 208 pp.
- Fibiger, M. (1993). *Noctuidae Europaeae. Volume 2, Noctuinae II*, Sorø, Denmark. 230 pp.
- Fibiger, M. (1997). *Noctuidae Europaeae. Volume 3, Noctuinae III*, Sorø, Denmark. 418 pp.
- Fibiger M. & Hacker, H. (2007). *Noctuidae Europaeae. Volume 9*, Sorø, Denmark. 410 pp
- Fibiger M, Ronkay L, Steiner A, Yela JL., & Zilli A, (2009). *Noctuidae Europaeae. Volume 11*, Sorø, Denmark. 504 pp.
- Fibiger M, Ronkay L, Steiner A, Yela JL., & Zilli A, (2010). *Noctuidae Europaeae. Volume 12*, Sorø, Denmark. 451 pp.
- Fibiger M, László, G.M., Ronkay, G., Ronkay L, Speidel, W., Varga, Z., Wahlberg N., Witt T.J., Yela, J., Zahiri R. & Zilli A, (2011). *Noctuidae Europaeae. Volume 13*, Sorø, Denmark. 448 pp.
- Freina de , J. (1979): 1. Beitrag zur systematischen Erfassung der Bombyces- und Sphinges-Fauna Kleinasiens – *Atalanta* 10: 175-224
- Freina de, J. & Hacker, H. (1985). Neue Arten und Unterarten der Familie Noctuidae aus Anatolien und Türkisch Kurdistan (Lepidoptera, Noctuidae). *Entomofauna, zeitschrift für entomologie*. Band 6, Heft 19: 241-261.
- Hacker, H., Kuhna, P., & Gross F. J. (1986). 4. Beitrag zur Erfassung der Noctuidae der Türkei. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 76, 79-141.
- Hacker, H. (1986a). Beitrag zur Erfassung der Noctuidae der Türkei Beschreibung neuer Taxa, Erkenntnisse zur Systematic der kleinasiatischen Arten und faunistisch bemerkenswerte Funde aus den Aufsammlungen von de Freina aus den Jahren 1976-1983 (Lepidoptera). *Spixiana* 9 (1): 25-81.
- Hacker, H. (1986b). Erster Beitrag zur systematischen Erfassung der Noctuidae de Türkei (Lepidoptera). *Atalanta*, 17: 1-26.
- Hacker, H. (1987). Siebenter Beitrag zur Systematischen Erfassung der Noctuidae der Türkei Beschreibung neuer Taxa und bemerkenswerte Funde aus neueren Aufsammlungen (Lipidoptera). *Atalanta* 18: 121-167.
- Hacker, H., Ronkay,L., & Hreblay, M.(2002). *Noctuidae Europaeae. Volume 4, Hadeninae I*, Sorø, Denmark. 452 pp.
- Hausmann, A. (2001). *Introduction, Archiearinae, Orthostixinae, Desmobathrinae, Alsophilinae, Geometrinae*. In: Hausmann A. (Ed.) *The Geometrid Moths of Europe 1*. Apollo Books, Stenstrup, 1-282.
- Hausmann, A. (2004). Sterrhinae. In: Hausmann A. (ed.): *The Geometrid Moths of Europe 2*. Apollo Books, Stenstrup, 600 pp., 24 pl., 237 text-figs, 420 b/w drawings, 198 maps.
- Hausmann, A. & Viidalepp, J. (2012). *Larentiinae I*. In: Hausmann A. (ed.). *The geometrid moths of Europe 3*. Stenstrup, Denmark, 743pp.
- Herrich-Schäffer, G. A. W. (1843-1856). *Systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa*, Zugleich als Text, Revision und Supplement zu Jacop Hübner's Sammlung Europäischer Schmetterlinge. 6 vols. Regensburg.
- Hübner, J. (1790). *Beiträge zur Geschichte der Schmetterlinge* [134 pp.], Augsburg, p.16.
- Hübner, J. 1796-[1838]. *Sammlung europäischer Schmetterlinge*. vol. 5, Geometrae: 113.
- İren, Z. (1972). *Orta Anadolu Bölgesinde önemli bağı zararlılarının tespiti üzerine araştırmalar*. T. C. Tarım Bak. Zirai Mücadele Araşt. Yıllığı. Sayı: 6, 40-41.
- İren, Z., & Bulut, H. (1981). *Orta Anadolu Bölgesinde elma ağaçlarında gövde kurdu (Synanthedon myopaeformis Borkh., Lep. Aegeridae)'nun yayılışı, zararı ve yaşatışı üzerine araştırmalar*. Tarım ve Orm. Bak. Zir. Müc. Ve Zir. Kar. Gen. Müd. Araşt. Dair. Başk. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı, Sayı:16, 66-68.
- Kansu, İ. A., 1961a. *Lepidoptera pests of Fruit trees in Ankara and its vicinity*. Un. of Ank. Yearbook of the Faculty Agriculture, 58-68.
- Kansu, A., 1961b, Türkiye Lepidoptera faunası için ilkel liste: 1. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt: 2, Sayı: 10, 3-6.
- Kansu, İ. A., 1963, Türkiye Lepidoptera faunası için ilkel liste: II. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt: 3, No:1, 3-7.
- Karl E. (1871). *Die forstinsekten Mitteleuropas*. Wentworth Press, 878 pp.
- Kaygın, A.T., Yıldız, Y. & M.Avcı, (2009). Lepidoptera fauna in Bartın province, in western black sea region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (9), pp. 815 - 822

- Kemal, M., Kızıldağ, S. & Koçak, A.Ö. 2020. On the occurrence of *Catarhoe semnana* and *permixtaria* in South East Turkey (Lepidoptera, Geometridae). *Miscellaneous Papers*, 208: 1-8.
- Keyder S. (1961). *Marmara ve Trakya Bölgesinde Zarar Yapan Noctuidae türleri üzerinde araştırmalar*. Göztepe Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınlarından, 47 pp.
- Koçak A. Ö., & Kemal, M. (2018). A synonymous and distributional list of the species of the Lepidoptera of Turkey. Centre for Entomological Studies, *Memoirs*, 8: 1–487.
- Koçak, A. Ö. (1990). Ecological notes on the Turkish Lepidoptera. *Cent. ent. stud., misc. pap.* 4: 1.
- Koçak, A. Ö., & Seven [Çalışkan], S. (1996). Anadolunun Diurnal Lepidoptera Birlikleri ve Ekolojisi. *Cent.ent. stud., priamus* 8 (3/4): 53-167.
- Koçak, A. Ö., Kemal, M., Uçak H., & Çalışkan S. S. (2021). Preliminary List of the Macro-Lepidoptera with some remarks of Ovacik District (Tunceli, East Turkey). *Priamus* 20 (1): 1-72, 49 figs.
- Koçak, A.Ö. (1991). Über Lepidopterenfauna von Kızılcahamam mit taxonomischen Notizen (Lepidoptera). *Cent. ent. stud., misc. pap.* 9: 1-10.
- Koçak, A.Ö., & Seven [Çalışkan], S. (1994a). Türkiye Lepidoptera faunasına katkılar-I. *Cent. ent. Stud., Misc. Pap.*, 20, 1-8.
- Koçak, A.Ö., & Seven [Çalışkan], S. (1994b). Türkiye Lepidoptera faunasına katkılar-II. *Cent. ent. Stud., Misc. Pap.*, 21, 1-8
- Kornoşor, S. (1992). Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Amphipyridae (Lepidoptera, Noctuidae) faunası üzerine sistematik araştırmalar. *Türkiye II. Entomoloji kongresi 28-31 Ocak 1992, Adana*, 647-660.
- Kornoşor, S., and E., Sertkaya, (1996). Dogu Akdeniz Bolgesi Sphingidae (Lepidoptera) Turleri Uzerinde Faunistik Arastirmalar, *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylul 1996, Ankara*. pp. 448-454.
- Kristensen N.P., Scoble M.J., & Karsholt O., (2007). Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa* 1668: 699-747.
- Mann, J. (1861). Zur Lepidopterenfauna von Amasia. *Wien. ent. monatschr.*, 5: 155- 162, 6: 183-193.
- Mathew, G. F. 1881. List of Lepidoptera observed in the neighbourhood of Gallipoli Turkey, in 1878. *Entomologist's mon. Mag.*, 18: 10-13, 29-32, 92-100.
- Mironov, V. (2003). *Larentiinae II (Perizomini and Eupitheciini)*. In: Hausmann A, editor. *The geometrid moths of Europe 4*. Appollo Books, Stenstrup, 664pp.
- Mol, T. & M. Avcı, (1997). Some Sphingidae species in Marmara Region. *Rev. Faculty Forestry Univ. İstanbul. Ser. A*, 47: 15-29.
- Müller, B., Erlacher, S., Hausmann, A., Rajaei, H., Sihvonen, P., Skou, P. (2019). *Geometrid Moths of Europe, vol. 6, Ennominae II*. eiden : Brill , 906 p.
- Nizamoğlu, K., (1962). *Sanayi Bitkileri Zararlıları Bölüm 3. Türkiye Ziraatine Zararlı Olan Böcekler ve Mücadelesi*. 4: 33-48.
- Nizamoğlu, K., 1963. Sanayi Bitkileri zararlıları Bölüm 3. Türkiye Ziraatine Zararlı Olan Böcekler ve Mücadelesi. 8:95-108.
- Özdemir, M. (2019). The Geometridae (Lepidoptera) fauna of Bartın province in Black Sea Region, with a new record (*Pachycnemia tibiaria* (Rambur, 1829)) for Turkey. *Entomofauna* 39/1 Heft 17, 391-413.
- Özhatay N., Byfield A. & Sema A. (2005). *Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanları*.
- Pekarsky, O. (2013). Taxonomic and morphological survey of the *Lygephila lusoria* (Linnaeus, 1758) species-group with description of a new species (Lepidoptera, Erebidae, Toxocampinae). *Zookeys*. 2013; (351): 49–81.
- Rebel, H. (1903). Studien über die Lepidopterenfauna der Balkanländer I. (Bulgarien, Ostrumelien). *Annln. Naturh. Mus.* (Wien), 18, 123-347 (1903).
- Rebel, H. (1905). Lepidopteren, [in] Penther, A. and Zedebauer, E., Ergebnisse einer naturwissenschaftlichen Reise zum Erdschias-Dagh (Kleinasien). *Annln naturh. mus. wien* 20 (2/3): 189-219.
- Rebel, H. (1913). Studien über die Lepidopterenfauna der Balkanländer III. Teil. Sammelerggebnisse aus Montenegro, Albanien, Mazedonien und Thrazien. *Annln naturh. mus. wien* 28: 281-334.
- Rebel, H. (1933). Neue Lepidopteren aus Ankara. *Z. öst. Entver.* 18: 23-24.
- Riemis, A. (1992). Geometridae of Turkey 1. Description of a new species from Eastern Turkey in the genus *Aplocera* Fletcher [sic!] (Lepidoptera, Geometridae). *Phegea* 20 (2): 75-78.
- Riemis, A. (1994). Geometridae of Turkey 3. A provisional list of the Geometridae of Turkey (Lepidoptera). *Phegea* 22 (1): 15-22.

- Riemis, A. (1998). Geometridae of Turkey 7. Additions and corrections to the provisional list of Geometridae of Turkey (Lepidoptera: Geometridae). *Phegea* 26 (2): 76–80.
- Ronkay, L. (1989). Taxonomic studies on the genus *Autophila* Hübner, 1823 (Lepidoptera, Noctuidae), II. *Acta zoologica hungarica* 35 (1-2): 111-141.
- Ronkay, L., Yela, J.L. & Hreblay, M. (2001). *Noctuidae Europaeae. Volume 5, Hadeninae II*, Sorø, Denmark. 452 pp.
- Schwingschus, L. (1938-1939). Sechster Beitrag zur lepidopterenfauna Inner Anatolians. *Ent.rdsch.* 55:
- Scopoli, J. A. (1763). *Entomologia Carniolica exhibens insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates, methodo Linn.* Vindobonae, Trattner, 37 pls, xxxvi+ pp 420
- Seven [Çalışkan] S. (1996). Türkiye Lepidopterası Faunası ve Ekolojisi Üzerine Ekolojik Araştırmalar. Centre for Entomological Studies *Priamus*, vol.8, 1-52.
- Seven [Çalışkan], S., Hüseyinoğlu Y., Kemal Koçak M., & Özdemir M. (2000). Recent collections of the diurnal Lepidoptera of the Soğuksu N.P. Işık Dağı (Kızılcahamam, Ankara Prov., N.Turkey). Centre for Entomological Studies Ankara, *Miscellaneous Papers*, cilt.64, ss.1-6.
- Seven [Çalışkan], S. (2000). Studies on the ecology and taxonomy of Kırıkkale Lepidoptera Fauna Centre for Entomological Studies Ankara, *Priamus*, vol.10, pp.1-101, (Peer-Reviewed Journal).
- Seven [Çalışkan], S., & Bakowski, M. (1996). The contributions for Lepidoptera Fauna of Soğuksu National Park, (Ankara). *Priamus* 7(4): 156-170.
- Seven [Çalışkan], S., 2014. A new species of blue from Turkey, *Neolycaena soezen* Seven, sp.n. (Lepidoptera: Lycaenidae). *Shilap-Revista De Lepidopterologia*, cilt.42, sa.166, ss.311-317, 2014.
- Seven, E. 2019. New data and notes on the *Protorhoe* *Herbulot*, 1951 (Lepidoptera, Geometridae, Larentiinae) species in Turkey with first report of *Protorhoe centralisata* (Staudinger, 1892). *Acta Biologica Turcica*, 32(3): 123-127.
- Seven, E. Hausmann, A. & Aykal, A. (2021). Redescription of the little-known geometrid moth *Perigune jordanaria* (Staudinger, 1901), with description of a new subspecies (Lepidoptera: Geometridae), *Zoology in the Middle East*, 67(1): 65-72.
- Seven, E., Mironov, V.G. & Akın, K. 2019. A new species of *Eupithecia* Curtis (Lepidoptera: Geometridae, Larentiinae) from Turkey. *Zootaxa*, 4668(3): 443-447.
- Skou, P. & Sihvonen, P. (2015). *The Geometrid Moths of Europe [A. Hausmann (ed.)]. Volume 5. Subfamily Ennominae I (Abraxini, Apeirini, Baptini, Caberini, Campaeini, Cassymini, Colotoini, Ennomini, Epionini, Gnophini (part), Hypochrosini, Lithinini, Macariini, Prosopolophini, Theriini and 34 species of uncertain tribus association).* - 657 S.; (Brill) Leiden.
- Staudinger, O. (1878-1879). Lepidopteren-fauna Kleinasien's. *Horae soc. ent. ross.*, 14: 176-482.
- Torun Ö. & Çalışkan, S., (2019). Caterpillar (Lepidoptera) communities on oak (*Quercus pubescens*) in Ankara Province (Turkey). *Turkish Journal of Entomology*, cilt.40, sa.3, ss.281-290.
- Varga, Z. (1979). Neue Noctuiden aus der Sammlung Vartian (Wien), II. (Lepidoptera, Noctuidae). *Zeitschrift der arbeitgemeinschaft österr. entomologen*, 31 (1/2): 1- 12.
- Wanke, D., Hausmann, A., Krogmann, L., Petrányi, G. & Rajaei, H., 2020. Taxonomic revision of the genus *Nychiodes* Lederer, 1853 (Geometridae: Ennominae: Boarmiini) with description of three new species—an integrative approach. *Zootaxa*, 4812(1), 001-061.
- Wehrli, E. (1932). Neue Geometriden-Arten und -Rassen (Lepid. Het.) von der Maras Expedition L. Osthelder u. E.Pfeiffer, *München. Mitt. münch. ent. ges.* 22: 3-11.
- Wiltshire, E. P. (1976). Middle East Lepidoptera, xxxiii. Some new Lasiocampidae, Noctuidae, Geometridae and Limacodidae. *Z. arbgem. öst. ent.* (1975) 27 (3/4): 73-84.
- Witt, T. (1981). *Trichiura verenae* sp.n. (Lepidoptera, Lasiocampidae) *Entomofauna, zeitschrift für entomologie*, Band 2, Heft 23: 263-284.
- Zeller, P. C. (1847). Verzeichnis der vom Professor Loew in der Türkei und Asien gesammelten Lepidoptera. *Isis*: 3-39.
- Zilli, A., Ronkay, L. & Fibiger, M., (2005). *Noctuidae Europaeae. Volume 8*, Sorø, Denmark. 323 pp.
- Zolotuhin, V.V. (2018). The genus *Laothoe* Fabricius, 1807 (Lepidoptera: Sphingidae): how many species?. *Eversmannia*, 54: 3-12.

Yükseltiye Göre Meraların Bazı Toprak ve Vegetasyon Özelliklerinin Karşılaştırılması

Şahin PALTA¹, İlhami YAMAN², Eren BAŞ^{1,*}

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

²Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 28.11.2022

Kabul: 23.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışma Çorum ili İskilip Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Karmış Orman İşletme Şefliği sınırlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma farklı yükseltilerdeki (1000 m, 1553 m ve 1830 m) orman içi açıklıklarda yürütülmüştür. Bu alanlar aynı zamanda yerel halk tarafından mera olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile vegetasyon yapısının yükseltiye bağlı olarak değişimini belirlemektir. Çalışma için toprak örnekleri 2021 yılında alınmıştır. Toprak analizi için her çalışma alanından (0-15 cm derinlikten) 10'ar adet olmak üzere toplamda 30 adet toprak örneği alınmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; ortalama toplam azot, organik madde, kil-kum içeriği, kireç içeriği, pH ve EC değerleri bakımından meralar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Toprak analiz sonuçlarına göre, 1000 m yükseklikteki toprakların çok az olan ortalama fosfor içeriği ve yüksek kil içeriği dışında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından bitkilerin büyümesini ve gelişmesini engelleyici ciddi anlamda olumsuz bir faktör tespit edilememiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyon değerleri yükselti bakımından istatistiki anlamda farklı bulunmuştur. Çalışma alanlarında vejetasyonun otlama uygunluğuna ulaşmamış olmasına rağmen otlama yapıldığı ve kritik otlama dönemlerine dikkat edilmediği gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak hayvanlar açısından besleyici olan azalcı mera bitkilerinin sayısı oldukça düşük bulunmuştur. Ayrıca alanlarda istilacı türlerden olan *Ranunculus constantinopolitanus* ve *Dipsacus laciniatus*'un yaygın olduğu belirlenmiştir. Otlama alanlarından daha fazla bitkisel verim almak için erken ilkbahar, geç sonbahar ile kritik yaz otlaması periyotlarına dikkat edilmesi, ekosisteme uygun azalcı türler ile üstten tohumlama yapılması ve yabancı otlarla mücadele edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Çorum, İskilip, orman içi açıklık, toprak özellikleri, yükselti

Comparison of Some Soil and Vegetation Features of Rangelands by Elevation

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

²Bartın University, Institute of Graduate Education, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 28.11.2022


Accepted: 23.03.2023


Published: 15.04.2023


Research Article

Abstract – This study was carried out within the borders of Karmış Forest Sub-District Directorate affiliated to Çorum İskilip Forestry Management Directorate. The study was conducted in gap in forest at different altitudes (1000 m, 1553 m and 1830 m). These areas are also used as pasture by the local people. The aim of this study is to determine the change of some physical and chemical properties of soil and vegetation structure depending on altitude. Soil samples for the study were taken in 2021. For soil analysis, a total of 30 soil samples were taken, 10 from each area (0-15 cm depth). According to the results of one-way analysis of variance; Statistically significant differences were found between the pastures in terms of average total nitrogen, organic matter, clay-sand content, lime content, pH and EC values. According to the results of the soil analysis, except for the very low average phosphorus content and high clay content of the soils at an altitude of 1000 m, no serious negative factor was detected in terms of the physical and chemical properties of the soils, which prevents the growth and development of plants. According to the results of analysis of variance, the botanical composition values of legumes, grasses and other families were found to be statistically different in terms of altitude. Although the vegetation had not reached grazing maturity in the study areas, it was observed that grazing was done and critical grazing periods were not paid attention to. Thus, the number of decreaseers pasture plants that are nutritious for animals was found to be quite low. In addition, it was determined that *Ranunculus constantinopolitanus* and *Dipsacus laciniatus* which are in the invasive species, was common in the area. in order to get more vegetative yield from the grazing areas, it is recommended to pay attention to early spring, late autumn and critical summer grazing periods, top seeding with diminishing species suitable for the ecosystem, and combating weeds.

Keywords – Çorum, İskilip, gap in forest, soil properties, altitude

¹  spalta@bartin.edu.tr

²  ilhamiyaman@ogm.gov.tr

³  ebas@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: ebas@bartin.edu.tr

1. Giriş

Ülkemizde bulunan mera alanları hayvanlara yem kaynağı sağlaması, yüksek biyoçeşitliliğe sahip olmaları, toprağın korunması ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşıyan doğal kaynaklarımızın başında gelmektedir. Artan nüfus ile birlikte insanlar temel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için bazı doğal mera ve orman ekosistemlerine olan baskılarını artırmıştır. Bu tarz önemli ekosistemlerin bilinçsiz ve yanlış kullanımı günümüzde birçok ekolojik sorunu ortaya çıkartmaktadır. Geçmişten günümüze artan makine ve traktör kullanımı ile birlikte düz ve düze yakın mera ve orman alanlarında tahrip artmakla birlikte alanlar amaç dışı kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle Konya havzası gibi kurak sahalarımızda bulunan mera alanları büyük tahribe uğramış ve tarım arazilerine dönüştürülmüştür (Yıldız vd., 2010; Bilgin ve Özalp, 2016; Yıldız vd., 2017). Bu nedenle mera veya orman alanlarının kullanımının planlanması ve korunması, sürdürülebilirlik açısından önemli hale gelmektedir.

Arazi kullanım planları yapılırken öncelikle arazinin eğim ve yükselti özellikleri dikkate alınmalıdır. Eğim, toprak katmanları arasındaki farklılığı gösteren önemli bir özelliktir (Oakes, 1958). Yükselti basamaklarının değişimi ile doğal alanlar değişmekte ve buna bağlı olarak toprak özellikleri, bitki örtüsü ve iklim değişmektedir (Günal, 1993). Yükseltiye bağlı olarak değişen eğim, toprak katmanlarının oluşmasına sebep olmaktadır. Eğimin artmasıyla, topraktaki yüzeysel akış artmakta ve bu duruma bağlı olarak erozyon sorunu ortaya çıkmaktadır. Yüzeysel akış hızlandığında, erozyonun da hızlanması bitki örtüsünün azalmasına sebep olmaktadır. Bitki örtüsünün zayıflamasıyla ana materyalin uğradığı aşınım artmakta olup sürekli ayrılmakta ve eğim doğrultusunda taşınarak toprak oluşumuna olumsuz etki etmektedir (Atalay, 2014). Yükseltinin fazla olduğu arazilerde ve dik yamaçlarda toprak oluşum süreci daha yavaş gerçekleşmektedir. Bu tip arazilerde oluşan topraklar daha az derinlikte ve daha açık renkte olmaktadır. Yükseltisi az olan taban arazilerde ise topraklar daha koyu renkte olmaktadır. Güneş gören güney yöndeki arazilerde topraklar daha hızlı oluşmakta ve bu oluşum derinde gerçekleşmektedir. Kuzey yöndeki arazilerde ise toprak oluşumu daha yavaş ve daha az derinlikte olmaktadır (Oğuz, 2008).

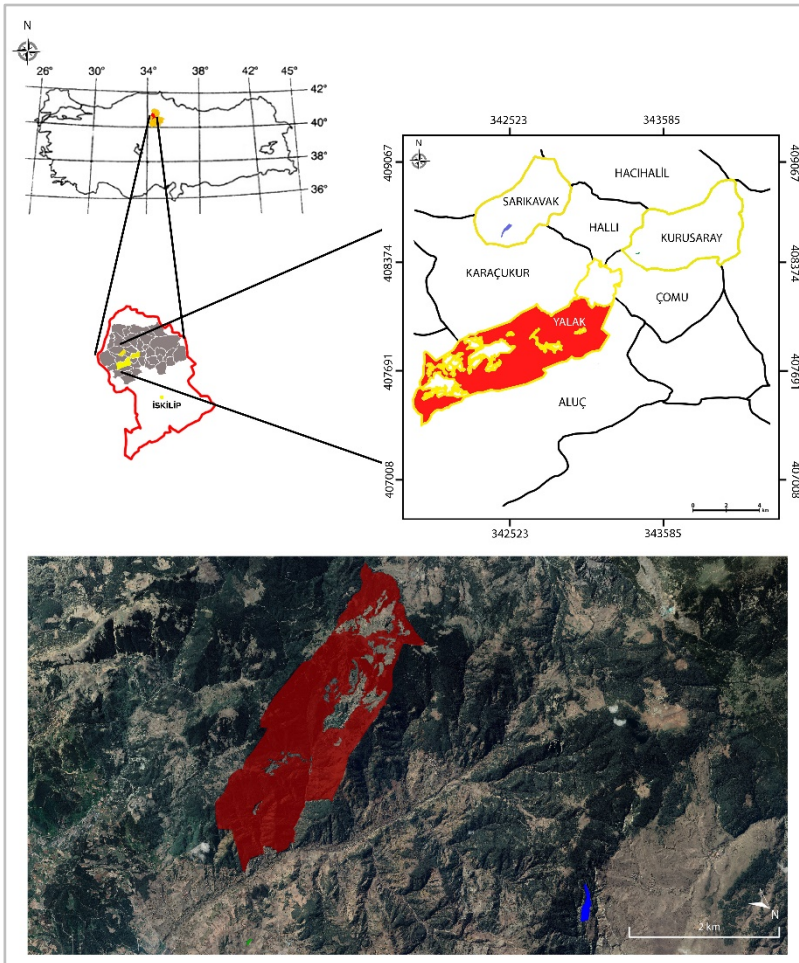
Toprak, uzun yıllar içerisinde iklimin etkisiyle ve ana kayanın parçalanması ile birlikte üzerinde barındırdığı canlıların kalıntıları ile şekillenen dinamik bir yapıdır (Oğuz, 2008; Odum ve Barrett, 2008). Dolayısıyla toprak üzerindeki bitki veya diğer canlıların kalıntıları ile sürekli etkileşim içerisinde. Bu tarz canlıların değişimi ile birlikte toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında farklılıklar görülmektedir (Yıldız vd., 2007). Yükselti basamaklarına bağlı olarak da toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişimler olduğu ön görülmektedir. Genel olarak yapılan bazı çalışmalarda rakımın yüksek olduğu arazilerde kum oranının kil oranına göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Güner, 2006; Erol ve Hızal, 2006; Charan vd., 2013; Li vd., 2016; Bilgin ve Özalp, 2016; Dindaroğlu ve Canbolat, 2017). Toprak hacim ağırlığı değerlerinin belirlenmesinde, toprak tekstürü, organik madde içeriği, mineral bileşenlerinin yapısı ve iklim koşullarının etkisi gibi faktörlerin etkili olduğu ifade edilmektedir (Kara ve Bolat, 2007; Gülser vd., 2008; Chaudhari vd., 2013; Özdemir vd., 2018; Bolat, 2019). Özdemir (2019) topografik yapıya göre hacim ağırlığı ve toprak özelliklerinin değişimi üzerine yaptığı çalışmada, düze yakın arazilerde kil, toz ve organik madde değerlerinin yüksek, hacim ağırlığı değerlerinin düşük olduğunu; toprak işlemeli eğimli tarım arazisi olarak değerlendirdiği alanda ise kil içeriklerinin ve organik madde değerlerinin düşük, kum içeriklerinin ve hacim ağırlığı değerlerinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Bazı araştırmacılar ise yükseltiye bağlı olarak topraktaki organik madde ve toplam azot miktarının arttığını ortaya koymuşlardır (Bolat ve Öztürk, 2016; Temel ve Özalp, 2016). Ülkemizde çalışma konumuz ile benzer olan araştırmalar incelendiğinde; genel olarak Akdeniz, Güneydoğu ve İç Anadolu bölgelerinin mera alanlarında çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir (Özkaynak vd. 1994; Koç ve Gökkuş 1996; Başbağ vd. 1997; Alan ve Ekiz, 2001; Gül ve Başbağ, 2005; Babalık, 2008; Şen 2010; Çınar vd., 2014). Ancak Batı, Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerinde yükseltiye bağlı olarak değişen toprak özellikleri ve mera vejetasyonu çalışmalarının sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Yüksel, 2009; Bilgin, 2010; Şenel vd., 2014; Bilgin ve Özalp, 2016; Bilgili, 2022; Taşdelen ve Özyazıcı, 2022).

Bu çalışmanın amacı, Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Çorum ili Karmış yöresi koşullarında toprağın ortalama kil-kum-toz içeriği, organik madde, elde edilebilir potasyum, toplam azot, elde edilebilir fosfor içerikleri, kireç içeriği, pH ve elektriksel iletkenlik gibi bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ve mera vejetasyon yapısının üç farklı yükseltide bulunan mera alanları arasındaki değişimini araştırmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Sahası

Bu çalışma, Çorum ili İskilip Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Karmış Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki 308 (1000 m), 133 (1553 m) ve 403 (1830 m) nolu bölmelerin sınırları içindeki meralarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). 308 (9 ha) ve 133 (15.1 ha) nolu bölmeler tescilli mera alanıdır. 403 (4.1 ha) nolu bölme orman toprağı olarak sınıflandırılmış orman içi açıklıktır ve yerel halk tarafından otlatma yapılmak suretiyle mera olarak kullanılmaktadır (Şekil 2). Karmış Orman İşletme Şefliği Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Mülki açıdan Çorum ili, İskilip ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. İdari bakımdan Amasya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlıdır. İşletmenin sorumluluk alanının Doğu-Batı istikametindeki boyu 15 km, Güney- Kuzey istikametindeki eni ise 13 km'dir. İşletme arazileri 40° 46' 43" – 40° 57' 09" kuzey enlemleriyle; 34° 11' 58" – 34° 35' 36" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanlarının denizden yüksekliği yaklaşık olarak 1000 – 1900 m arasında değişmektedir. Karmış Orman İşletme Şefliği, Karadeniz iklim kuşağından İç Anadolu iklimine geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Yazlar kurak ve sıcak, kışlar kar yağışlı ve soğuktur. Yazın poyraz, ilkbaharda güneybatıdan lodos, kışın ise kuzeyden yıldız rüzgârı etkili olmaktadır. Bu rüzgârlar yağışlara ve zaman zaman da dolu yağışlarına sebep olmaktadır. Vejetasyon süresi 7-9 ay arasında değişmektedir (OGM, 2019).



Şekil 1. Çalışma sahalarının coğrafi konumu ve uydu görüntüleri.



Şekil 2. Çalışma sahalarına ait görüntü 1) 308 nolu bölme 1000 m, 2) 133 nolu bölme 1553 m ve 403 nolu bölme 1830 m (Fotoğraf: İlhami YAMAN 2021)

Toprak Analizleri

Çalışma için toprak örnekleri 2021 yılında alınmıştır. Her mera alanından (0-15 cm derinlikten) 10'ar adet ve toplamda 30 adet toprak örneği elde edilmiştir.

Çalışmada Bouyoucous hidrometre yöntemi ile tane çapları analiz edilmiş ve toprak sınıflandırılması ise uluslararası tane çapı sınıflarına göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962). Toprak reaksiyonu (pH) aktüel asitlik olarak belirlenmiş, toprak örnekleri 1/2.5 oranında saf su ile karıştırılarak 24 saat boyunca bekletilmiş (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Rowell, 1994; Kantarcı, 2000) ve daha sonra cam elektrotlu pH metre ile toprak reaksiyonu (pH) tayin edilmiştir. Organik madde içeriği Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre analiz edilmiştir (Walkley ve Black, 1934). Elektriksel iletkenlik analizi için, topraklar 1/5 oranında saf su ile ıslatılarak, mekanik karıştırıcıda 1 saat karıştırıldıktan sonra elektriksel iletkenlik cihazı ile analiz edilerek belirlenmiştir (Rhoades, 1982). Kireç (CaCO_3) içeriği, Scheibler kalsimetre yöntemine göre hesaplanmıştır (Allison ve Moodie, 1965). Kjeldahl yöntemine göre toplam azot miktarı belirlenmiştir (Kaçar, 1995; Bremner ve Mulvaney, 1982). Elde edilebilir fosfor içeriği Olsen vd. (1954)'ne göre ve elde edilebilir potasyum içeriği ise Atalay (1982)'a göre belirlenmiştir.

2.3 Vejetasyon Analizleri

Botanik kompozisyon transekt (hat) metoduna göre analiz edilmiştir. Her çalışma alanından 100 cm uzunluğunda, 10'ar adet transekt hat örnekleme yapılmıştır. Botanik kompozisyon buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar bazında yapılmış ve vejetasyon örtüsü (bitki ile kaplı alan) belirlenmiştir (Babalık, 2004; Gökbulak, 2013).

2.4 İstatistiksel Değerlendirme

Yükseltinin toprak özellikleri ve botanik kompozisyon üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacı ile SPSS programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Farklı çıkan alanları saptamak için Duncan testi uygulanmıştır (SPSS, 2007).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Toprak Analizine Ait Bulgular ve Tartışma

Toprak analiz sonuçlarına göre toplam azot, organik madde, kum-toz-kil oranları, pH (H₂O), CaCO₃, elektriksel iletkenlik, elde edilebilir potasyum ve fosfor için ortalama değerler Tablo 1’de verilmiştir.

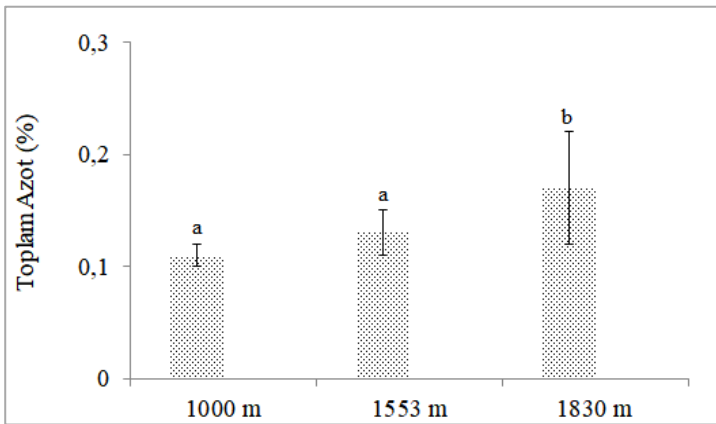
Tablo 1

Çalışma sahalarına ait toprak analiz sonuçlarına ilişkin ortalama değerler.

Toprak karakteristikleri	1000 m	1553 m	1830 m
Toplam Azot (%)	0.11(±0.01) ^a	0.13(±0.02) ^a	0.17(±0.05) ^b
Organik Madde (%)	2.2(±0.05) ^a	2.6(±0.57) ^a	3.5(±1.26) ^b
Kil (%)	51.93(±6.16) ^a	33.79(±2.97) ^b	38.77(±4.22) ^b
Toz (%)	24.36(±4.86) ^a	22.28 (±5.57) ^a	17.90(±3.90) ^a
Kum (%)	23.71(±3.27) ^a	43.93(±4.83) ^b	43.33(±3.46) ^b
Tekstür	Killi	Killi Balçık	Killi Balçık
CaCO ₃ (%)	4.31(±0.65) ^a	1.25(±0.13) ^b	2.30(±0.65) ^c
pH (H ₂ O)	7.58(±0.06) ^a	5.94(±0.36) ^b	6.23(±0.26) ^b
Elektriksel İletkenlik (dS m ⁻¹)	0.80(±0.14) ^a	0.33(±0.16) ^b	0.68(±0.25) ^a
Elde Edilebilir Fosfor (kg/da)	2.98(±0.24) ^a	5.73(±0.45) ^a	8.26(±0.59) ^a
Elde Edilebilir Potasyum (kg/da)	119.09(±13.12) ^a	107.17(±11.37) ^a	106.96(±18.43) ^a

*Parantez içindeki ifadeler standart sapmaları göstermektedir. Aynı parametre değerleri için kullanılan farklı harfler ortalamalar arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklar olduğunu göstermektedir.

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toprakların, ortalama toplam azot içeriği, organik madde içeriği, kil-kum içeriği, kireç içeriği, pH (H₂O) ve elektriksel iletkenlik değerleri bakımından farklı yükselti arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Tablo 1).

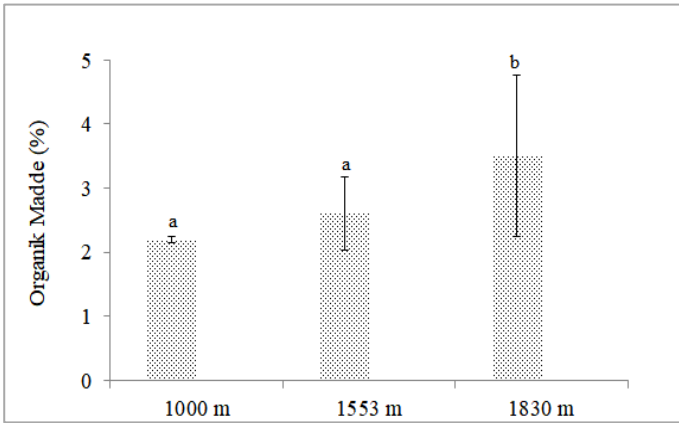


Şekil 3. Topraklarda bulunan ortalama toplam azot içeriklerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Ortalama toplam azot içeriği değerleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m’de sırasıyla %0.11, %0.13 ve %0.17 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak toplam azot içeriklerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1553 m yükseltideki azot içerikleri aynı grupta yer alırken 1830 m yükseltideki azot içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 3).

Temel ve Özalp (2016), Artvin Şavşat'ta yaptıkları çalışmada, yükseltiye bağlı olarak topraktaki toplam azot miktarının arttığını ve bu artışın istatistiki olarak anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek (2016) ise farklı yükselti basamaklarında yaptığı çalışmada, yükselti basamaklarına göre azot miktarının düzensiz olarak değiştiğini, en yüksek azot miktarını birinci yükselti olarak sınıflandırdığı 500m'de, en düşük azot miktarını ise ikinci yükselti olarak sınıflandırdığı 800 m'de tespit etmiştir. Düşük olan yükselti basamağında, diğer basamaklara oranla otlatma faaliyeti fazla olduğundan dolayı vejetasyon kaybı meydana gelmekte ve buna bağlı olarak toprağa giren organik madde miktarında da azalma meydana gelmektedir. Dolayısıyla organik madde miktarındaki azalmaya bağlı olarak azot miktarının da daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Ortalama organik madde içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %2.2, %2.6 ve %3.5 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak organik madde içeriklerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1553 m yükseltideki organik madde içerikleri aynı grupta yer alırken 1830 m yükseltideki organik madde içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4).

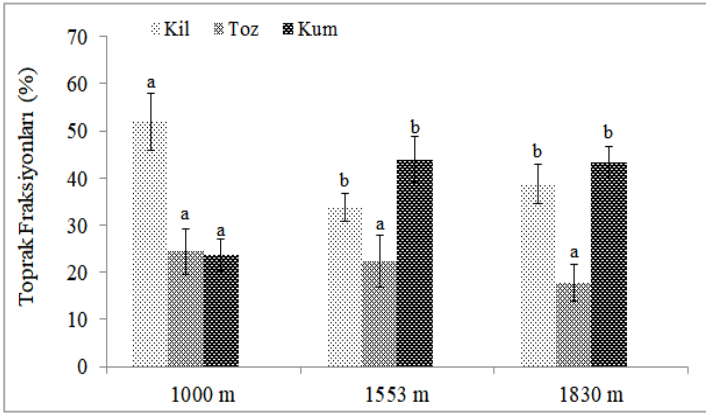


Şekil 4. Topraklarda bulunan organik madde değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Artvin Saçınka yöresi otlak arazilerinde yapılan bir çalışmada, iki yükselti kademesinde (700-950 m, 950-1200 m) çalışılmış ve toprağın üst katmanlarında ortalama organik madde miktarı oranlarının yükseklik kademesine göre arttığı belirtilmiştir. Daha yüksek olan otlak alanlarında bu oranın yüksek olmasının sebebini ise insan müdahalesi ve otlatma faaliyetlerinin olmaması olarak bildirilmiştir. (Yüksel, 2009). Bilgin ve Özalp (2016) tarafından Artvin Ardanuç yaylalarında yapılan çalışmada da benzer olarak organik madde miktarının yükseltiyle birlikte arttığı tespit edilmiştir. Ancak yapılan başka bir çalışmada, yükseklik kademesi arttıkça organik madde içeriğinde azalış meydana geldiği ifade edilmiştir (Dindaroğlu ve Canbolat, 2017). Taşdelen ve Özyazıcı (2022) tarafından Siirt ili Doluharman köyünde farklı yükselti basamaklarında bulunan meralarda yaptıkları çalışmada da benzer olarak alt ve orta yükselti basamaklarında organik madde miktarının orta düzeyde, en üst yükselti basamağında ise organik maddenin çok az düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise alt yükselti basamaklarında mevcut otlatma faaliyetlerinin, diğer yükselti basamaklarına oranla daha yüksek olmasına bağlı olarak organik madde miktarının alt yükselti basamağında daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Ortalama kil içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %51.93, %33.79 ve %38.77 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak kil içeriklerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1553 m yükseltideki kil içerikleri aynı grupta yer alırken 1830 m yükseltideki kil içerikleri farklı grupta yer almıştır. Ortalama toz içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %24.36, %22.28 ve %17.90 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak toz içeriklerinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ortalama kum içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %23.71, %43.93 ve %43.33 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak kum içeriklerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1553 m yükseklikteki kum içerikleri aynı grupta yer

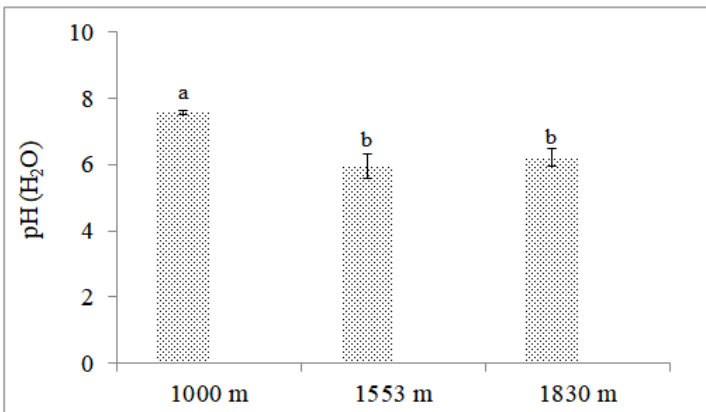
alırken 1830 m yükseklikteki kum içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 5). Çalışma alanlarına ait toprakların tekstür sınıfı 1000 m, 1553 m ve 1830 m yükseltilerde sırasıyla, killi, killi balçık ve killi balçık olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Topraklarda bulunan ortalama kum-kil-toz değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Bilgin ve Özalp (2016) tarafından yapılan bir çalışmada toprak özelliklerinden tekstürün yükseltiye bağlı değişimi incelenmiş ve üst topraklarda bulunan ortalama kum, toz ve kil miktarları sırasıyla %86.60, %10.78 ve %2.62 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmanın yürütüldüğü farklı yükseltideki meralarda; üç yükselti basamağında bulunan kum miktarı değerlerinin yüksek olduğu, kil ve toz miktarının ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kum, toz ve kil değerleri üzerinde yapılan analizde, toprakların kum, toz ve kil miktarları bakımından yükselti basamakları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık olmadığı, orman sınırının üstündeki mera alanı topraklarının kumlu olduğu ve bu durumun ise bölgenin yağışlı ve eğimli yapısından dolayı oluşan yıkanmadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Çaçan ve Başbağ (2016) tarafından Bingöl ili Yelesen ve Dikme köylerindeki farklı bakı ve yükselti basamaklarında yapılan bir çalışmada, tüm yükselti basamaklarında ki toprakların killi-balçıklı sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. Bilgili (2022) tarafından Erzurum'un Oltu ilçesindeki 4 farklı yükselti basamağında (1750 m, 1900 m, 2050 m ve 2200 m) bulunan meralarda gerçekleştirilen bir çalışmada, 1750 m ve 2050 m yükseltideki toprakların killi balçık sınıfında, 1900 m yükseltideki toprakların kumlu balçık sınıfında, 2200 m yükselti basamağındaki toprakların ise killi balçık sınıfında yer aldığı bildirilmiştir. Taşdelen ve Özyazıcı (2022) tarafından Siirt ili Doluharman köyünde bulunan 3 farklı yükselti basamağındaki (620 m, 770 m ve 920 m) meralarda yapılan bir çalışmada ise, 920 m yükseltideki toprakların killi, 770 m yükseltideki toprakların balçıklı ve 620 m yükseltideki toprakların ise kumlu-killi-balçıklı sınıfta yer aldığı belirtilmiştir.

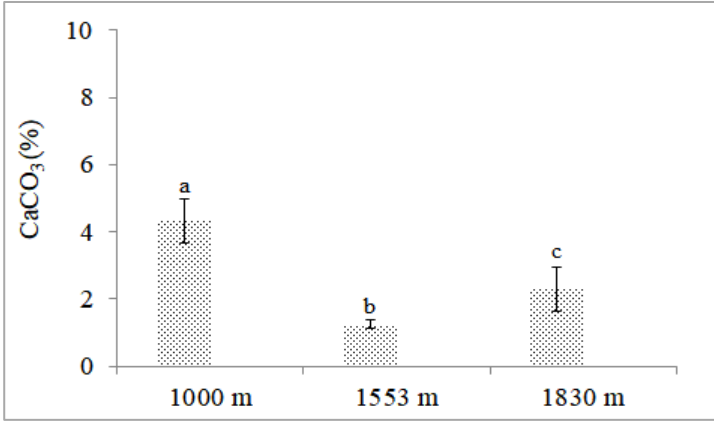
Ortalama pH değerleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla 7.58, 5.94 ve 6.23 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak pH değerlerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1553 m yükseltideki pH değerleri aynı grupta yer alırken 1830 m yükseltideki pH değerleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Topraklarda bulunan aktüel pH (H₂O) değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Bilgin ve Özalp (2016) tarafından Artvin ilinin Ardanuç ilçesinde bulunan Aydın köyü yaylasında ki farklı yükselti basamaklarında bulunan meralarda yapılan çalışmada, toprak pH değerleri 1900 m, 2000 m ve 2200 m yüksekliklerde sırasıyla 5.55, 5.77 ve 5.85 olduğu tespit edilmiştir. Öztürk (2018) tarafından yapılan çalışmada, Kızılkum (Bartın, 11 m), Arıt (Bartın, 500 m), Sülük (Karabük, 1000 m) ve Sofuoğlu (Karabük, 1500 m) olmak üzere toplam dört farklı sahadan elde edilen toprak örneklerinin ortalama aktüel pH (H₂O) değerlerinin sırasıyla, 7.12, 6.28, 6.76 ve 6.80 olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada yükseltiye bağlı olarak gerçekleşen bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Toprak pH'ındaki farklılıklar, bitki türü, ana materyal, toprak türü, arazi kullanım tipi ve organik maddenin ayrışma hızı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Kara vd., 2011; Bolat vd., 2015; Bolat ve Şensoy, 2019). Çalışmamızda düşük olan yükselti basamağında pH değerinin en yüksek çıkmasının nedeni, kireç içeriğinin diğer alanlara göre daha yüksek olması ve yükseltiye bağlı olarak başta yağış ve sıcaklık ile birlikte olası değişebilen ekolojik özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

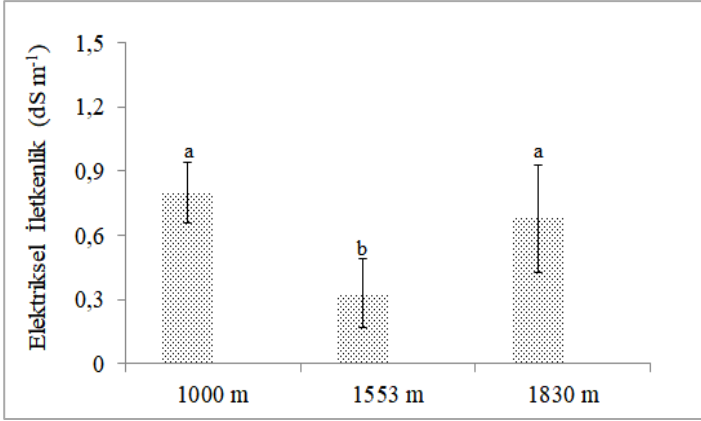
Ortalama kireç içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %4.31, %1.25 ve %2.30 olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak kireç içeriklerinin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre her bir yükseltideki kireç içerikleri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Topraklarda bulunan kireç (CaCO₃) içeriklerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Temel ve Özalp (2016) Artvin Şavşat'ta 3 farklı yükseltide (850 m, 1010 m ve 1475 m) yaptıkları çalışmada, en yüksek kireç içeriğini 1010 m yükseltide %0.75 ve bu kireç içeriğinin 1475 m yükseltide ki kireç içeriğinden istatistiksel olarak farklı olduğunu tespit etmişlerdir. Öztürk (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, Kızılkum (Bartın, 11 m), Arıt (Bartın, 500 m), Sülük (Karabük, 1000 m) ve Sofuoğlu (Karabük, 1500 m) olmak üzere toplam dört farklı sahadan elde edilen toprak örneklerinin ortalama CaCO₃ içeriği değerlerinin sırasıyla %13.85, %2.66, %2.77 ve %2.39 olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda bu farklılığın istatistiki olarak anlamlı olduğunu ifade edilmiştir. Taşdelen ve Özyazıcı (2022) tarafından Siirt ili Doluharman köyünde bulunan 3 farklı yükselti basamağındaki (620 m, 770 m ve 920 m) meralarda yapılan başka bir çalışmada ise, alt rakımda bulunan mera alanındaki kireç içeriğinin orta seviyede, en fazla kireç içeriğine sahip alanın ise orta rakımlı mera alanında olduğu bildirilmiştir.

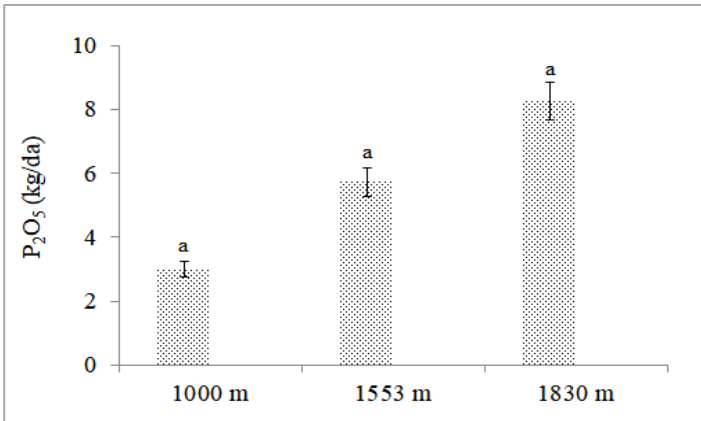
Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla 0,80 dS m⁻¹, 0,33 dS m⁻¹ ve 0,68 dS m⁻¹ olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak elektriksel iletkenliğin anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre 1000 m ile 1830 m yükseltideki elektriksel iletkenlik değerleri aynı grupta yer alırken 1553 m yükseltideki elektriksel iletkenlik değerleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 8). Tüm toprak örneklerinin elektriksel iletkenliği düşük bulunmuş ve bu nedenle tuzsuz sınıfta yer almıştır.



Şekil 8. Topraklarda bulunan elektriksel iletkenlik değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Öztürk (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Kızılkum (Bartın, 11 m), Arıt (Bartın, 500 m), Sülük (Karabük, 1000 m) ve Sofuoğlu (Karabük, 1500 m) olmak üzere toplam dört farklı sahadan elde edilen toprak örneklerinin ortalama elektriksel iletkenliği değerlerinin sırasıyla, 0,01 dS m⁻¹, 0,05 dS m⁻¹, 0,07 dS m⁻¹ ve 0,04 dS m⁻¹ olduğu belirtilmiştir. Ayrıca aynı çalışma alanlarına ait toprakların tuzsuz topraklar sınıfına girdiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmamıza benzer olarak yükselti basamaklarına göre meraların elektriksel iletkenliği düşük bulunan ve tuzsuz topraklar olarak sınıflandırılan birçok çalışma bulunmaktadır (Çaçan ve Başbağ, 2016; Bilgili, 2022; Taşdelen ve Özyazıcı, 2022).

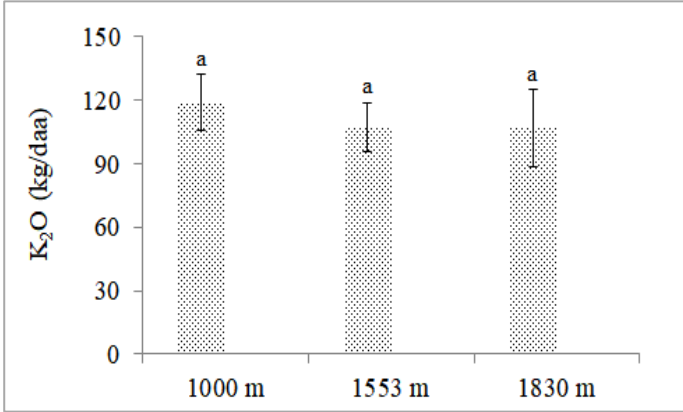
Ortalama elde edilebilir fosfor içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m’de sırasıyla 2,98 kg/da (çok az), 5,73 kg/da (az) ve 8,26 kg/da (orta) olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak elde edilebilir fosfor içeriklerinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Topraklarda bulunan elde edilebilir fosfor değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Temel ve Özalp (2016) Artvin Şavşat’ta 3 farklı yükseltide (850 m, 1010 m ve 1475 m) yaptıkları bir çalışmada, düşük yükselti basamağından yüksek yükselti basamağına doğru alınabilir fosfor değerlerinin sırasıyla 4,13 ppm, 3,57 ppm ve 4,38 ppm olduğunu ve bu değerlerin yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Öztürk, (2018)’in 11 m, 500 m, 1000 m ve 1500 m olmak üzere dört farklı yükseltide yapmış olduğu çalışmada, fosfor değerlerinin yükselti basamaklarına göre sırasıyla 8,04 ppm, 11,94 ppm, 9,56 ppm ve 10,64 ppm olduğu ve yükseltiye göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu ortaya koyulmuştur. Taşdelen ve Özyazıcı (2022) tarafından Siirt ili Doluharman köyünde bulunan 3 farklı yükselti basamağındaki (620 m, 770 m ve 920 m) meralarda yapılan bir çalışmada, fosfor içeriklerinin alt yükselti basamağından üst yükselti basamağına doğru sırasıyla 11,1 kg/da, 3,8 kg/da ve 1,4 kg/da olduğu ve yükseltinin artmasıyla birlikte toprakta bulunan fosforun düştüğü tespit edilmiştir.

Ortalama elde edilebilir potasyum içerikleri 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla 119.09 kg/da, 107.17 kg/da ve 106.96 kg/da olarak bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre yükseltiye bağlı olarak elde edilebilir potasyum içeriklerinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Topraklarda bulunan elde edilebilir potasyum değerlerinin çalışma sahalarına göre değişimi

Kızılkum (Bartın, 11 m), Arıt (Bartın, 500 m), Sülük (Karabük, 1000 m) ve Sofuoğlu (Karabük, 1500 m) olmak üzere toplam dört farklı sahadan elde edilen toprak örneklerinin elde edilebilir potasyum içeriği değerlerinin sırasıyla 151.88 ppm, 327.37 ppm, 407.04 ppm ve 652.83 ppm olarak bulunduğu ve bu değerlerin istatistiki olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir (Öztürk, 2018). Taşdelen ve Özyazıcı (2022) tarafından 3 farklı yükselti basamağında (620 m, 770 m ve 920 m) bulunan mera alanlarında yapılan çalışmada, toprak örneklerinin potasyum içerikleri alt yükselti basamağından üst yükselti basamağına doğru sırasıyla 110 kg/da, 112 kg/da ve 147 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Çetiner vd. (2012) topraklarda bulunan potasyum içeriğinin otlamaya bağlı olarak arttığını belirtmiştir. Mera alanlarında otlayan veya gezinen hayvanların idrar veya dışkı yapması sonucunda topraklarda bulunan potasyum içeriği arttığı ve hayvan idrarının hayvan dışkısına kıyasla toprakta bulunan potasyum içeriğini daha fazla artırdığı belirtilmiştir (Haynes ve Williams, 1993; Zarekia vd., 2012). Yükseklerle çıkıldıkça eğim artışına bağlı olarak, potasyum içeriğinin de arttığı belirtilmiştir (Dindaroğlu ve Canbolat, 2017).

3.2 Vejetasyon Analizine Ait Bulgular ve Tartışma

İskilip Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Karmış Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 1000 m yükseltideki bölgede (308 nolu) yapılan vejetasyon analizi sonuçlarına göre 13 familyaya ait 32 tane bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu bitki taksonlarının, 9 tanesi tek yıllık, 23 tanesi ise çok yıllıktır. Bu yükseltideki bitkilerin 8 tanesi baklagiller (*Fabaceae*), 3 tanesi buğdaygiller (*Poaceae*), 21 tanesi ise diğer bitki familyalarına aittir. Bu bitki taksonlarının 5 adedi azalıcı, 1 adedi çoğalıcı, 26 adedi ise istilacı grubunda yer almaktadır. 1553 m yükseltideki bölgede (113 nolu) yapılan vejetasyon analizinde, 12 familyaya ait 24 bitki taksonu tespit edilmiş olup, bunlardan 2 adedi tek yıllık, 22 tanesi çok yıllıktır. Bu bitkilerin 4 adedi baklagiller (*Fabaceae*), 3 adedi buğdaygiller (*Poaceae*) ve 17 adedi ise diğer bitki familyalarına aittir. Bitkilerin 6 adedi azalıcı, 2 adedi çoğalıcı ve 16 adedi ise istilacı grupta yer almaktadır. 1830 m yükseltideki bölgede (403 nolu) yapılan vejetasyon analizinde ise 12 familyaya ait 28 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu bitki taksonlarından 7 tanesi tek yıllık, 21 tanesi ise çok yıllıktır. Bitkilerin 3 tanesi baklagiller (*Fabaceae*), 3 tanesi buğdaygiller (*Poaceae*) ve 22 tanesi ise diğer bitki familyalarına aittir. Bu yükselti basamağındaki bitkilerin 3 tanesi azalıcı, 2 tanesi çoğalıcı, 23 tanesi ise istilacı grupta yer almıştır. Vejetasyon örtüsü; 1000 m, 1553 m ve 1830 m'de sırasıyla %85.22, %77.30 ve %66.52 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2
Çalışma sahalarına ait bulunan vejetasyon özellikleri

Familya	Tür	1000 m	1553 m	1830 m	Azaltıcı	Çoğaltıcı	İstiflaci	Tek Yıllık	Çok Yıllık
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L.	*					*		*
Asteraceae	<i>Anthemis cretica</i> L.		*				*		*
	<i>Achillea millefolium</i> L.	*					*		*
	<i>Carlina</i> sp.			*			*		*
	<i>Centaurea calcitrapa</i> L. subsp. <i>calcitrapa</i> L.	*					*	*	
	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i> L.	*					*	*	
	<i>Crepis sancta</i> (L.) Babcock			*			*	*	
	<i>Leontodon crispus</i> Vill.	*					*		*
	<i>Leontodon hispidus</i> L.			*			*		*
	<i>Tripleurospermum oreades</i> (Boiss.) Rech. Fil.	*					*		*
	<i>Taraxacum sieheanum</i> Van Soest		*	*			*		*
Boraginaceae	<i>Onosma isauricum</i> Boiss. Et. Heldr.	*					*		*
Brassicaceae	<i>Alyssum</i> sp.			*			*	*	
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	*	*				*	*	
	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	*		*			*	*	
Caryophyllaceae	<i>Arenaria filicaulis</i> Fenzl.		*				*		*
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	*					*		*
Dispacaceae	<i>Dipsacus laciniatus</i> L.	*		*			*		*
Fabaceae	<i>Astragalus sesameus</i> L.	*					*	*	
	<i>Astragalus</i> sp.			*			*	*	*
	<i>Dorycnium hirsutum</i> L.	*					*		*
	<i>Medicago arabica</i> L.	*					*	*	
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	*					*	*	
	<i>Medicago</i> sp.	*					*	*	
	<i>Ononis spinosa</i> L.	*					*		*
	<i>Psoralea bituminosa</i> L.			*			*		*
	<i>Trifolium pratense</i> L.	*	*		*				*
	<i>Trifolium repens</i> L.	*	*		*				*
	<i>Trifolium medium</i> L.		*		*				*
	<i>Trifolium trichocephalum</i> Bieb.		*		*				*
	<i>Vicia anatolica</i> L.			*			*	*	
Gentianaceae	<i>Gentiana cruciata</i> L.		*				*		*
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.			*			*	*	
Globulariaceae	<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. Et. Mey.	*					*		*
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	*					*		*
	<i>Stachys germenica</i> L.	*					*		*
	<i>Stachys iberica</i> Bieb.			*			*		*
	<i>Stachys</i> sp.	*	*				*		*
	<i>Sideritis</i> sp.			*			*		*
	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.			*		*			*
Liliaceae	<i>Muscari neglectum</i> Guss.		*	*			*		*
	<i>Ornithogalum nivale</i> Boiss.			*			*		*
Orchidaceae	<i>Orchis</i> sp.			*			*		*
Poaceae	<i>Cynosurus cristatus</i> L.		*			*			*
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	*		*	*				*
	<i>Lolium perenne</i> L.	*	*	*	*				*
	<i>Poa bulbosa</i> L.	*	*	*		*			*
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.		*	*			*		*
	<i>Rumex crispus</i> L.		*				*		*
Ranunculaceae	<i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) D'Urv.	*	*				*		*
	<i>Ranunculus repens</i> L.	*	*				*		*

Tablo 2
Devam ediyor

Familya	Tür	1000 m	1553 m	1830 m	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilacı	Tek Yıllık	Çok Yıllık
Rosaceae	<i>Alchemilla caucasica</i> Buser.		*	*			*		*
	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench.		*	*			*		*
	<i>Potentilla inclinata</i> Vill.			*			*		*
	<i>Potentilla recta</i> L.	*	*	*			*		*
	<i>Potentilla reptans</i> L.	*					*		*
	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	*	*	*	*				*
Scrophulariaceae	<i>Veronica arvensis</i> L.	*	*	*			*	*	
	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.		*	*			*		*

Palta vd. (2019) tarafından Bartın ili Kozcağız bölgesinde bulunan bir sekonder mera alanında yapılan bir araştırmada, toplam 30 familya ve 68 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların 19 tanesinin tek yıllık, 49 tanesinin ise çok yıllık bitki türlerine ait olduğu, aynı zamanda 15 tanesinin baklagiller familyasına, 11 tanesinin buğdaygiller familyasına ve 42 tanesinin de diğer familyalara ait olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu bitki taksonlarının 10 tanesinin azalıcı, 7 tanesinin çoğalıcı, 51 tanesinin ise istilacı grupta yer aldığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada vejetasyon örtüsü %100 olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer olarak alanda bitki taksonlarının fazla olduğu ancak çoğunluğu oluşturan bitki taksonlarının hayvanlar tarafından tüketilmeyen türlerden oluştuğu bildirilmiştir.

Bilgin ve Özalp (2016) Artvin’de bulunan doğal bir mera alanında, toplam 50 familyaya ait 275 tane bitki taksonu tespit etmişlerdir. Bu bitki taksonlarının buğdaygiller, baklagiller ve diğer familya türlerinden sırasıyla 25, 23 ve 228 adet olduğunu belirtmişlerdir. Antalya ili Çukuryayla merasında yapılan çalışmada bitki ile kaplı alan %50.42 olarak belirlenmiş olup, sahada 23 familyaya ait 82 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların 9’unu buğdaygiller, 5’ini baklagiller, 68’ini ise diğer familyalara ait bitkiler oluşturmaktadır (Babalık ve Matrasulov, 2020). Rize’nin Ovit Yaylası’nda yapılan bir çalışmada ise vejetasyon örtüsü %63.40 olarak tespit edilmiştir. Toplam 22 familyaya ait 45 bitki taksonu tespit edilmiş ve bunların 4 tanesinin baklagiller, 6 tanesinin buğdaygiller ve 35 tanesinin ise diğer familyalara ait olduğu ortaya koyulmuştur (Çatal vd., 2019).

Diğer yapılan benzer araştırmalardaki mera alanlarında hayvanların severek otladığı, azalıcı olarak nitelendirilen ve çok az bulunan türlerin, çalışmamızda da genellikle oldukça az olduğu görülmektedir (Tablo 2). Çayır ve mera alanlarında bulunan istilacı türler her ne kadar istenmeyen türler olsa da özellikle vejetasyon örtüsünün düşük olduğu eğimli arazilerde toprağı koruma açısından önemli bir rol oynamaktadır. Mera alanlarında bulunan istilacı bitkilerin azalıcı ve çoğalıcılara kıyasla daha fazla olduğu bilinmektedir. Bunun sebebinin ise mera alanlarının mera yönetimine uygun şekilde kullanılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

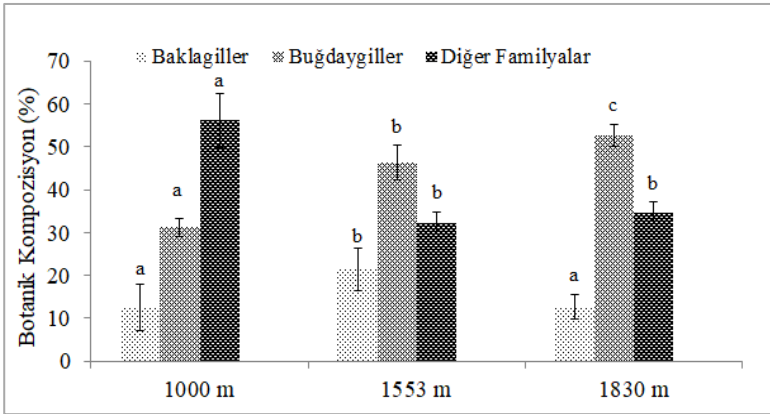
Tablo 3
Çalışma sahalarına ait vejetasyon analiz sonuçlarına ilişkin ortalama değerler

Botanik Kompozisyon	1000 m	1553 m	1830 m
Baklagiller (%)	12.51(±5.37) ^a	21,39(±4.94) ^b	12,80(±2.81) ^a
Buğdaygiller (%)	31.27(±2.10) ^a	46,38(±3.94) ^b	52,67(±2.58) ^c
Diğer Familyalar (%)	56.22(±6.32) ^a	32,23(±2.58) ^b	34,53(±2.52) ^b

*Parantez içindeki ifadeler standart sapmaları göstermektedir. Aynı parametre değerleri için kullanılan farklı harfler ortalamalar arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklar olduğunu göstermektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyon değerlerinin yükselti bakımından istatistiki olarak anlamlı şekilde değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3). Baklagiller açısından değerlendirildiğinde 1000 m ve 1830 m yükselti için botanik kompozisyon değerleri aynı grupta ancak 1553 m yükselti için botanik kompozisyon değerleri farklı grupta yer almakla birlikte her üç yükseltide

de yeterli seviyede bulunmamaktadır (Tablo 3). Buğdaygiller açısından her bir yükseltideki çalışma alanının botanik kompozisyon değerleri farklı grupta yer almakla birlikte yükselti arttıkça buğdaygillerin oranının arttığı belirlenmiştir. Diğer familyalar açısından incelendiğinde 1553 m ile 1830 m yükselti için botanik kompozisyon değerleri aynı grupta ancak 1000 m yükselti için botanik kompozisyon değerleri farklı grupta yer almış ve diğer familyalara ait en yüksek oran 1000 m’den elde edilmiştir (Şekil 11). Diğer familyalara ait en yüksek ve baklagillere ait en düşük bitki oranının 1000 m’den elde edilmiş olmasının nedeni; üreticilerin kritik otlatma dönemlerine ve mera yönetimine dikkat etmeden hayvanlarını bu yükseltide daha fazla otlamasından kaynaklanmaktadır. Nitekim araştırma için sahaya gidildiğinde en fazla hayvan 1000 m yükseltide gözlenmiştir. Ayrıca toprakta en yüksek elde edilebilir potasyum değeri 1000 m yükseltide tespit edilmiştir (Tablo 1). Daha önce de belirtilen; otlatma dolayısıyla hayvan idrarı ve dışkısına bağlı olarak toprakların elde edilebilir potasyum içeriklerinin fazla olması, bu yükseltideki fazla otlatmayı teyit etmektedir.



Şekil 11. Botanik kompozisyonun çalışma sahalarına göre değişimi

Dursun ve Babalık (2018) Isparta’da bulunan orman arazisinin içerisindeki bir mera alanındaki bitki taksonlarının familya bazında botanik kompozisyonunu değerlendirmişlerdir. Çalışmada, baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyalar olmak üzere bitki taksonlarının botanik kompozisyonunun sırasıyla %18.04, %52.44 ve %29.52 olduğunu ifade etmişlerdir. Polat vd. (2018) Adıyaman ili Kuyulu Köyü’nde korunan ve otlatılan iki farklı mera alanında yaptıkları çalışmada, korunan alanda botanik kompozisyonun buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar için sırasıyla %74.88, %8.18 ve %17.71 olduğunu belirtmişlerdir. Otlatılan alanda ise buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyaların botanik kompozisyonunun sırasıyla %28.86, %3.08 ve %67.81 olduğunu ortaya koymuşlardır. Bartın ilinin Mekeçler mevkiinde Palta ve Genç Lermi (2018) tarafından suni bir merada yapılan çalışmada ise buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyaların botanik kompozisyon değerlerinin sırasıyla %34.50, %40.08 ve %25.42 oranında olduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalarda ülkemiz mera alanlarında botanik kompozisyon açısından farklılıklar olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada ise botanik kompozisyon her üç yükselti kademesinde yeterli oranlarda bulunmamaktadır. Bunun nedeni kritik otlatma sezonlarına ve mera yönetimi esaslarına dikkat edilmemesi ile bitkilerin otlatma olgunluğuna gelmeden hayvanların otlatılmaya başlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buğdaygillerin en fazla 1830 m de bulunmasının nedeni ise hem bu sahada daha az hayvan otlatılması hem de bu yükseltide organik madde ve toplam azotun diğer sahalara kıyasla daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Çalışma alanlarına ait topraklar orta derecede organik madde ve toplam azot içeriğine sahiptir. Ortalama pH değerlerine göre 1000 m, 1553 m ve 1830 m toprakları sırasıyla hafif alkali, orta derecede asit ve hafif asit olarak tespit edilmiştir. Ortalama kireç değerlerine göre 1000 m, 1553 m ve 1830 m toprakları sırasıyla orta derecede kireçli, kireçsiz ve az kireçli olarak tespit edilmiştir. Tüm toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri düşük olarak bulunmuştur ve dolayısı ile topraklar tuzsuz sınıfta yer almıştır. Ortalama elde edilebilir

fosfor içeriği değerlerine göre 1000 m, 1553 m ve 1830 m toprakları sırasıyla çok az, az ve orta olarak belirlenmiştir. Tüm çalışma alanlarının ortalama elde edilebilir potasyum içeriği yeterli bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre, 1000 m yükseklikteki toprakların ortalama fosfor içeriği ve yüksek kil içeriği dışında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından bitkilerin büyümesini ve gelişmesi engelleyici ciddi anlamda olumsuz bir faktör tespit edilememiştir. Çalışma alanlarında yapılan tespitlere göre; vejetasyonun otlatma olgunluğuna ulaşmamış olmasına rağmen otlatma yapıldığı, mera yönetimi esaslarına uyulmadığı ve kritik otlatma dönemlerine dikkat edilmediği görülmektedir. Bunlara bağlı olarak her üç yükselti kademesinde de azalıcı ve çoğaltıcı mera bitkilerine kıyasla istilacı mera bitkilerinin oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. İstilacı türlerden olan *Ranunculus constantinopolitanus* ve *Dipsacus laciniatus*'un sahalarda en yaygın türler olduğu tespit edilmiştir. Otlatma alanlarından daha fazla bitkisel verim almak için; 1) erken ilkbahar, geç sonbahar ile kritik yaz otlatması periyotlarına dikkat edilmesi, 2) yabancı ot mücadelesi yapılması, 3) ekosisteme uygun azalıcı bitkilerle üstten tohumlama yapılması, 4) bitkilerin otlatma olgunluğuna gelmeden otlatma yapılmaması, 5) mera yönetimi ilkelerine uygun otlatma yapılması önerilmektedir.

Yazar Katkıları

Yazar Palta, Ş. : Çalışmayı planlamış ve sonuçları değerlendirmiştir.

Yazar Yaman, İ. : Veri toplamıştır.

Yazar Baş, E. : Çalışmanın vejetasyon ve istatistik analizini yapmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Alan, M. ve Ekiz, H. (2001). Bala-Küredağı orman içi merasında bir vejetasyon etüdü. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4), 62-69.
- Allison, L. E. and Moodie, C. D. (1965). *Carbonate*. In C. A. Black (Ed.), *Methods of soil analysis* (pp. 1379–1396). Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Atalay, İ. Z. (1982). *Gediz Havzası alüviyal topraklarının potasyum durumu ve bu topraklarda alınabilir potasyum miktarlarının tayininde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma*. (Doçentlik Tezi), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, İzmir, Türkiye.
- Atalay, İ. (2014). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri* (Genişletilmiş 2. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Babalık, A. A. (2004). Çayır-meralarda dip kaplama ölçüm yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, (1), 50-72.
- Babalık, A. A. (2010). *Isparta yöresi meralarının vejetasyon yapısı ile toprak özellikleri ve topoğrafik faktörler arasındaki ilişkiler*. (Doktora Tezi.), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 164s.
- Babalık, A. A. ve Matrasulov, F. (2020). Antalya Çukuryayla merasının vejetasyon özellikleri ve otlatma kapasitesinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 327-333.
- Başbağ, M., Gül, İ. ve Saruhan, V. (1997). Diyarbakır'da korunan bir mera alanında, bitki tür ve kompozisyonları ile ot verimlerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, 2, 499-503, Samsun.
- Bilgili, A. (2022). Orman İçi Mera Bitki Örtüsünde Botanik Kompozisyonun Yükseltiye Göre Değişimi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 111-115.
- Bilgin, F. (2010). *Artvin Ardanoç-Aydın Köyü yaylası mera vejetasyonu ile bazı toprak özelliklerinin yükseltiye göre değişiminin irdelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi.), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 91s.

- Bilgin, F. ve Özalp, M. (2016). Yükselti değişimlerinin orman üstü meraların vejetasyon yapısı ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin irdelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 135-147.
- Bolat, İ. (2019). Microbial biomass, basal respiration, and microbial indices of soil in diverse croplands in a region of northwestern Turkey (Bartın). *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11): 1-13. Doi: 10.1007/s10661-019-7817-1
- Bolat, İ. and Öztürk, M. (2016). Effects of altitudinal gradients on leaf area index, soil microbial biomass C and microbial activity in a temperate mixed forest ecosystem of Northwestern Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(1), 334-340. Doi: 10.3832/ifer1974-009
- Bolat, İ. and Şensoy, H. (2019). Microbial biomass soil content and activity under black alder and sessile oak in the Western Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Environmental Research*, 13(5), 781-791.
- Bolat, İ., Şensoy, H. and Özer, D. (2015). Short-term changes in microbial biomass and activity in soils under black locust trees (*Robinia pseudoacacia* L.) in the northwest of Turkey. *Journal of Soils and Sediments*, 15(11), 2189-2198.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54(5), 464-465.
- Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. (1982) Nitrogen-total. In: Page, A.L. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties. SSSA Book series No: 9, Madison, pp. 595-622.
- Charan, G., Bharti, V. K., Jadhav, S. E., Kumar, S., Acharya, P., Kumar, D., Gogoi, R. and Srivastava, B. (2013). Altitudinal variations in soil physicochemical properties at cold desert high altitude. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(2), 267- 277.
- Chaudhari, R., Dodha, V., Vidya, D., Chakravarty, M. and Maity, S. (2013). Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(2), 1-8.
- Çaçan, E. ve Başbağ, M. (2016). Bingöl ili Merkez ilçesi Yelesen-Dikme köylerinin farklı yöney ve yükselti-lerde yer alan mera kesimlerinde botanik kompozisyon ve ot veriminin değişimi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 1-9.
- Çatal, M. İ., Baykal, H. ve Bakoğlu, A. (2019). Ovit yaylasının (İkizdere-RİZE) botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4 (3), 435-440.
- Çetiner, M., Gökkuş, A. ve Parlak, M. (2012). Yapay Bir Merada Otlatmanın Bitki Örtüsü ve Toprak Özelliklerine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 80-88.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C. ve Avağ, A. (2014) Hatay İli Kırıkhan İlçesi Taban Meralarının Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2014(2), 52-60.
- Dindaroğlu, T. ve Canbolat, M. Y. (2017). Hidrolojik fonksiyonlu havzalarda fizyografik karakteristiklere ve arazi kullanımına bağlı olarak toprak özelliklerindeki değişimin araştırılması. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(1), 10-24.
- Dursun, İ. ve Babalık, A. A. (2018). Isparta ili Çatoluk orman içi merasının vejetasyon yapısının belirlenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(3), 233-239.
- Erol, A. ve Hızal, A. (2006). Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 74-89.
- Gökbulak, F. (2013). *Meralarda vejetasyon analizi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5151, Fakülte Yayın No: 503, İstanbul, 157 s.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 225 s.
- Gül, İ. ve Başbağ, M., (2005). Karacadağ'da Otlatılan ve Korunan Meralarda Bitki Tür ve Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 9-13

- Günel, N. (1993). Marmara ve Ege Bölgelerinde Kır Yerleşmelerinin Yükselti Kademelerine Göre Dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 143-154.
- Güner, Ş.T. (2006). *Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) sarıçam (Pinus sylvestris ssp. hamata) ormanlarının yükseltiye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin belirlenmesi*. (Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 325s.
- Gülser, C., İç, S., Candemir, F. and Demir, Z. (2008). Effects of rice husk application on mechanical properties and cultivation of a clay soil with and without planting. 29 October-01 November, Kuşadası, Turkey. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, Özel sayı: 217-223.
- Haynes, R. J. and Williams, P. (1993). Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, 49(1), 19-199.
- Irmak, A. (1954). *Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metodları*. İstanbul Üniversitesi Yayın No. 559, Orman Fakültesi Yayın No. 27, İstanbul, 150p.
- Kaçar, B. (1995). *Toprak Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:3, Ankara.
- Kantarcı, M. D. (2000). *Toprak İlimi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kara, Ö. and Bolat, İ. (2007). Influence of soil compaction on microfungus community structure in two soil types in Bartın Province, Turkey. *Journal of Basic Microbiology*, 47(5), 394–399.
- Kara, Ö., Şentürk, M., Bolat, İ. and Çakıroğlu, K., (2011). Relationships between soil properties and leaf area index in beech, fir and fir-beech stands. *Journal of the Faculty of Forestry, İstanbul University* 61 (1), 47-54.
- Koç, A. ve Gökkuş, A. (1996). Palandöken dağlarında kayak pisti olarak kullanılan ve nispeten korunan mera ile otlatılan meranın bitki örtülerinin karşılaştırılması. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*, 3, 162-170.
- Li, L., Vogel, J., He, Z., Zou, X., Ruan, H., Huang, W., Wang, J. and Bianchi, T.S. (2016). Association of Soil Aggregation with the Distribution and Quality of Organic Carbon in Soil along an Elevation Gradient on Wuyi Mountain in China. *Plos One*, 11(3). doi:10.1371/journal.pone.0150898
- Oakes, H. (1958). *Türkiye Toprakları*. İzmir. Ege Üniversitesi Matbaası.
- Odum, E. P. ve Barrett, G. W. (2008), *Ekolojinin Temel İlkeleri*. Işık K., Ed., 5. baskı, Türkiye: Palme Yayıncılık, Ankara, 598 pp.
- OGM (2019). Orman Genel Müdürlüğü, *Karışık Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı*, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Oğuz, H. (2008). Toprak bilgisi ders notu. Gümüşhane Üniversitesi, 1, s. 53, Erişim: http://gmyo.gumushane.edu.tr/media/uploads/gmyo-bitkisel/files/toprak_dersnotlar.pdf (30.10.2022).
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. (1954) *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. U. S. Department of Agriculture Circular No. 939.
- Özdemir, N. (2019). Farklı topografik yapı ve arazi kullanım koşullarında hacim ağırlığı ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2), 86-91.
- Özdemir, N., Ekberli, İ. ve Kop Durmuş Ö. T. (2018). Bazı toprak özellikleri ile kütle yoğunluğunun tahmini için pedotransfer modeller. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1), 46 – 51.
- Özkaynak, İ., Mülayim, M., Tamkoç, A., Acar, R. ve Soylu, S., 1994. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Çomaklı Çiftliği Merasında Vejetasyon Etüdü. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (7), 50-62.
- Öztürk, H. (2018). *Yükseltinin arbusküler mikorizal fungusların spor yoğunluğu ve tür çeşitliliğine etkilerinin araştırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, 42 s.
- Palta, Ş. ve Genç, Lermi, A. (2018). Bartın İli Mekeçler Yöresi Suni Mera Alanının Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Zeugma I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*. www.zeugmakongresi.org/ Tam Metin Kitabı www.iksadkongre.org/

- Palta, Ş., Lermi, A. G. ve Yiğit, M. (2019). Bartın ili Kozcağz yöresindeki bir sekonder mera alanının bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3), 848-859.
- Polat, T., Budak, S. ve Akkaya, G. (2018). Adıyaman ili Kuyulu köyü doğal meralarının kuru ot verimi, kalitesi ve botanik kompozisyonu üzerine bir araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3), 348-354.
- Rhoades, J. D. (1982). *Soluble salts*. In A.L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis, part 2 chemical and microbiological properties* (pp. 149–157). Madison: SSSA Book series No: 9.
- Rowell, D. L. (1994). *Soil Science: Methods And Applications*. (1st. Ed.) Harlow: Longman Group. 345p. <https://doi.org/10.4324/9781315844855>.
- SPSS Inc. (2007). *SPSS for Windows, Version 18.0*. Chicago: SPSS Inc.
- Şen, Ç. (2010). *Kilis İlinin Bazı Köylerindeki Meralarda Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 96s.
- Şenel, F., Başköse, İ. and Tuğ, G. N. (2014). Contributions to the flora of the region between Alucra-Espiye-Yağlıdere (Giresun/Turkey) within the preontic zone. *Biological Diversity and Conservation*, 7(3), 58-73.
- Taşdelen, S. S. ve Özyazıcı, M. A. (2022). Doğal bir meranın farklı yükseltilerine göre verim ve botanik kompozisyonunun değişimi: Türkiye, Siirt ili Merkez ilçesi Doluharman köyü merası. *Turkish Journal of Forestry*, 23(2), 106-115.
- Temel, O. ve Özalp, M. (2016). Artvin'in Şavşat ilçesinde yetiştirilen korunga (*Onobrychis sativa* Scop.) yem bitkisinin verimi ve kalitesi üzerine yükseltinin ve bazı toprak özelliklerinin etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 106-116.
- Walkley, A. and Black, A. I. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38.
- Yüksel, E. E. (2009). *Artvin-Saçınka Yöresindeki Orman ve Otlak Arazilerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Derinlik Kademelerine Göre Değişiminin İrdelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 121s. Artvin.
- Yüksek, T., Çilli, M., Kılınç, E. ve Yüksek, F. (2016). Çay tohumu ve yapraklarındaki sabit ve uçucu yağ oranlarının yükselti ve toprak özelliklerine göre değişimi. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 1(1), 28-33.
- Yıldız, O., Sarginci, M., Eşen, D. and Cromack Jr, K. (2007). Effects of vegetation control on nutrient removal and *Fagus orientalis*, Lipsky regeneration in the western Black Sea Region of Turkey. *Forest Ecology and Management*, 240(1-3), 186-194.
- Yıldız, O., Esen, D., Karaoz, O. M., Sarginci, M., Toprak, B. and Soysal, Y. (2010). Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from Eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea region. *Applied Soil Ecology*, 45(1). 49-55.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş. T., Sarginci, M. and Toprak, B. (2017). Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur. *Silva Fennica*, 51(1B), pp. 1-17.
- Zarekia, S., Jafari, M., Arzani, H., Javadi, S. A. and Jafari, A. A. (2012). Grazing effects on some of the physical and chemical properties of soil. *World Applied Sciences Journal*, 20(2), 205-212.

Afyonkarahisar Ulu Cami Mahfil ve Mihrabının Ksilolojik Analizi

Barbaros Yaman^{1,*}, Ali Akın Akyol², Esra Pulat¹, Ayşe Yıldız³

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

² Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Ankara, Türkiye

³ Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 21.12.2022

Kabul: 17.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Tarihi yapıların onarımında, çürümüş veya hasar görmüş ahşap elemanların veya bunların parçalarının değiştirilmesinin zorunlu olduğu durumlarda, kullanılacak ikame ahşabın orijinal tür ile aynı ve doğal yapıda olması gerekmektedir. Bu nedenle ahşabın mimari yapı malzemesi olarak kullanıldığı tarihi binaların restorasyonunda, orijinal ahşap malzemenin teşhisi büyük önem arz etmektedir. Anadolu Selçuklu Dönemi'nde, 1272-1277 yılları arasında Sahipata Nusretiddün Hasan tarafından yaptırılan ve mimarı Emir Hacı Bey olan Afyonkarahisar Ulu Cami, ahşap işçiliği ve sırlı tuğlalı baklava dilimi tuğla mimarisıyla Selçuklu Dönemi'nin eşsiz örneklerinden birini temsil etmektedir. Afyonkarahisar Ulu Cami'nin mahfil ve mihrabının farklı yerlerinden alınan ahşap parçalarının ksilolojik analiz sonuçları mahfilin yapımında Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) veya Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), mihrabında ise Ceviz (*Juglans regia* L.) odunu kullanıldığını göstermiştir. Karaçam ve Sarıçam odun anatomisi özelliklerine göre birbirinden ayrılmasa da, caminin bulunduğu coğrafi konum ve Karaçamın doğal yayılış alanları düşünüldüğünde, belirtilen çam örneğinin Karaçam olabileceği kanaati oluşmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Afyonkarahisar Ulu Cami, ceviz, karaçam, kırk direkli cami, odun anatomisi, odun teşhisi

Xyological Analysis of the Mahfil and Mihrab of the Afyonkarahisar Grand Mosque

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

² Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Fine Arts, Department of Conservation & Restoration of Cultural Properties, Ankara, Türkiye

³ Bartın University, Graduate School, Department of Forest Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 21.12.2022

Accepted: 17.03.2023


Published: 15.04.2023


Research Article


Abstract – When restoring historic buildings, where rotten or damaged wood elements or parts thereof need to be replaced, the replacement wood to be used must be of the original species and have a natural structure. For this reason, the identification of the original wood material is of great importance in the restoration of historical old buildings in which wood is used as an architectural building material. Afyonkarahisar Grand Mosque, built by Sahipata Nusretiddun Hasan between 1272 and 1277 during the Anatolian Seljuks period and whose architect was Emir Hacı Beg, is one of the unique examples of the Seljuk period with its woodwork and glazed brick architecture. The results of the xyological analysis of the wood fragments from various parts of the mahfil and mihrab of the Afyonkarahisar Grand Mosque showed that black pine (*Pinus nigra* Arnold) or Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was used in the construction of the mahfil and walnut wood (*Juglans regia* L.) in the mihrab. Although black pine and Scots pine cannot be distinguished from each other based on their wood anatomy, according to the geographical location of the mosque and the black pine's natural range in Anatolia, it is believed that the mentioned pine specimen could be black pine.

Keywords – Afyonkarahisar Grand Mosque, walnut, black pine, forty poles mosque, wood anatomy, wood identification

¹  yamanbar@gmail.com

²  aliakinakyol@gmail.com

³  esraozkanpulat@gmail.com

⁴  sararayse71@hotmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: yamanbar@gmail.com

1. Giriş

Ahşabın mimari yapı malzemesi olarak kullanıldığı tarihi binaların restorasyonunda, orijinal ahşap malzemenin teşhis ve tanımının yapılması büyük önem arz etmektedir (Yaman vd., 2019). 1964 yılında gerçekleştirilen II. Uluslararası Tarihi Anıtların Mimarları ve Teknisyenleri Kongresi'nde belirlenen ve ICOMOS (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi) tarafından 1965 yılında kabul edilen Anıtların ve Sitlerin Korunması ve Restorasyonu için Uluslararası Şartın (Venedik Şartı-1964) 9. maddesinde, restorasyon sürecinin amacının anıtın estetik ve tarihi değerini korumak ve ortaya çıkarmak olduğu ve orijinal malzemeye ve otantik belgelere saygıya dayandığı belirtilmiştir (ICOMOS, 1965). Tarihi ahşap yapıların korunması için ICOMOS tarafından belirlenen prensipler çerçevesinde, tarihi bir yapının onarımında, çürümüş veya hasar görmüş elemanların veya bunların parçalarının değiştirilmesinin zorunlu olduğu durumlarda kullanılacak ikame ahşabın orijinal ahşap ile aynı tür ve doğal yapıda olması, tarihi ve estetik değerlere saygı gereği, bir zorunluluktur (ICOMOS, 2004).

Türkiye'de arkeolojik kazılarda ele geçen ahşap malzeme yanı sıra restorasyona konu tarihi ahşap yapılar ile ahşap aksama sahip binalardan alınan örneklerin ksilolojik analizine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Gordion'da açığa çıkarılan ahşap eserler (Simpson ve Spirydowicz, 1999), Olba Akropolisi kuzey kule kazısında (Yaman vd., 2017) ve Gökçeada Yenibademli Höyük'te ele geçen karbonize ahşaplar (Yaman, 2011; Yaman ve Hüryılmaz, 2014 ve 2022), Akseki Sarıhacılar Köyü cami ahşap örnekleri (Yaman vd. 2019) ve Beyşehir Eşrefoğlu Cami sütunlarına ait ahşapların analizi (İçel, 2020) ile ilgili çalışmalar bunlar arasında sayılabilir.

Afyonkarahisar Ulu Cami, Anadolu Selçukluları Dönemi'nde, 1272-1277 yılları arasında Sahipata Nusretiddün Hasan tarafından Mimar Emir Hacı Bey'e yaptırılmıştır. Eskiden kâgir dört köşe kalın duvarlar üzerine toprak damlı iken, daha sonra bakır kaplı çatı ile örtülmüştür. Batıya, kuzeye ve doğuya bakan üç kapısı bulunan caminin çatısı beş sıra halinde kırk ahşap sütun üzerine oturmaktadır. Bu nedenle Afyonkarahisar Ulu Cami yörede "Kırk Direkli Cami" olarak da bilinmektedir. Cami ilk büyük onarımını 1341 yılında geçirmiştir. Son yıllarda eski biçimi korunarak yeniden onarılan cami, ahşap işçiliği ve sırlı tuğlalı baklava dilimi tuğla mimarisiyle Selçuklu Dönemi'nin eşsiz örneklerinden birini temsil etmektedir (Uyan vd., 2004).

Bu çalışma, restorasyona tabi Afyonkarahisar Ulu Cami'nin mahfil ve mihrabından alınan ahşap materyallerin taksonomik tür teşhisini yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyallerini Afyonkarahisar Ulu Cami'nin (AUC) (Şekil 1) mahfil ve mihrabının farklı yerlerinden alınan farklı boyutlardaki toplam 8 adet ahşap oluşturmaktadır (Tablo 1). İlgili ahşap örnekleri Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Odun Anatomisi ve Dendrokronoloji Laboratuvarı'nda incelenmiştir.

Tablo 1

Afyonkarahisar Ulucami ahşap örnekleri

Örnekler	Açıklamalar	Malzeme Türü
AUC-A1	Mahfil doğudan 3. sütun başlığından	Ahşap
AUC-A2	Mahfil doğudan 3. sütundan (onarım)	Ahşap
AUC-A3	Mahfil doğudan 4. sütun üzeri yastıktan	Ahşap
AUC-A4	Mahfil doğudan 4. sütun yastık üzeri hatıldan	Ahşap
AUC-A5	Mahfil tavan kirişinden	Ahşap
AUC-A6	Mahfil batıdan 3. sütun başlığından (onarım)	Ahşap
AUC-A7	Mihrabın kapısının kilidinden	Ahşap
AUC-A8	Mihrap yan yüzden	Ahşap

Laboratuvarda incelenen AUC-A1, AUC-A2, AUC-A3, AUC-A4, AUC-A5, AUC-A6, AUC-A7 ve AUC-A8 kodlu ahşap örneklerinden (Şekil 2 ve Şekil 3) GSL1 Model kızaklı mikrotom yardımıyla yaklaşık 20-25 µm kalınlığında enine, teğet ve radyal yönde anatomik kesitler alınmıştır. Herhangi bir boyama işlemi yapılmadan ince kesitler lam üzerinde gliserin ortamında lamel ile kapatılarak geçici görüle olarak hazırlanmış ve Olympus CX-21 ışık mikroskopunda incelenerek teşhis edilmiştir. Teşhis işlemlerinde, Odun Anatomisi ve Dendrokronoloji Laboratuvarı'nın ksilyum bölümünde bulunan karşılaştırma materyallerinden ve odun anatomisi ile ilgili makale ve atlaslardan yararlanılmıştır (Fahn vd., 1986; Merev, 2003; Esteban vd., 2004; IAWA, 2004; Akkemik ve Yaman, 2012). Teşhis işlemlerinde ayrıca InsideWood (2004) veri bankasından da yararlanılmıştır (Wheeler, 2011). Anatomik kesitlere ait mikrofotografılar Carl-Zeiss marka fotomikroskop (Axiostar plus) yardımıyla çekilmiştir.



Şekil 1. Afyonkarahisar Ulu Cami, dıştan (A) ve içten (B) genel görünüm



Şekil 2. Soldan sağa AUC-A1, AUC-A2, AUC-A3, AUC-A4 kodlu ahşaplar



Şekil 3. Soldan sağa AUC-A5, AUC-A6, AUC-A7 ve AUC-A8 kodlu ahşaplar

3. Bulgular

Cins ve türleri bilinmeyen ahşap örneklerinin anatomik yapılarının (sekonder ksilem) ışık mikroskopunda incelenmesi ve tanımlanması sonucunda söz konusu ahşapların hangi cins veya türlere ait olduğu belirlenmiş ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

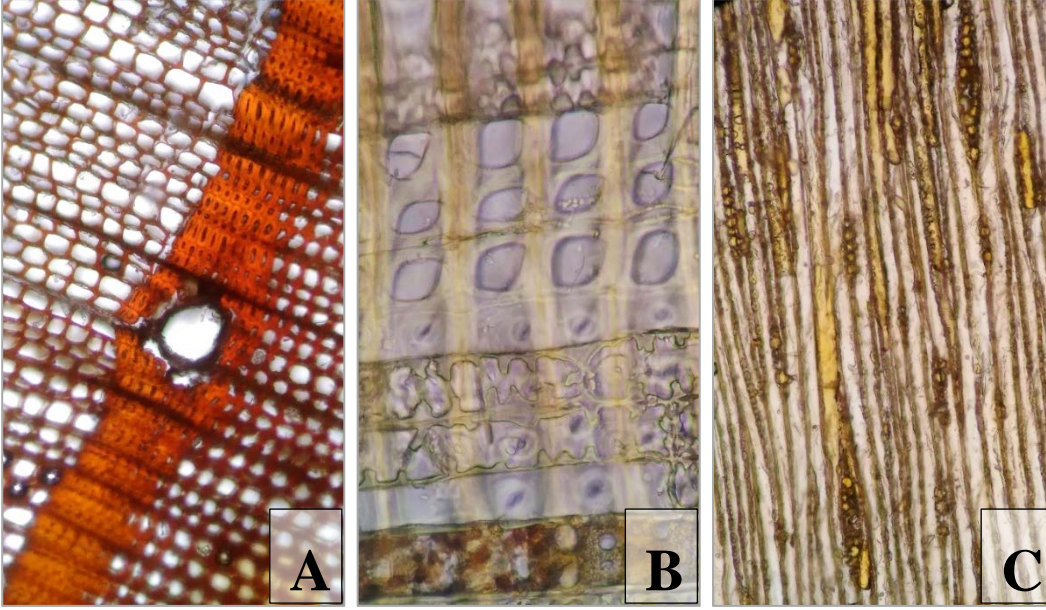
Ahşap örneklerinin ksilolojik teşhis sonuçları

Örnekler	Familiya	Tür
AUC-A1	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A2	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A3	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A4	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A5	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A6	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> / <i>Pinus sylvestris</i> (Karaçam / Sarıçam)
AUC-A7	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> (Ceviz)
AUC-A8	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> (Ceviz)

Ahşap örneklerinin cins / tür teşhisinin yapılmasına olanak sağlayan ve üzerinde çalışılan anahtar nitelikteki anatomik özellikler aşağıda açıklanmıştır.

3.1. AUC-A1, AUC-A2, AUC-A3, AUC-A4, AUC-A5 ve AUC-A6 Kodlu Ahşaplar

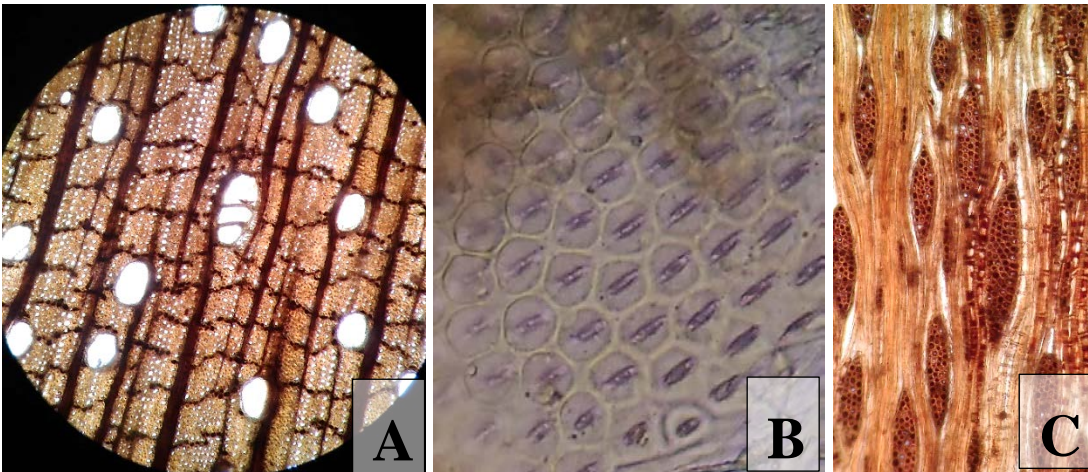
Bu örneklerde tespit edilen odun anatomisi özellikleri (radyal düzende traheid hücreleri, boyuna ve enine yönde reçine kanalları, pencere şeklindeki karşılaşma yeri geçitleri, dişli çeperli enine traheidler) incelenen örneklerin Gymnospermlerden Pinaceae familyası *Pinus* (çam) cinsine ait olduğunu göstermiştir. Pencere (fenestriiform) tipi karşılaşma yeri geçitleri hem alt-cins (sub-genus) *Strobilus* altındaki bazı çam türlerinde (seksiyon *Strobus*) hem de alt-cins *Pinus* altındaki bazı çam türlerinde (seksiyon *Pinus*) bulunur. İncelenen örneklerde aynı zamanda enine traheidlerin çeperleri belirgin dişli olduğu için, örnekler *Strobilus* alt-cinsinden bir çam türüne ait olamaz. Dolayısıyla hem çeperleri dişli enine traheidler hem de pencere tipi karşılaşma yeri geçitleri (Şekil 3) bu örneklerin alt-cins *Pinus* altındaki *Pinus* seksiyonundan bir çam türüne ait olduğunu göstermektedir. Yukarıda kod numarası ve anatomik detayları verilen ahşap örnekleri, Pinaceae familyası, *Pinus* cinsi, *Pinus* alt-cinsi, *Pinus* seksiyonu, *Pinus* alt-seksiyonu içerisinde yer alan bir çam türüne aittir. Bu alt seksiyonda: *P. densata* Mast, *P. densiflora* Siebold & Zucc., *P. hwangshanensis* W.Y.Hsia, *P. kesiya* Royle ex Gordon, *P. latteri* Mason, *P. luchuensis* Mayr, *P. massoniana* Lamb., *P. merkusii* Jungh. & de Vriese, *P. mugo* Turra, *P. nigra* Arnold, *P. resinosa* Aiton, *P. sylvestris* L., *P. tabuliformis* Carrière, *P. taiwanensis* Hayata, *P. thunbergii* Parl., *P. tropicalis* Morelet, *P. uncinata* Ramond ex DC., *P. yunnanensis* Franch. türleri bulunmaktadır (URL-1). Türkiye’de doğal olarak yetişen çam türlerinden sadece *Pinus nigra* (Karaçam) ve *Pinus sylvestris* (Sarıçam) alt-seksiyon *Pinus* içerisinde yer alır. Dolayısıyla incelenen ahşap örneği belirlenen odun anatomisi özellikleri temelinde bu iki türden birine aittir (Karaçam veya Sarıçam).



Şekil 3. Soldan sağa: A. Enine kesit: yıllık halka sınırı, ilkbahar odunu ve yaz odunu traheidleri, yaz odununda reçine kanalı, B. Radyal kesit: pencere (fenestriform) tipi karşılaşma yeri geçitleri ve çeperleri dişli enine traheid hücreleri, C. Teğet kesit: özışınları

3.2. AUC-A7 ve AUC-A8 Kodlu Ahşaplar

Bu örneklerde su iletim hücreleri trahelerdir. İlkbahar odunu trahe hücreleri büyük çaplıdır. İlkbahar odunundan yaz odununa doğru trahe çapları tedrici olarak küçülmektedir (yarı-halkalı traheli). Enine kesitte trahe hücrelerinin şekli oval, çevresi ise köşeli değil muntazam ve düzdür. Odunda tekli trahe hücreleri yanı sıra radyal grup yapan trahe hücreleri de bulunmaktadır. Trahe teğet çapı 90-110 µm, trahe radyal çapı ise 100-150 µm olarak belirlenmiştir. Milimetrekaredeki trahe hücre sayısı 4-10'dur. Enine kesit yüzeyinde boyuna parانشim hücrelerinin yıllık halka içerisindeki dağılım ve düzenlenişi teğet yönde kesik zincir şeklindedir. Ayrıca radyal kesit yüzeyinde boyuna yönde parانشim dizisindeki hücre sayısı 3-8 adet olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Soldan sağa: A. Enine kesit: yarı halkalı traheli odun, radyal yönde özışınları ve teğet yönde ince boyuna parانشim sıraları, B. Radyal kesit: traheler arası almaçlı geçitler, C. Teğet kesit: multiseri özışınları

Özışını genişliği ile ilgili teğet kesit yüzeyindeki tespitlere göre, 1-sıralı, 2-sıralı, 3-sıralı özışınları yanı sıra 4- ve 5-sıralı özışınları da bulunmaktadır. Özışınları aynı tipteki parانشim hücrelerinden ibarettir (homoselüler). Milimetredeki ortalama özışını sayısı 6-9 adettir. Tabakalı yapı tespit edilmemiştir. Bazı

büyük çaplı trahe hücrelerinde tül oluşumu vardır. Kambiyal varyant ve mineral maddeler tespit edilmemiştir. Bütün bu özellikler bu iki örneğin Juglandaceae familyasından *Juglans* cinsine ait olduğunu göstermektedir (Şekil 4). Türkiye’de tek bir ceviz türü (*Juglans regia* L.) doğal olarak yetişmekte ve bu türün hemen hemen tüm ülkede farklı kültür klonları yetiştirilmektedir. Örnekler *Juglans regia* olarak teşhis edilmiştir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Afyonkarahisar Ulu Cami mahfilinden alınan AUC-A1, AUC-A2, AUC-A3, AUC-A4, AUC-A5 ve AUC-A6 kodlu ahşapların tamamı *Pinus nigra* / *P. sylvestris* (Karaçam veya Sarıçam), mihraptan alınan AUC-A7 ve AUC-A8 kodlu ahşaplar ise *Juglans regia* (Ceviz) olarak teşhis edilmiştir. Esteban vd. (2004) enine traheid (özışını traheidi) çeperlerinin dış yüksekliği ve pencere tipi karşılaşma yeri geçitlerinin boyutları bakımından Karaçam ve Sarıçam odunları arasında bazı küçük farklılıklar olduğunu belirtse de, bu iki çam türünü odun anatomisi özelliklerine dayanarak birbirinden ayırt etmek oldukça güçtür (Schoch vd., 2004). Buna rağmen, Şekil 3A’da görüldüğü üzere, bazı Karaçam odun örneklerinde ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin ani olması (Schoch vd., 2004) ve Karaçam ile Sarıçamın Anadolu’daki yayılış alanları düşünüldüğünde Afyonkarahisar Ulu Cami mahfilinin yapımında kullanılan çam türünün Karaçam olabileceği kanaati oluşmaktadır. Anadolu’da yapılan birçok arkeolojik kazıda ele geçen ahşaplar ile tarihi yapıların restorasyonu sırasında açığa çıkan ahşapların ksilolojik analizleri çoğunlukla meşe türleri yanı sıra Karaçam ve Sarıçam türlerinin de yapı malzemesi olarak kullanıldığını göstermektedir (Yaman, 2011; Akkemik ve Kocabaş, 2014; Yaman, 2021). Oldukça dekoratif olması nedeniyle ceviz (*J. regia*) odunu, bu çalışmada gösterildiği üzere, camilerin mihrabında kullanıldığı gibi Olba Akropolisi ve Gordion Midas Tümülüsü’nde ele geçen mobilyaların yapımında da kullanılmıştır (Simpson ve Spirydowicz, 1999; Yaman, 2017). Tarihi bir yapının onarımında, çürümüş veya hasar görmüş elemanların veya bunların parçalarının değiştirilmesinin zorunlu olduğu durumlarda kullanılacak ikame ahşabın orijinal ahşap ile aynı tür ve doğal yapıda olması gerekmektedir (ICOMOS, 2004). Bu nedenle ülkemizde gerçekleştirilen tarihi yapıların restorasyon işlemlerinde kullanılacak ahşap seçiminde orijinal cins / türlere sadık kalınması tarihi ve estetik değerlere saygı gereği büyük önem arz etmektedir. Ayrıca ahşabı olumsuz etkileyen mantar, böcek, bakteri ve nem gibi etmenlere karşı, kullanım yerine ve amacına bağlı olarak, emprenye veya ısıtma işlemi görmüş ahşap malzemenin tercih edilmesi önerilebilir. Ancak bunu yaparken ICOMOS (2004) prensiplerinden uzaklaşmamak gerekmektedir.

Teşekkür

Afyonkarahisar Ulu Cami’nin malzeme açısından belgelenmesi ve araştırılmasına yönelik çalışmalar; T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Vakıflar Genel Müdürlüğü’nün ilgili bölge koruma kurulları sorumluluğunda, “Afyon Ulu Cami Rölöve Restitüsyon Restorasyon ve Çevre Düzenleme Projeleri İşİ” kapsamında müellif firma Odabaşı Mimarlık Restorasyon Ltd. Şti.’nin Gazi Üniversitesi Teknopark, Ankara İleri Teknoloji Yatırımları A.Ş. (AITY)’ne 01.11.2018 tarihinde yaptığı resmi başvuru ile başlatılmıştır. "Kültürel Mirasın Arkeometrik Yöntemlerle Belgelenmesi ve Araştırılması Projesi" kapsamında "Afyon Ulu Cami Yapısal ve Dekoratif Malzeme Analizi" adı altında Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) ile Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) Laboratuvarları’nda incelenmiştir. Yazarlar; çalışma kapsamında örneklerin hazırlanmasında yardımlarından dolayı Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) proje asistanları Gülşen Albuz Geren ve Nefise Günaydın’a teşekkür ederler.

Yazar Katkıları

Yazar Yaman, B: Araştırmayı planlamış, araştırma materyallerinin taksonomik teşhis-tanımını (analiz) yapmış ve makaleyi yazmıştır. Yazar Akyol, A.A: Araştırmayı planlamış, materyalleri almış ve belgelemiştir.

Yazar Pulat, E: Laboratuvar çalışmalarına yardımcı olmuştur. Yazar Yıldız, A: Laboratuvar çalışmalarına yardımcı olmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akkemik, Ü., Yaman, B. (2012). Wood Anatomy of Eastern Mediterranean Species. Kessel Publishing House, ISBN 978-3-941300-59-0, 310 pp.
- Akkemik, Ü., Kocabaş, U. (2014). Woods of Byzantine Trade Ships of Yenikapı (Istanbul) and Changes in Wood Use from 6th to 11th Century. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 14(2), 17-327.
- Esteban, L.G., de Palacios, P.d.P., Casasús, A.G., Fernandez, F.G. (2004). Characterisation of the xylem of 352 conifers. *Forest Systems*, 13(3), 452-478.
- Fahn, A., Werker, E., Baas, P. (1986). Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions Jerusalem: Israel Academy of Sciences and Humanities, 221 p., 82 p. of plates.
- Hoadley, R. B. (1990). Identifying wood: accurate results with simple tools. Taunton Press, Newtown, Connecticut. ISBN 0-942391-04-7, 223 p.
- IAWA Committee (2004). IAWA list of microscopic features for softwood identification. Richter H.G., D. Grosser, I. Heinz, P.E. Gasson (eds). *IAWA Journal*, 25(1), 1-70.
- ICOMOS (1965). International Charter For the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter-1964). [<https://www.icomos.org>].
- ICOMOS (2004). Principles for the Preservation of Historic Timber Structures (1999). In International Charters for Conservation and Restoration (Editors: G. Araoz, F. L. Morales, A. Mykleby, M. Petzet, D. Sindou, M. Truscott), Second Edition with an Introduction by M. Petzet, München.
- InsideWood 2004-onwards. Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> [15.11.2022].
- İçel, B. (2020). Tarihi Beyşehir Eşrefoğlu Camisi bazı ahşap sütunlarında tür teşhisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3), 841-851.
- Merev, N. (2003). Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı. KTÜ Orman Fak. Genel Yay. No. 210, Fakülte Yay. No. 32, Trabzon, 395 s.
- Schoch, W., Heller, I., Schweingruber, F.H., Kienast, F. (2004). Wood anatomy of central European Species. Online version: www.woodanatomy.ch, [16.12.2022].
- Simpson, E., Spirydowicz, K. (1999). Gordion: Ahşap Eserler. Anadolu Medeniyetleri Müzesi Yayını, Ankara, 174 s.
- URL-1 (2022). The Gymnospermae Database. Online version: www.conifers.org, [20.12.2022]
- Uyan, M., Yüksel, İ., Avşar, N., Yılmaz, Ö. (2004). Anadolu'nun kilidi Afyon. T.C. Afyon Valiliği, Afyon, 496 s.
- Wheeler, E.A. (2011). InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal*, 32 (2), 199-211.
- Yaltrık, F., Akkemik, Ü. (2011). Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, ISBN: 978-605601143-1-4, Ankara, 214 s.
- Yaman, B. (2011). Anatomy of Archaeological Wood Charcoals from Yenibademli Mound (Imbros), Western Turkey. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 11, 33-39.
- Yaman, B., Hüryılmaz, H. (2014). The identification of wood charcoals from an Early Bronze Age Mound (Yenibademli) in Western Turkey. *Drewno*, 57(193), 97-108.
- Yaman, B., Akyol, A.A., Erten, E. (2017). Olba Akropolisini Kuzey Kule Kazısından Ele Geçen Karbonize Ahşap Malzemenin Anatomik Analizi. *Seleucia*, 7, 411-419.
- Yaman, B., Akyol, A. A., Aktaş, K. (2019). Akseki Sarıhacılar Köyü Cami Ahşap Teşhisi. *JONAS*, 2(1), 44-49.
- Yaman, B. (2021). Ankara Altındağ-Hamaönü 417 Ada 9 Parseldeki Konağa Ait Ahşap Malzeme Ksilolojik Analiz Raporu. BOF-Dendro-2021-8 Nolu Rapor, Bartın.
- Yaman, B., Hüryılmaz, H. (2022). Gökçeada-Yenibademli Höyük'te bulunan Erken Bronz Çağ II Dönemi'ne ait karbonize meşe odunları. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 8(2): 6-10.

Saf Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aktif ve Pasif Uydu Görüntüleri Kullanılarak Topraküstü Biyokütlenin Tahmin Edilmesi (Anamur Orman İşletme Şefliği Örneği)

İzzet Güverçin¹, Alkan Günlü^{2,*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

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

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 07.03.2023

Kabul: 11.04.2023

Yayım: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada; saf kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde aktif (Sentinel-1A) ve pasif (Landsat 8 OLI) uydu görüntüleri ile bazı topoğrafik veriler kullanılarak topraküstü biyokütle (TÜB)'nin tahmini amaçlanmıştır. Çalışmada toplam 404 adet örnek alan verisi kullanılmıştır. Bu örnek alan verilerininin 323 (%80) modellerin oluşturulmasında ve 81 (%20) ise modellerin test edilmesinde kullanılmıştır. Her bir örnek alana ilişkin TÜB değerleri allometrik biyokütle denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca her bir örnek alana ilişkin Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden bant reflektans, vejetasyon indis ve tekstür değerleri, Sentinel-1A uydu görüntüsünün her iki polarizasyonu (VV ve VH) için parlaklık ve geri yansıtım değerleri ile ALOS-PALSAR uydu görüntüsünden üretilen Sayısal Yükseklik Model (SYM) verisinden yükselti, eğim ve bakı değerleri hesaplanmıştır. TÜB ile Landsat 8 OLI, Sentinel-1A ve SYM verisinden elde edilen değişkenler arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile modellenmiştir. Toplam 22 farklı regresyon modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller arasında en iyi ilişki ($R^2_{düz} = 0,509$; $Sy.x = 28,39$), Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün bant reflektans değerleri, vejetasyon indisleri, tekstür değerleri, Sentinel-1A uydu görüntüsünün iki polarizasyona ilişkin parlaklık değerleri ile yükselti ve bakının bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Topraküstü biyokütle, Sentinel 1A, Landsat 8 OLI, allometrik biyokütle denklemi, kızılçam

Estimating Aboveground Biomass Using Active and Passive Satellite Images in Pure Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Stands (A Case Study in Anamur Forest Planning Unit)

¹Çankırı Karatekin University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

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

Article History

Received: 07.03.2023


Accepted: 11.04.2023


Published: 15.04.2023

Research Article

Abstract – The aim of this study is to estimate aboveground biomass in pure Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands using active (Sentinel-1A) and passive (Landsat 8 OLI) satellite images and some topographic data. Sample plot data of a total of 404 sample areas were used in the study. Of these sample plot data, 323 (80%) were used to create models and 81 (20%) to test models. Aboveground biomass values for each sample plot were calculated using the allometric equation. In addition, band reflectance, vegetation indices and texture values from Landsat 8 OLI satellite image for each sample plot, brightness and backscattering values for both polarizations (VV and VH) of Sentinel-1A satellite image, and the elevation, slope and aspect values were calculated from the Digital Elevation Model (DEM) data produced from the ALOS-PALSAR satellite image. Relationships between aboveground biomass and variables obtained from Landsat 8 OLI, Sentinel-1A and DEM data were modelled regression analysis. A total of 22 different regression models were developed. The best success among the developed models was obtained with the model ($R^2_{adj} = 0.509$; $Sy.x = 28.39$) in which the band reflectance values, vegetation indices and texture values of the Landsat 8 OLI satellite image, the brightness values of the two polarizations of the Sentinel-1A satellite image, elevation and aspect are included as independent variables.

Keywords – Aboveground biomass, Sentinel 1A, Landsat 8 OLI, allometric equation, calabrian pine

¹  izzetguv@gmail.com.tr

²  alkangunlu@karatekin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: alkangunlu@karatekin.edu.tr

1. Giriş

Ormanlar, küresel iklim değişiminde ve atmosferdeki karbonun tutulmasında önemli rol oynamaktadır. (Zianis ve Mencuccini, 2004; Hall ve ark., 2006). Önemli bir havuz görevi gören orman ekosistemlerindeki karbon döngülerinin daha iyi anlaşılması için ormanların biyokütlesinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir (Houghton, 2005). Genel olarak biyokütle, toprakaltı ve topraküstü biyokütle olmak üzere iki farklı biçimde değerlendirilmektedir. Topraküstü biyokütle (TÜB)'nin tahmin edilmesinde farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bunlar yersel ölçümler (Brown ve ark., 1989, Brown ve Iverson. 1992; Schroeder ve ark., 1997; Brown, 2002), Uzaktan Algılama (UA) yöntemleri (Tiwari, 1994; Roy ve Ravan, 1996; Nelson ve ark., 2000; Tomppo ve ark., 2002; Foody ve ark., 2003; Zheng ve ark., 2004; Lu, 2005) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) (Brown ve Gaston, 1995) olarak sınıflandırmak mümkündür.

TÜB'nin tahmin edilmesinde en doğru ve güvenilir yöntemler yersel ölçümlerdir. Yersel veriler yardımıyla elde edilen allometrik biyokütle denklemler kullanılarak TÜB doğru bir şekilde tahmin edilmektedir. Bu yöntem, oldukça zaman alıcı, yoğun işgücü isteyen ve geniş alanlarda uygulaması oldukça zor bir yöntemdir (Lu, 2005). CBS ile TÜB tahminlerinin yapılması ise, çok sayıda, doğru, güvenilir bir veri tabanı ve bu veriler arasında kaliteli ilişkilerin olmasını gerektirdiğinden, yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir. UA yöntemi, veri toplamanın kolaylığı, verilerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân vermesi, bant parlaklık değerleri, vejetasyon indisleri ve tekstür değerleri arasında yüksek korelasyonların olması ve özellikle çok zor ulaşılan alanlarda TÜB tahmininde tercih edilmektedir (Nelson ve ark., 1988; Sader ve ark., 1989; Steininger, 2000; Foody ve ark., 2003; Santos ve ark., 2003; Zheng ve ark., 2004).

Son zamanlarda UA verileri kullanılarak geniş ormanlık alanlarda TÜB'nin tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Gallaun ve ark., 2010; Günlü ve ark., 2014; Turgut ve Günlü, 2022; Bulut ve ark., 2022; Bulut, 2023). Özellikle ilk doğal kaynak uydusu olan Landsat uydu görüntüleri kullanılarak TÜB'nin tahmin edilmesine yönelik çok sayıda çalışma vardır (Maynard ve ark., 2007; Turgut ve Günlü, 2022). Bununla birlikte farklı uydu görüntüleri kullanılarak TÜB'nin tahmin edilmesine yönelik çok sayıda çalışmada literatürde yer almaktadır (Thenkabail ve ark., 2004; Muukkonen ve Heiskanen, 2005; Eckert, 2012). Aynı zamanda, radar ve lidar verileri kullanılarak TÜB'nin tahmin edilmesine ilişkin çalışmalar da yapılmakta ve bu çalışmalardan elde edilen model tahmin sonuçlarının optik uydu görüntülerinden elde edilen model tahmin sonuçlarına göre daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Lu, 2006; Goetz ve ark., 2009). Lidar ve radar uydu verileri farklı orman ekosistemlerinde TÜB'nin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Zhao ve ark., 2012; Keleş ve ark., 2021). Özellikle uzun dalga boyuna sahip radar verilerinin karışık orman ekosistemlerinde TÜB'nin tahmin edilmesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Zimble ve ark., 2003).

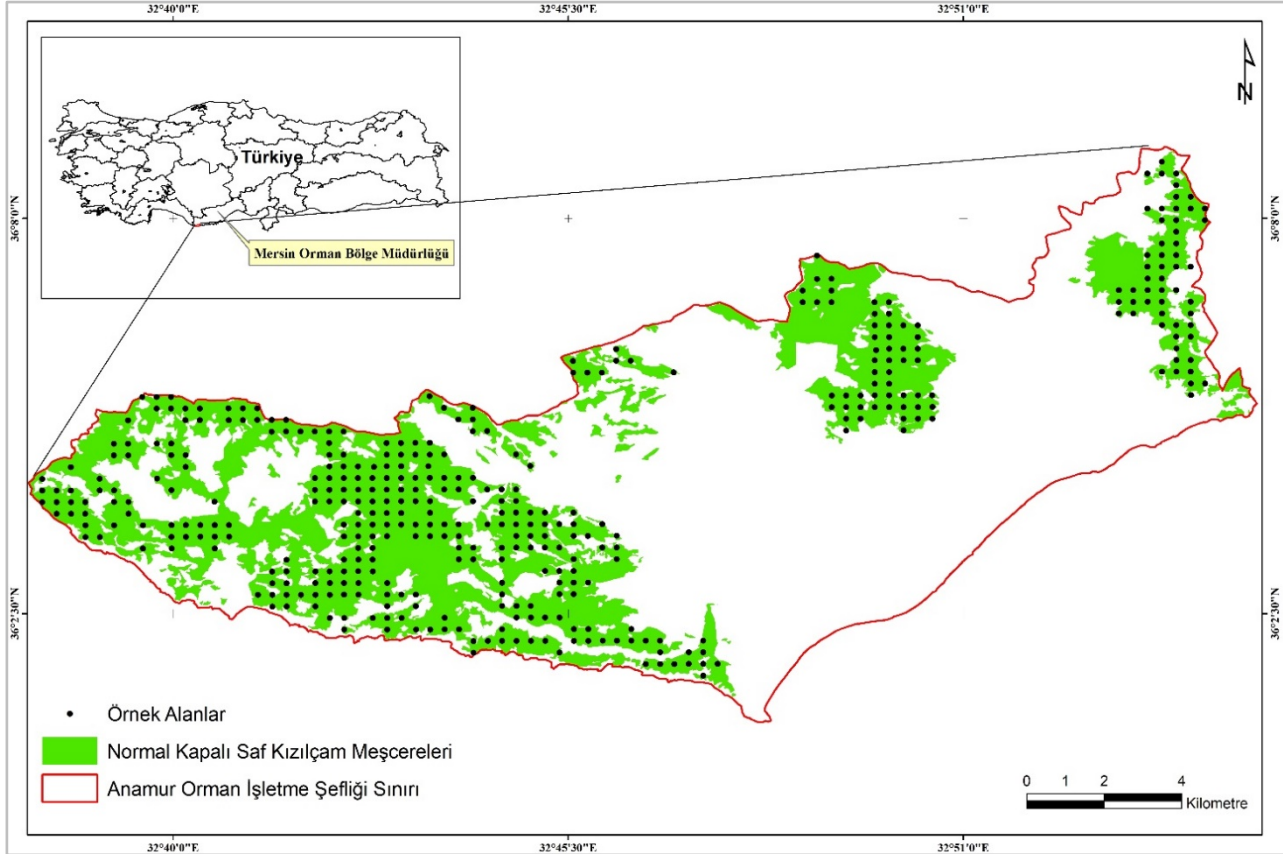
Bu çalışmada; (i) saf kızılçam meşcerelerinde her bir örnek alana ilişkin TÜB değerlerinin hesaplanması (ii) Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) uydu görüntüsünden her bir örnek alana ilişkin bant reflektans, vejetasyon indis ve tekstür değerlerinin elde edilmesi (iii) Her bir örnek alan için Sentinel-1A uydu görüntüsünün her iki polarizasyonuna ilişkin geri yansıtım değerlerinin elde edilmesi (iv) her bir örnek alana ilişkin eğim, bakı ve yükselti değerlerinin hesaplanması ve (v) her bir örnek alana ilişkin hesaplanan TÜB ile uydu görüntülerinden ve topografik verilerden elde edilen değişkenler arasındaki ilişkilerin regresyon analizi ile araştırılması ve modellenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada saf kızılçam meşcereleri için yerleri sistematik olarak 300 m x 300 m mesafeyle belirlenen toplam 404 adet örnek alan için elde edilen envanter karnelerindeki 8 cm ve üzerindeki ağaçlara ilişkin göğüs yüksekliğindeki çap verileri, 10.09.2015 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü, 06.09.2015 tarihli Sentinel-1A uydu görüntüsü ve çalışma alanına ait ALOS-PALSAR görüntüsünden üretilen sayısal arazi modeli verisi materyal olarak kullanılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı (Anamur Orman İşletme Şefliği), Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Anamur Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı, 32°53' 32"-32°48'16" kuzey enlemleri ve 36°2' 24"-36°5'26" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanının ortalama yükseltisi 1083 metredir. Çalışma alanının 5657.5 hektara (ha) normal kapalı orman, 2749.5 ha boşluklu kapalı orman ve 8201.5 ha ise açıklık alan olmak üzere toplam 16.608,5 ha'dan oluşmaktadır. Ortalama yıllık sıcaklığı 23.1°C ve yıllık yağış miktarı ise 635.4 mm'dir (Anonim, 2016). Çalışma alanındaki hâkim ağaç türleri kızılçam, meşe ve maki alanlarından oluşmaktadır. Çalışma alanının Türkiye üzerindeki konumunu ve saf kızılçam meşcerelerinin yayılışını gösterir harita Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.2. Örnek Alanlara İlişkin Topraküstü Biyokütle Değerlerinin Hesaplanması

Saf kızılçam meşcerelerine ilişkin çalışma kapsamında kullanılan 404 adet envanter karnesi verileri Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'ndan temin edilmiştir. Her bir örnek alan için alınan envanter karnesi verisinde her bir ağacın göğüs yüksekliğindeki ($d_{1,3}$) çap verileri kullanılarak önce her bir ağacın topraküstü biyokütle (TÜB)'si, örnek alan içindeki ağaçların biyokütellerinin toplamı ile örnek alanın toplam TÜB miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alan büyüklüğüne (400, 600 ve 800 m²) bağlı olarak örnek alandaki TÜB değerleri hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak hektardaki TÜB değerleri hesaplanmıştır. TÜB hesaplanmasında, Şahin (2015) tarafından Mersin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yayılış gösteren saf kızılçam meşcereleri için geliştirilen ve aşağıda yer alan tek girişli TÜB denklemi kullanılmıştır.

$$\ln Y = -2,80486 + 2,16137/d_{1,3} + 2,41102 \times \ln(d_{1,3}) \quad R^2 = 0,957 \quad (2.1)$$

Y= topraküstü biyokütle miktarı (ton)

$d_{1,3}$ = her bir ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı (cm)

2.3. Landsat 8 OLI Uydu Görüntüsünden Değişkenlerin Elde Edilmesi

Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ücretsiz olarak <https://earthexplorer.usgs.gov> internet adresinden indirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün bantlarından; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 ve 11 bantları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI uydu görüntüsü radyometrik ve geometrik düzeltmeleri içeren Level-1 C formatında elde edildiğinden sadece atmosferik düzeltme yapılmıştır. QGIS 3.22.0 yazılım programı kullanılarak atmosferik düzeltme yapılarak çalışmada kullanılan bantların yansıma değerleri reflektans değerlerine dönüştürülmüştür. Daha sonra elde edilen görüntü çalışma alanının dış sınırına göre kesilerek analize hazır hale getirilmiştir. Bu işlem için ArcGIS 10.6.1 yazılımından yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI uydu görüntüsüne ait bantlarının üzerine, sayısal örnek alanlar ArcGIS 10.6.1 yazılımı yardımıyla aktarılmıştır. Her bant için her bir örnek alana ait bant reflektans değerleri hesaplanmıştır. Araziye envanter aşamasında örnek alanların konumları GPS ile belirlenmesi nedeniyle örnek alanların koordinatlarının alınması sürecinde oluşabilecek hataları azaltmak ve en aza indirmek amacıyla her bir örnek alana ilişkin reflektans değerlerinin hesaplanmasında örnek alanların düştüğü pikselin (x=GPS ile alınan koordinatların uydu görüntüsü ile çakıştığı nokta) çevresinde yer alan 3x3 pencere genişliğinde yer alan piksellerin reflektans değerlerinin ortalaması alınarak her bir örnek alanın reflektans değeri hesaplanmıştır. Her bir örnek alan ve her bir bant için hesaplanan reflektans değerleri kullanılarak Tablo 1’de verilen bazı vejetasyon indisleri hesaplanmıştır.

Ayrıca bu çalışmada; contrast (CON), correlation (COR), dissimilarity (DIS), entropy (ENT), homogeneity (HOM), mean (M), second moment (SM) ve variance (VAR) olmak üzere toplam sekiz adet tekstür özelliği kullanılmıştır. Bu tekstür özellikleri dört farklı pencere boyutu (3x3, 5x5, 7x7 ve 9x9) ve çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün her bir bandı için ayrı ayrı elde edilmiştir. Her bir bant ve her bir pencere boyutuna göre tekstür özelliklerine ilişkin görüntülerinin elde edilmesinde ENVI yazılımı ve her bir örnek alanın tekstür özelliklerinin hesaplanmasında ArcGIS 10.6.1 yazılımından yararlanılmıştır. Toplamda her bir örnek alana ilişkin 288 (4 adet pencere boyutu x 8 adet tekstür özelliği x 9 adet bant) adet tekstür değeri elde edilmiştir.

Tablo 1
Çalışmada kullanılan vejetasyon indisleri (Vİ)

Vİ	Formül	Kaynak	Vİ	Formül	Kaynak
NDVI	$(B5-B4) / (B5+B4)$	Rouse ve ark. (1974)	NLI	$((B05^2)-B04) / ((B05^2) + B04)(B052) + B04)$	Goel ve Qin (1994)
NDMI	$(B5-B6) / (B5+B6)$	Hardisky ve ark. (1983)	NDTI	$(B5-B7)/(B5+B7)$	Van Deventer ve ark. (1997)
NBR	$(B5-B7) / (B5+B7)$	Key ve Benson (2006)	GDVI	B5-B3	Sripada (2005)
EVI	$2.5x((B5-B4) / (B5+6xB4-7.5xB2+1))$	Liu ve Huete (1995)	SR	B5/B3	Birth ve McVey (1968)
SAVI	$((B5-B4) / (B5+B4+0.5))x(1.5)$	Huete (1988)	FII	$(B7/B5)/(B3/B5)$	Kalinowski Ve Oliver (2004)
GCI	B5-B3-1	Gitelson ve ark. (2003)	GRVI	$(B3-B4)/(B3+B4)$	Sripada ve ark. (2006)
WRI	$(B3+B4)/(B5+B7)$	Mukherjee ve Samuel (2016)	BI	$\text{Sqrt} (B3xB3)+(B4xB4)$	Khan ve ark. (2005)
DVI	(B5-B4)	Tucker (1980)	TCW	$0.0315(B1)+0.2021(B2)+0.3102(B3)+0.1594(B4)-0.6806(B5)-0.6109(B7)$	Frazier ve ark. (2015)

Tablo 1

Çalışmada kullanılan vejetasyon indisleri (devam ediyor)

Vİ	Formül	Kaynak	Vİ	Formül	Kaynak
ARVI	$(B5 - 2(B4) + (B3) / (B5) + 2(B4) - (B3))$	Kaufman ve Tanre (1992)	TCG	$-0.1603(B1) - 0.2819(B2) - 0.4934(B3) + 0.7940(B4) - 0.0002(B5) - 0.1446(B7)$	Frazier ve ark. (2015)
NDMI	$(B5-B6) / (B5+B6)$	Hardisky ve ark. (1983)	MSAVI	$(2 \times B5 + 1 - \sqrt{(2 \times B5 + 1)^2 - 8 \times (B5 - B4)}) / 2$	Qi ve ark. (1994)
NDBal	$(B6-B10)/(B6+B10)$	Li ve Chen (2014)	EVI2	$2.4 \times (B05 - B04) / (B05 + B04 + 1.0)$	Jiang ve ark. (2008)
NBR2	$(B6-B7)/(B6+B7)$	DeVries ve ark. (2016)	IPVI	$(B5 / (B5 + B4))$	Crippen (1990)
SIPI	$(B5-B3)/(B5+B4)$	Penuelas ve ark. (1995)	NDPI	$(B5*B5)/(B5+B4)*(B5+B3)$	Wang ve ark. (2017)
PSSR	$(B5 / B4)$	Blackburn (1998)	ND32	$(B4 - B3) / (B4 + B3)$	Lu ve ark. (2004)
ND73	$(B7-B4)/(B7+B4)$	Lu ve ark. (2004)			

2.4. Sentinel-1A Uydu Görüntüsüne İlişkin Değişkenlerin Elde Edilmesi

Sentinel-1A görüntüsüne bazı ön işlemler (benek azaltma, filtreleme vb.) uygulanarak analize hazır hale getirilmiştir. Sentinel-1A görüntüsü üzerinde çeşitli sebeplerden oluşan ve benek olarak ifade edilen gürültüler olmaktadır. Bu gürültülerin azaltılması gerekmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada 5x5 pencere boyutunda Lee-sigma filtresi uygulanmıştır. Daha sonra Sentinel-1A uydu görüntüsüne ait iki farklı (VH ve VV) polarizasyonundan her bir örnek alana ilişkin geri yansıtım değerleri elde edilmiştir. Sentinel-1A görüntüsüne ilişkin tüm ön işlemler Sentinel görüntüleri için geliştirilen SNAP (Sentinel Application Platform) yazılım programında yapılmıştır.

2.5. Topoğrafik Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmada topoğrafik veri olarak yükselti, eğim (%) ve bakı (derece) verileri kullanılmıştır. Çalışma alanına ait ALOS-PALSAR uydu görüntüsünden üretilen sayısal arazi modeli verisi kullanılarak ArcGIS 10.6.1 yazılımı kullanılarak eğim ve bakı haritaları üretilmiştir. Üretilen eğim ve bakı haritalarından her bir örnek alana ilişkin eğim (%) ve bakı değerleri (derece) belirlenmiştir. Bununla birlikte sayısal arazi yükselti modelinden her bir örnek alana ilişkin yükselti değerleri elde edilmiştir.

2.6. İstatistiksel Analiz

Topraküstü biyokütle (TÜB) miktarını tahmin eden modellerin geliştirilmesi amacıyla Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden elde edilen bant reflektans, vejetasyon indis ve tekstür özelliklerine ilişkin değerler, Sentinel-1A uydu görüntüsünün her iki polarizasyonundan elde edilen geri yansıtım değerleri ve topoğrafik (eğim, bakı ve yükselti) verilerinden yararlanılmıştır. Söz konusu açıklayıcı değişkenlerden hangisinin/hangilerinin TÜB değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler gösterdiği ileri aşamalı regresyon metodu ile belirlenmiştir. Geliştirilen regresyon modellerinin matematiksel ifadesi denklem 2.2'de verilmiştir. Modellerin oluşturulmasında SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır (SPSS 15.0 Inc. 2007). Çalışmada 404 adet örnek nokta verisinin %80'i (323 adedi) modellerin oluşturulmasında ve %20'si (81 adedi) ise modellerin uygunluğunun test edilmesinde kullanılmıştır. Modellerin uygunluğunun test edilmesinde eşleştirilmiş iki örnek t testinden (paired t test) yararlanılmıştır.

$$TÜB = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (2.2)$$

Denklemdede; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ regresyon katsayılarını, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ açıklayıcı değişkenleri, ε ise normal ve homojen dağıldığı varsayılan model hatalarını ifade etmektedir. Bu çalışmada kullanılan istatistiksel model başarı ölçütleri ise düzeltilmiş belirtme katsayısı ($R_{düz}^2$) ve standart hata ($S_{y.x}$)'dır.

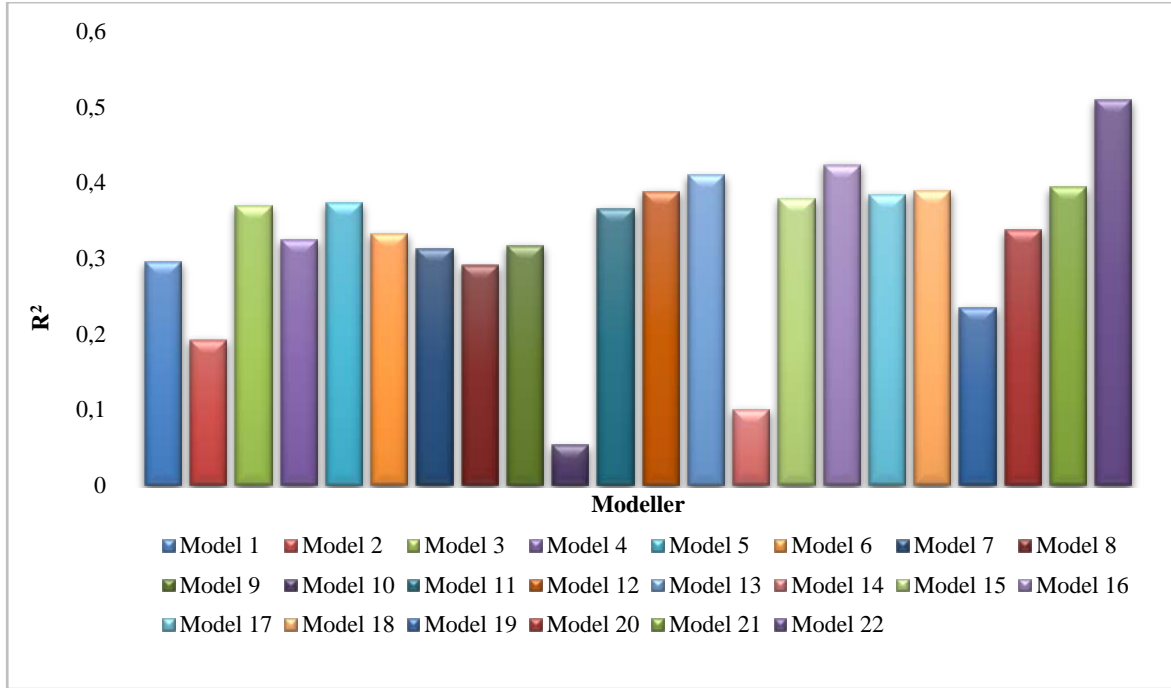
3. Bulgular ve Tartışma

Topraküstü Biyokütle (TÜB)'nin miktarının tahminine ilişkin olarak toplam 22 adet regresyon modeli geliştirilmiştir (Güverçin, 2022). Geliştirilen modellerde yer alan açıklayıcı değişken grupları ve bu modellere ilişkin model belirtme katsayısı ve standart hata değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca, geliştirilen 22 farklı regresyon modelinin temsil kabiliyetini daha açık bir şekilde göstermek amacıyla model belirtme katsayıları Şekil 2 üzerinde de gösterilmiştir. Bununla birlikte, geliştirilen en iyi regresyon modele (model 22) ilişkin sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2

Geliştirilen regresyon modellerine ilişkin değişken grubu, model belirtme katsayısı ve standart hata değerleri

Model No	Modele Giren Değişken Grubu	Belirtme Katsayısı ($R_{düz}^2$)	Standart hata ($S_{y.x}$)
1	Landsat 8 OLI bant reflektans değerleri	0.295	35.48
2	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi değerleri	0.192	48.24
3	Landsat 8 OLI tekstür değerleri	0.369	30.97
4	Landsat 8 OLI bant reflektans ve vejetasyon indisi değerleri	0.325	35.21
5	Landsat 8 OLI bant reflektans ve tekstür değerleri	0.373	34.92
6	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi ve tekstür değerleri	0.332	36.57
7	Landsat 8 OLI bant reflektans ve Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya değerleri	0.313	36.47
8	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi ve Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya değerleri	0.292	36.46
9	Landsat 8 OLI tekstür ve Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya değerleri	0.317	32.87
10	Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya değerleri	0.053	36.59
11	Landsat 8 OLI bant reflektans ve topoğrafik veri değerleri	0.366	33.80
12	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi ve topoğrafik veri değerleri	0.388	32.04
13	Landsat 8 OLI tekstür ve topoğrafik veri değerleri	0.410	32.48
14	Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya ve topoğrafik veri değerleri	0.100	38.11
15	Landsat 8 OLI bant reflektans, vejetasyon indisi ve topoğrafik veri değerleri	0.379	33.64
16	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi, tekstür ve topoğrafik veri değerleri	0.424	32.78
17	Landsat 8 OLI bant reflektans, Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya ve topoğrafik veri değerleri	0.384	33.89
18	Landsat 8 OLI vejetasyon indisi, Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya, Sentinel-1A (VV/VH) geri yansıtım ve topoğrafik veri değerleri	0.389	33.76
19	Landsat 8 OLI tekstür, Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya ve topoğrafik veri değerleri	0.235	47.46
20	Landsat 8 OLI bant reflektans, vejetasyon indisi, tekstür ve Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya değerleri	0.337	37.39
21	Landsat 8 OLI bant reflektans, vejetasyon indisi, tekstür ve topoğrafik veri değerleri	0.394	34.52
22	Landsat 8 OLI bant reflektans, vejetasyon indisi, tekstür, Sentinel-1A (VV/VH) yansımaya ve topoğrafik veri değerleri	0.509	28.40



Şekil 2. Regresyon modellerine ilişkin başarı düzeyleri

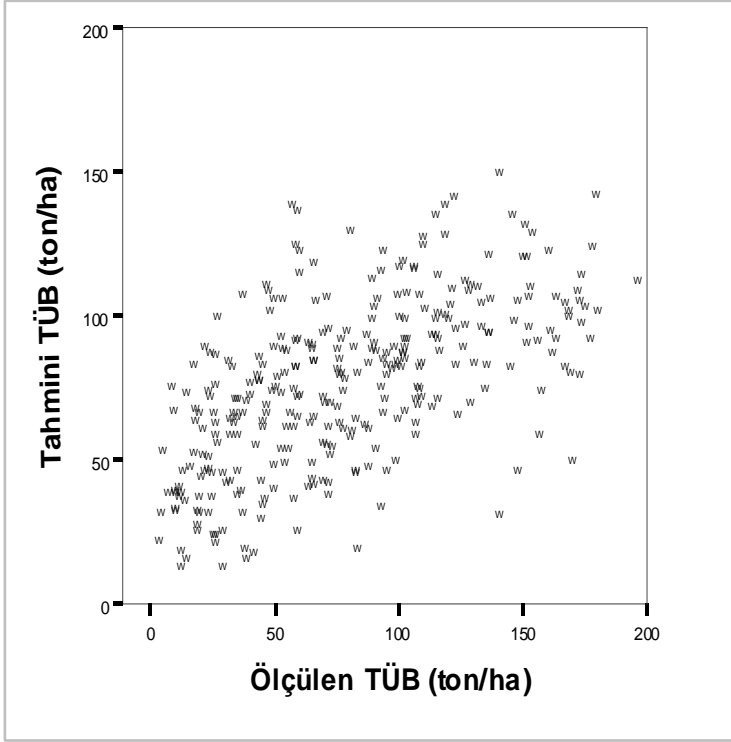
Tablo 3

Topraküstü biyokütleyi en iyi tahmin eden model sonuçları

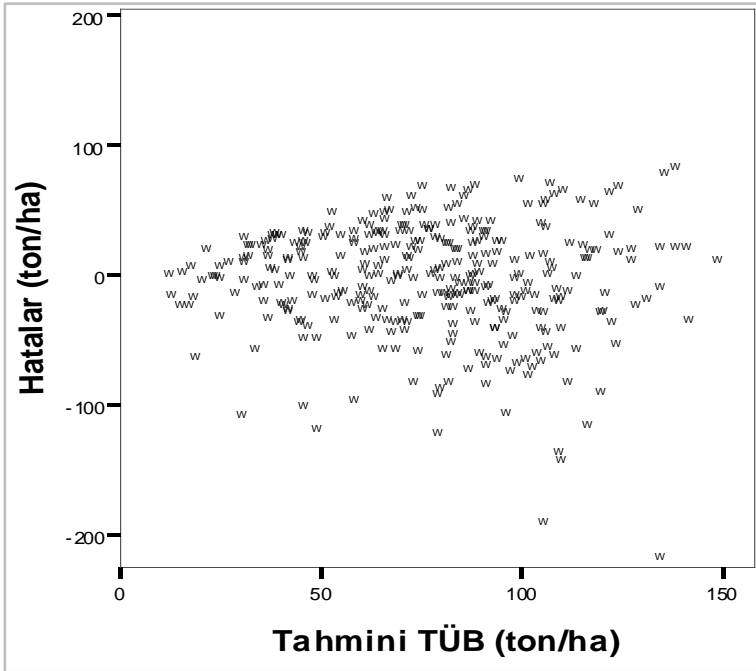
Bağımsız değişkenler	Regresyon katsayıları	Standart hata	t-istatistiği	P değeri
Sabit değişken	2.320.132	451.983	5.133	0.000
Bant 2	0.060	0.018	3.332	0.001
Bant 8	-0.071	0.011	-6.748	0.000
Sentinel 1A_VH_DN	-0.136	0.047	-2.905	0.004
Sentinel 1A_VV_DN	0.084	0.023	3.627	0.000
Bant 4_77_ENT	-0.124	0.059	-2.103	0.036
Bant 5_77_M	1.547	0.274	5.656	0.000
Bant 6_33_M	-0.567	0.188	-3.018	0.003
Bant 10_55_M	-1.020	0.249	-4.090	0.000
Bant 10_77_SM	-0.141	0.056	-2.516	0.013
Bant 10_99_SM	0.210	0.070	2.980	0.003
Bant 11_55_ENT	-0.111	0.036	-3.099	0.002
WRI	-2.058.689	493.233	-4.174	0.000
GCI	-1.057.723	166.528	-6.352	0.000
DVI	0.034	0.016	2.195	0.029
ARVI	-1.784.760	225.199	-7.925	0.000
NDMI	1.709.558	314.643	5.433	0.000
Yükselti	0.0106	0.013	8.267	0.000
Bakı	-0.056	0.024	-2.353	0.019
R ² =0.509 Sy. x= 28.39				

*33:3x3, 55:5x5, 77: 7x7 ve 99: 9x9 pencere boyutunu ifade etmektedir.

Model 22'ye göre tahmin edilen TÜB'nin örnek alanlardan hesaplanan TÜB'ye göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Söz konusu modele ait hata terimlerinin tahmini TÜB'ye göre dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. En iyi modele göre hesaplanan topraküstü biyokütle ile tahmin edilen topraküstü biyokütle ilişkisi



Şekil 4. En iyi modelle elde edilen hatalar-tahmini topraküstü biyokütle ilişkisi

Model 22'nin örneklenen topluma istatistiksel olarak uygun olup olmadığı eşleştirilmiş iki örnek t-testi kullanılarak bağımsız bir veri grubu ile test edilmiştir. Söz konusu test sonuçları ($t=-1.817$ ve $p=0.073$) Model 22'nin çalışma alanına uygun olduğunu göstermiştir. Diğer bir ifade ile, Model 22'nin TÜB verilerinin alındığı saf Kızıldağ meşcerelerinde güvenle kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen 22 farklı regresyon model (üçü hariç) sonuçlarının düşük çıkması birçok faktöre bağlı olabilmektedir. Bu faktörlerin bazılarını şu şekilde açıklanabilir. Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin çekim saatinin sabah saatlerinde olması ve çalışma alanında kuzey bakılarda yer alan örnek alanların gölgede kalması nedenleriyle bantların yansıma değerlerinin hatalı olarak hesaplanmasına neden olmuş olabilir.

Elde edilen modellerin başarı düzeyleri (Şekil 2) incelendiğinde Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün bant parlaklık, vejetasyon indis ve tekstür değerleri, Sentinel-1A uydu görüntüsünün her iki polarizasyona (VH ve VV) ilişkin parlaklık değerleri ile yükselti ve bakının bağımsız değişkenler olarak yer aldığı 22 nolu model en başarılı model ($R_{düz}^2 = 0.509$) olarak bulunmuştur. İkinci en başarılı model ($R_{düz}^2 = 0.424$) ise vejetasyon indisleri ve tekstür özellikleri ile yükselti ve bakının bağımsız değişkenler olarak yer aldığı 16 nolu model olmuştur. Üçüncü en başarılı model ($R_{düz}^2 = 0.410$) ise tekstür ile yükselti ve bakının bağımsız değişkenler olarak yer aldığı 13 nolu model olmuştur. Diğer 19 modelin başarı düzeyleri %40'ın altındadır. En iyi üç modelde modele giren bağımsız değişkenler incelendiğinde yükseklik ve bakının üç modelde yer aldığı görülmüştür. Bu bakımdan yükselti ve bakının model başarısına katkı sağladığı görülmüştür. Benzer sonuçlar, Xie ve ark. (2017) tarafından Spot-5 uydu görüntüsü kullanılarak bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine ilişkin yapılan çalışmada elde edilmiştir. Çalışmada Spot-5 uydu görüntüsünden elde edilen vejetasyon indisleri ve tekstür verileri kullanılarak meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı gibi meşcere parametreleri ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Daha sonra topoğrafik özellikler eklenerek oluşturulan modellerin önceki modellere göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle topoğrafik faktörler modellerin başarı düzeylerini artırmıştır. Landsat ve Sentinel uydu verilerinin kullanıldığı bazı literatür çalışmaları incelendiğinde, bu çalışmalarda uydu görüntülerinin bant yansıma veya reflektans, vejetasyon indis ve tekstür özelliklerine ilişkin verilerinin yalnız ya da kombinasyonları kullanılarak tahminler yapılmıştır (Luo ve ark., 2021; Askar ve ark., 2018; Phua ve ark., 2017; López-Serrano ve ark., 2020; Keleş ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmalarda elde edilen modellerin başarı oranı, örnek alan verilerinin elde edildiği meşcerelerin yapısı, uydu verilerinin kullanılma ve işleme aşamasında ortaya çıkan hatalar, verilerin elde edildiği alanın coğrafik, topoğrafik özellikleri ve farklı modelleme (çoğul regresyon, makine öğrenimi regresyon, yapay sinir ağı, destek vektör regresyon, derin öğrenme v.b) yöntemleri nedeniyle farklılıklar gösterebilmektedir.

Maynard ve ark. (2007) tarafından yapılan TÜB ile Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünden elde edilen bant yansıma ve vejetasyon indisleri arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmada NDVI indisinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde, model belirtme katsayısı 0.41, SAVI indisinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde ise 0.44, GVI ve WI indislerinin birlikte bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde ise 0.51 bulunmuşken, bant 4 ve bant 7'nin bağımsız değişkenler olarak yer aldığı modelde ise 0.53 olarak bulunmuştur. Benzer sonuçlar bu çalışma ile birlikte Turgut ve Günlü (2022) tarafından yapılan çalışmada da görülmüştür. Bu çalışmada sadece bantların bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde, model belirtme katsayısı 0.295 bulunmuşken, sadece vejetasyon indislerinin yer aldığı model ise 0.192 (Tablo 1) bulunmuştur. Bununla birlikte Li ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada farklı orman ekosistemlerinde Landsat TM uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık ve vejetasyon indisleri kullanılarak TÜB tahmin edilmiştir. Bu çalışmanın aksine TÜB'nin tahmin edilmesinde vejetasyon indisleri bant parlaklık değerlerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Li ve ark. (2009) çalışmasına benzer sonuçlar Heiskanen, 2006; Gaspari ark., (2010) ve Günlü ark., (2014) tarafından yapılan çalışmalarda da görülmüştür. Farklı vejetasyon indisleri ile TÜB değerleri arasında güçlü ilişkiler bulunmaktadır. Landsat TM uydu görüntüsünden elde edilen vejetasyon indisleri (özellikle de NDVI ve SR) ile TÜB değerleri arasında yüksek ilişkiler bulunmuştur (Zheng ve ark., 2007; Yan ve ark., 2015). Ancak bu çalışmada vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modellerde NDVI değişkeni hiçbir modelde yer almamıştır. Buna karşın SR vejetasyon indisleri ise sadece iki modelde bağımsız değişken olarak yer almıştır. Oysaki Turgut ve Günlü (2022) tarafından saf karaçam meşcerelerinde TÜB'nin tahmin edilmesine yönelik çalışmada, vejetasyon indisleriyle geliştirilen modelde yer alan bağımsız değişkenlerle (FII, EVI, DVI, IPVI) bu çalışmada geliştirilen modellerde yer alan bağımsız değişkenler arasında benzerlik olduğu görülmüştür.

Dube ve Mutanga (2015) yaptıkları bir çalışmada TÜB ile Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık, vejetasyon indis ve tekstür değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde tekstür değerlerinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modelin daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Benzer sonuçlar bu çalışmada da bulunmuştur (Tablo 1). Tekstür özellikleri; bant parlaklık, reflektans ve vejetasyon indis değerlerine göre TÜB'nin tahmin edilmesinde daha iyi sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte hangi tekstür özelliğinin TÜB ile en iyi ilişki verdiğinin bilinmesi önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalarda TÜB'nin tahmin edilmesinde farklı tekstür özelliklerinin modellerde yer aldığı buna ilişkin belirgin bir standart olmadığı görülmektedir. Bu durum çalışma alanının topoğrafik yapısı, meşcere

yapısı, uydu görüntülerinin alım zamanı, kullanılan uydu görüntüsü vb. durumlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla TÜB'nin tahmin edilmesine ilişkin hangi tekstür özelliğinin daha etkili olduğu konuyla ilgili yapılacak çalışmaların sayısının artmasıyla mümkün olabilecektir. Burada uygun tekstür özelliğinin belirlenmesinde bant ve pencere boyutunun da belirlenmesi önem arz etmektedir (Chen ve ark., 2004). Bu çalışmada modellerde yer alan tekstür değişkenleri incelediğinde yukarıda yapılan açıklamaları desteklemektedir. Çalışmada bulunan en başarılı model (Model 22; Tablo 2) incelendiğinde farklı bantlara, pencere boyutlarına ve tekstür özelliklerine ilişkin farklı değişkenlerin modelde yer aldığı görülmektedir. Benzer durum tekstür değişkenlerinin yer aldığı diğer modellerde de mevcuttur. Diğer bir ifadeyle farklı bantlar ve farklı pencere boyutları modellere girmiştir. Bu çalışmada tekstür özelliklerine ilişkin dikkat çekici unsur dört farklı tekstür özelliğinin (ağırlıklı olarak da M, ENT ve SM gibi tekstür özellikleri) modellerde yer aldığı görülmüştür. Turgut ve Günlü (2022) tarafından saf karaçam meşcerelerinde yapılan çalışmada ise tekstür özelliklerinden ağırlıklı olarak COR ve M gibi tekstür özelliklerinin modelde yer aldığı görülmüştür.

Kumaar ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada Landsat 8 OLI ve ALOS-2 uydu görüntüleri kullanılarak çoğul regresyon analizi ile TÜB tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden elde edilen değişkenler ve ALOS-2 uydu görüntüsünden elde edilen değişkenler ayrı ayrı kullanılarak modelleme yapılmıştır. Landsat 8 OLI görüntüsünün değişkenleriyle model belirtme katsayısı 0.788 ve ALOS-2 görüntüsünün değişkenleriyle ise belirtme katsayısı 0.742 bulunmuştur. Aynı çalışmada her iki uydu görüntüsünden elde edilen değişkenlerin birlikte kullanılmasıyla model belirtme katsayısının arttığı görülmüştür ($R^2=0.859$). Nuthammachot vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada Sentinel-1 ve Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenlerin modellerde ayrı ayrı ve birlikte kullanılarak TÜB tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında sadece Sentinel-1 geri yansıtım değerlerinin yer aldığı modelde model belirtme katsayısı 0.34, sadece Sentinel-2 uydu görüntüsünden elde edilen değişkenlerin kullanılmasıyla model belirtme katsayısı 0.82 ve her iki uydu görüntüsünden elde edilen değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde ise model belirtme katsayısı 0.84 bulunmuştur. Benzer sonuçlar bu çalışmada da bulunmuştur. Sadece Sentinel-1A uydu görüntüsünün her iki polarizasyonu ilişkin elde edilen yansıma değerleri ile geliştirilen modelin (Tablo 2) model belirtme katsayısı 0.053 bulunmuşken, modele yükselti değişkenin girilmesiyle model belirtme katsayısı 0.10'a yükselmiştir. Bununla birlikte çalışmada kullanılan diğer değişkenler birlikte yer aldığı modellerde model başarılarının yükseldiği görülmüştür (Tablo 2). Keleş ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada saf sarıçam meşcerelerinde Sentinel-1 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak topraküstü meşcere karbonunu tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada üç farklı modelleme (çoğul regresyon, destek vektör makinesi ve derin öğrenme) kullanılmıştır. Yedi farklı regresyon modeli (bant, vejetasyon indis, tekstür, bant-vejetasyon indis, bant-geri yansıtım, vejetasyon indis-geri yansıtım ve bant-vejetasyon indis-geri yansıtım) geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en düşük model belirtme katsayısı 0.442 ile Sentinel-1 geri yansıtım değerlerinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde elde edilmiştir. Bununla birlikte geri yansıtım değişkenlerinin bant yansıma değerleri ile birlikte yer aldığı modelde model belirtme katsayısı 0.634 ve vejetasyon indis değerleri ile 0.672 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara bakıldığında Sentinel-1 uydu görüntüsünden elde edilen değişkenlerin diğer optik görüntülerden elde edilen değişkenlerin birlikte kullanılması halinde modellerin başarı düzeylerinin artabileceği kanaatine varılmaktadır. Benzer sonuçlar Norovsuren ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada bulunmuştur.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda çoğul regresyon analizinden farklı modelleme tekniklerinin kullanıldığı çalışmalarda literatürde yer almaktadır. Xie ve ark. (2009) yaptığı çalışmada Landsat ETM+ uydu görüntüsünden hesaplanan vejetasyon indis ve bant parlaklık değerleri ile TÜB arasındaki ilişkiler çoğul regresyon ve yapay sinir ağları modelleme teknikleri kullanılarak modellenmiştir. Model başarıları incelendiğinde yapay sinir ağlarının, regresyon modeline göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Shao ve Zhang (2016) tarafından yapılan çalışmada, Landsat 8 OLI ve Radarsat-2 uydu görüntülerinden elde edilen değişkenler birlikte kullanılarak TÜB rasgele orman modelleme tekniğini kullanarak modellemişler ve model belirtme katsayısı 0.82 bulunmuştur. Keleş ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada regresyon analizi ile birlikte destek vektör makinesi ve derin öğrenme modelleme teknikleri de kullanılmıştır. Bu modelleme tekniklerinde elde edilen başarı düzeyi regresyon modelindeki başarı düzeyine göre daha yüksek bulunmuştur (destek vektör makinesi için model belirtme katsayısı 0.877 ve derin öğrenme için ise model belirtme katsayısı 0.857). Baloloy ve ark. (2018) Sentinel-2 ve Rapideye uydu görüntülerinden elde edilen vejetasyon indisleri ve bant yansıma değerleri ile TÜB arasındaki ilişkiler Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)

modelleme tekniği ile modellenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bant değerleri ile Sentinel-2 için model belirtme katsayısı 0.62 ve Rapideye için ise 0.92, vejetasyon indisleri ile Sentinel-2 için 0.89 ve Rapideye için ise 0.82 olarak bulunmuştur.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık, vejetasyon indis ve tekstür özelliği değerleri, Sentinel-1A uydu görüntüsünden elde edilen parlaklık ve geri yansıtım değerleri ve ALOS-PALSAR görüntüsünden üretilen sayısal arazi modeli verisinden elde edilen yükselti, eğim ve bakı değerleri ile topraküstü biyokütle (TÜB) arasındaki ilişkiler çoğul regresyon analizi ile modellenmiştir. Toplam 22 adet farklı regresyon modeli geliştirilmiştir. Bu modellerin başarı düzeyleri bir model hariç (Model 10; $R_{düz}^2=0.053$), $R_{düz}^2=0.10$ ile $R_{düz}^2=0.509$ arasında değiştiği görülmüştür. En iyi üç model sıralandığında; Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün bant parlaklık, vejetasyon indis ve tekstür özellikleri, Sentinel-1A aktif uydu görüntüsünün her iki polarizasyona (VV ve VH) ilişkin parlaklık değerleri, yükselti ve bakı değişkenlerinin yer aldığı model ($R_{düz}^2=0.509$; $Sy.x=28.40$) birinci sırada, Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün vejetasyon indis ve tekstür özellikleri, yükselti ve bakı değişkenlerinin yer aldığı model ($R_{düz}^2=0.424$; $Sy.x=32.78$) ikinci sırada, Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün tekstür özellikleri, yükselti ve bakı değişkenlerinin yer aldığı model ($R_{düz}^2=0.410$; $Sy.x=32.48$) ise üçüncü sırada yer almıştır. Landsat 8 OLI, Sentinel-1A uydu görüntüleri ve ALOS-PALSAR görüntüsünden üretilen sayısal arazi modeli verisinden elde edilen yükselti, eğim ve bakı verileri kullanılarak TÜB tahminine ilişkin geliştirilen modellerin sadece üç tanesinde orta düzeyde başarı sağlanmış ve geri kalan modellerin başarı düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Orta düzeyde başarılı olan bütün modellerde bağımsız değişken olarak topoğrafik faktörlerinden yükselti ve bakı özelliklerinin yer aldığı görülmüştür. Bu nedenle, topoğrafik faktörlerin özellikle de yükselti ve bakı faktörlerinin TÜB'nin tahmin edilmesinde başarı düzeylerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bununla birlikte gelecekte konuyla ilgili yapılacak çalışmalarda yüksek çözünürlüklü pasif uydu görüntüleri ile uzun dalga boyuna sahip (P ve L bantları) aktif uydu görüntüleri, gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde yaygın olarak kullanılan insansız hava araçları ile LİDAR görüntülerinden elde edilecek farklı değişkenler farklı modelleme teknikleriyle (derin öğrenme, yapay sinir ağları, destek vektör makinesi, rasgele orman yöntemi vb.) kullanılarak TÜB'nin tahminine yönelik model başarıları artırılabilir.

Teşekkür

Bu makale, Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ danışmanlığında Yüksek Lisans öğrencisi İzzet GÜVERÇİN tarafından hazırlanan "Saf Kızılçam Meşcerelerinde Sentinel-1A ve Landsat 8 OLI Uydu Görüntüsü Kullanılarak Topraküstü Biyokütle Tahmin Edilmesi (Anamur Orman İşletme Şefliği Örneği)" adlı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Çalışmada kullanılan envanter verilerinin temin edilmesinde destek veren Orman Genel Müdürlüğüne ve Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

İzzet GÜVERÇİN: Verileri elde etmiş, gerekli hesaplamaları yapmış ve makale yazımına katkı sağlamıştır.

Alkan GÜNLÜ: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Anonim (2016). Orman Genel Müdürlüğü, Anamur Orman Amenajman Planı 2016-2025. Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Ankara: OGM, p.220.
- Askar, N.N., Phairuang, W., Wicaksono, P. and Sayektiningsih, T. (2018). Estimating Aboveground Biomass on Private Forest Using Sentinel-2 Imagery Hindawi Journal of Sensors, 1-11.

- Baloloy, A. B., Blanco, A. C., Candido, C. G., Argamosa, R. L., Dimalag, J. C., Dimapilis, L. C. and Paringit, E. C. (2018). Estimation of mangrove forest aboveground biomass using multispectral bands, vegetation indices and biophysical variables derived from optical satellite imageries: rapideye, planetscope and sentinel-2. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 4(3).
- Birth, G. S., and McVey, G. R. (1968). Measuring the color of growing turf with a reflectance spectrophotometer 1. *Agronomy Journal*, 60(6): 640-643.
- Blackburn, G. A. (1998). Spectral indices for estimating photosynthetic pigment concentrations: a test using senescent tree leaves. *International Journal of Remote Sensing*, 19(4): 657-675.
- Brown, S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116(3): 363-372.
- Brown, S. and Gaston, G. (1995). Use of forest inventories and geographic information systems to estimate biomass density of tropical forests: application to tropical Africa. In *African greenhouse gas emission inventories and mitigation options: Forestry, land-use change, and agriculture*, pp. 51-62. Springer, Dordrecht.
- Brown, S. and Iverson, L.R. (1992). Biomass estimates for tropical forests. *World Resource Review*, 4 (3): 366-384.
- Brown, S., Gillespie, A.J. and Lugo, A.E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, 35(4): 881-902.
- Bulut, S., Sivrikaya, F. and Günlü, A. (2022). Evaluating statistical and combine method to predict stand above-ground biomass using remotely sensed data. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(9) : 838.
- 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.
- Chen, D.W., Stow, D.A. and Gong, P. (2004). Examining the effect of spatial resolution and texture window size on classification accuracy: an urban environment case. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2177 - 2192.
- Crippen, R.E. (1990). Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*, 34, 71–73.
- DeVries, B., Pratihast, A. K., Verbesselt, J., Kooistra, L., and Herold, M. 2016. Characterizing forest change using community-based monitoring data and Landsat time series. *PloS one*, 11(3).
- Dube, T. and Mutanga, O. (2015). Evaluating the utility of the medium-spatial resolution Landsat 8 multispectral sensor in quantifying aboveground biomass in Umgeni catchment, South Africa. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101: 36-46.
- Eckert, S. (2012). Improved forest biomass and carbon estimations using texture measures from WorldView-2 satellite data. *Remote Sensing*, 4(4): 810-829.
- Foody, G.M. (2003). Remote sensing of tropical forest environments: towards the monitoring of environmental resources for sustainable development. *International Journal of Remote Sensing*, 24(20): 4035-4046.
- Frazier, R.J., Coops, N.C., Wulder, M.A. (2015). Boreal Shield forest disturbance and recovery trends using Landsat time series. *Remote Sens. Environ.*, 170, 317–327.
- Gallaun, H., Zanchi, G., Nabuurs, G.J., Hengeveld, G., Schardt, M. and Verkerk, P.J. (2010). EU-wide maps of growing stock and above-ground biomass in forests based on remote sensing and field measurements. *Forest Ecology and Management*, 260(3): 252-261.
- Gasparri, N. I., Parmuchi, M. G., Bono, J., Karszenbaum, H. and 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.
- Gitelson, A.A., Gritz, U. and Merzlyak, M.N. (2003). Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*, 160(3), 271-282.
- Goel, N.S. and 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.

- Goetz, S. J., Baccini, A., Laporte, N. T., Johns, T., Walker, W., Kellndorfer, J., Houghton R.A. and Sun, M. (2009). Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison of methods. *Carbon Balance and Management*, 4(1): 1-7.
- Günlü, A., Ercanlı, İ., Sönmez, T. and Başkent, E.Z. (2014). Prediction of some stand parameters using pan-sharpened IKONOS satellite image. *European Journal of Remote Sensing*, 47(1): 329-342.
- Güverçin, İ. (2022). *Saf kızılçam meşcerelerinde Sentinel-1A ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsü kullanılarak topraküstü biyokütlenin tahmin edilmesi (Anamur orman işletme şefliği örneği)* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Hall, R.J., Skakun, R.S. and Arsenault E.J. (2006). Modeling forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: Application to mapping of aboveground Biomass and stand volume. *Forest Ecology and Management*, 225: 378–390.
- Hardisky, M.A., Klemas, V. and Smart, R.M. (1983). The influence of soil salinity, growth form, and leaf moisture on the spectral radiance of *Spartina alterniflora* canopies. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49: 77 – 83.
- Heiskanen, J. (2006). Estimating aboveground tree biomass and leaf area index in a mountain birch forest using ASTER satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 27(6): 1135-1158.
- Houghton, R.A. (2005). Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology*, 11(6): 945-958.
- Huete, A.R. (1988). A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25:295-309.
- Jiang, Z.Y., Huete, A.R., Didan, K. and Miura, T. (2008). Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*, 112, 3833–3845.
- Kalinowski, A. and Oliver, S. (2004). ASTER mineral index processing manual. *Remote Sensing Applications, Geoscience Australia*, pp. 37-36.
- Kaufman, Y.J. and Tanre, D. (1992). Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30(2): 261-270.
- Keleş, S., Günlü, A. and Ercanlı, İ. (2021). Estimating aboveground stand carbon by combining Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite data: a case study from Turkey. In *Forest Resources Resilience and Conflicts* pp. 117-126, Elsevier.
- Key, C.H. and Benson, N.C. (2006). Landscape assessment (LA). In: Lutes, Duncan C.; Keane, Robert E.; Caratti, John F.; Key, Carl H.; Benson, Nathan C.; Sutherland, Steve; Gangi, Larry J. 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, p. LA-1-55, 164.
- Khan, N. M., Rastoskuev, V. V., Sato, Y. and Shiozawa, S. (2005). Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. *Agricultural Water Management*, 77(1-3): 96-109.
- Kumar, K. K., Nagai, M., Witayangkurn, A., Kritiyutanant, K. and 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.
- Li, J. J., Wang, X. R., Wang, X. J., Ma, W. C. and Zhang, H. (2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity*, 6(4): 413-420.
- Li, S., and Chen, X. (2014). A New Bare-Soil Index for rapid mapping developing areas using landsat 8 data. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 2(4).
- Liu, H.Q. and Huete, A. (1995). A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 33(2), 457-465.
- López-Serrano, P. M., Cárdenas Domínguez, J. L., Corral-Rivas, J. J., Jiménez, E., López-Sánchez, C. A. and Vega-Nieva, D. J. 2020. Modeling of aboveground biomass with Landsat 8 OLI and machine learning in temperate forests. *Forests*, 11(1): 11.

- Lu, D. (2005). Aboveground biomass estimation using Landsat TM data in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 26(12): 2509-2525.
- Lu, D. (2006). The potential and challenge of remote sensing-based biomass estimation. *International Journal of Remote Sensing* 27(7): 1297–1328.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E. (2004). Relationships between forest stand parameters and Landsat TM spectral responses in the Brazilian Amazon Basin. *Forest Ecology and Management*, 198(1–3): 149–167.
- Luo, K., Wei, Y., Du, J., Liu, L., Luo, X., Shi, Y., Pei, X., Lei, N., Song, C., Li, J. and Tang, X. (2021). Machine learning-based estimates of aboveground biomass of subalpine forests using Landsat 8 OLI and Sentinel-2B images in the Jiuzhaigou National Nature Reserve, Eastern Tibet Plateau. *Journal of Forestry Research*, 1-12.
- Maynard, C. L., Lawrence, R. L., Nielsen, G. A. and Decker, G. (2007). Modeling vegetation amount using bandwise regression and ecological site descriptions as an alternative to vegetation indices. *GIScience and Remote Sensing*, 44(1): 68-81.
- Mukherjee, N. R., and Samuel, C. (2016). Assessment of the temporal variations of surface water bodies in and around Chennai using Landsat imagery. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(18): 1-7.
- Muukkonen, P. and Heiskanen, J. (2005). Estimating biomass for boreal forests using ASTER satellite data combined with standwise forest inventory data. *Remote sensing of Environment*, 99(4): 434-447.
- Nelson, R., Krabill, W. and Tonelli, J. (1988). Estimating forest biomass and volume using airborne laser data. *Remote Sensing of Environment*, 24(2): 247-267.
- Nelson, R.F., Kimes, D.S., Salas, W.A. and Routhier, M. (2000). Secondary forest age and tropical forest biomass estimation using thematic mapper imagery: single-year tropical forest age classes, a surrogate for standing biomass, cannot be reliably identified using single-date tm imagery. *Bioscience*, 50(5): 419-431.
- Norovsuren, B., Tseveen, B., Batomunkuev, V. and Renchin, T. (2019). Estimation for forest biomass and coverage using Satellite data in small scale area, Mongolia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 320, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
- Nuthammachot, N., Askar, A., Stratoulis, D. and Wicaksono, P. (2022). Combined use of Sentinel-1 and Sentinel-2 data for improving above-ground biomass estimation. *Geocarto International*, 37(2): 366-376.
- Penuelas, J., Baret, F. and Filella, I. (1995). Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica*, 31(2): 221-230.
- Phua, M. H., Johari, S. A., Wong, O. C., Ioki, K., Mahali, M., Nilus, R., Coomes, D. A., Maycock, C.R. and Hashim, M. (2017). Synergistic use of Landsat 8 OLI image and airborne LiDAR data for above-ground biomass estimation in tropical lowland rainforests. *Forest Ecology and Management*, 406: 163-171.
- Qi, J., Chehbouni, A.L., Huete, A.R., Kerr, Y.H. and Sorooshian, S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index (MSAVI). *Remote Sensing of Environment* 48, 119–126.
- Rouse, J.W., Hass, R.H., Shell, J.A. and Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS-1. *Proceedings, 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium*, 1: 309-317.
- Roy, P.S. and Ravan, S.A. (1996). Biomass estimation using satellite remote sensing data—an investigation on possible approaches for natural forest. *Journal of Biosciences*, 21(4): 535-561.
- Sader, S.A., Waide, R.B., Lawrence, W. T. and Joyce, A.T. (1989). Tropical forest biomass and successional age class relationships to a vegetation index derived from Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 28: 143-198.
- Santos, J.R., Freitas, C.D., Araujo, L.S., Dutra, L.V., Mura, J.C., Gama, F.F., Soler, L.D. and Sant’anna, S. J. (2003). Airborne P-band SAR applied to the aboveground biomass studies in the Brazilian tropical rainforest. *Remote Sensing of Environment*, 87: 482-493.

- Schroeder, P., Brown, S., Mo, J., Birdsey, R. and Cieszewski, C. (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. *Forest Science*, 43(3): 424-434.
- Shao, Z. and Zhang, L. (2016). Estimating forest aboveground biomass by combining optical and SAR data: a case study in Genhe, Inner Mongolia, China. *Sensors*, 16(6): 834.
- SPSS. (2007). Institute Inc. SPSS Base 15.0 User's Guide.
- Sripada, R. P. (2005). Determining in-season nitrogen requirements for corn using aerial color-infrared photography. North Carolina State University.
- Sripada, R. P., Heiniger, R. W., White, J. G. and Meijer, A. D. (2006). Aerial color infrared photography for determining early in-season nitrogen requirements in corn. *Agronomy Journal*, 98(4): 968-977.
- Steininger, M.K. (2000). Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: data from Brazil and Bolivia. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7): 1139-1157.
- Şahin, A. (2015). *Mersin yöresi saf Kızılçam (Pinus brutia Ten.) meşcerelerinde hasılat araştırmaları* (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Thenkabail, P. S., Stucky, N., Griscom, B. W., Ashton, M. S., Diels, J., Van der Meer, B. and Enclona, E. (2004). Biomass estimations and carbon stock calculations in the oil palm plantations of African derived savannas using IKONOS data. *International Journal of Remote Sensing*, 25(23): 5447-5472.
- Tiwari, A.K. (1994). Mapping forest biomass through digital processing of IRS-IA data. *International Journal of Remote Sensing*, 15(9): 1849-1866.
- Tomppo, E., Nilsson, M., Rosengren, M., Aalto, P. and Kennedy, P. (2002). Simultaneous use of Landsat-TM and IRS-1C WiFS data in estimating large area tree stem volume and aboveground biomass. *Remote Sensing of Environment*, 82(1): 156-171.
- Tucker, C.J. (1980). A spectral method for determining the percentage of green herbage material in clipped sample. *Remote Sensing of Environment*, 9(2): 175-181.
- Turgut, R. and Günlü, A. (2022). Estimating aboveground biomass using Landsat 8 OLI satellite image in pure Crimean pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands: a case from Turkey. *Geocarto International*, 37(3) : 720-734.
- Van Deventer, A. P., Ward, A. D., Gowda, P. H. and Lyon, J. G. (1997). Using thematic mapper data to identify contrasting soil plains and tillage practices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, 87-93.
- Wang, C., Chen, J., Wu, J., Tang, Y., Shi, P., Black, T.A. and Zhu, K. (2017). A snow-free vegetation index for improved monitoring of vegetation spring green-up date in deciduous ecosystems. *Remote Sens. Environ.* 196, 1-12.
- Xie, S., Wang, W., Meng, J., Zhao, T. and Huang, G. (2017). Estimation of forest stand parameters using SPOT-5satellite images and topographic information. Preprints.<https://doi.org/10.20944/preprints201710.0017.v1>
- Xie, Y., Sha, Z., Yu, M., Bai, Y. and Zhang, L. (2009). A comparison of two models with Landsat data for estimating above ground grassland biomass in Inner Mongolia, China. *Ecological Modelling*, 220(15): 1810-1818.
- Yan, F., Wu, B. and Wang, Y. (2015). Estimating spatiotemporal patterns of aboveground biomass using Landsat TM and MODIS images in the Mu Us Sandy Land, China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 200: 119-128.
- Zhao, F., Guo, Q. and Kelly, M. (2012). Allometric equation choice impacts lidar-based forest biomass estimates: A case study from the Sierra National Forest, CA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 165: 64-72.
- Zheng, D., Rademacher, J., Chen, J., Crow, T., Bresee, M., Le Moine, J. and Ryu, S.R. (2004). Estimating aboveground biomass using Landsat 7 ETM+ data across a managed landscape in northern Wisconsin, USA. *Remote Sensing of Environment*, 93(3): 402-411.

- Zheng, G., Chen, J. M., Tian, Q. J., Ju, W. M. and Xia, X. Q. (2007). Combining remote sensing imagery and forest age inventory for biomass mapping. *Journal of Environmental Management*, 85(3): 616-623.
- Zianis, D. and Mencuccini, M. (2004). On simplifying allometric analyses of forest biomass. *Forest Ecology And Management*, 187(2-3): 311-332.
- Zimble, D. A., Evans, D. L., Carlson, G. C., Parker, R. C., Grado, S. C. and Gerard, P. D. (2003). Characterizing vertical forest structure using small-footprint airborne LiDAR. *Remote sensing of Environment*, 87(2-3): 171-182.

Prof. Dr. Zafer Kaya'nın Özgeçmişi ve Bilimsel Yayınları

Barbaros Yaman¹

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 00.00.2023

Kabul: 00.00.2023

Yayın: 00.00.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Prof. Dr. Zafer Kaya'yı 12 Mart 2023 Pazar günü ani bir kalp krizi sonucu kaybettik. Akademik yaşamı boyunca Melissopalinojisi ve Aeropalinoloji alanındaki çalışmaları yanı sıra bitki taksonomisi alanında Asteraceae familyasından *Centaurea* L. ve *Cyanus* Miller cinslerine odaklanan Zafer Kaya, her iki cinse ait bilim dünyası için yeni olan türleri isimlendirdi ve yayınladı. Zafer Kaya'nın otörü olduğu türler arasında *Centaurea elazigensis* Kaya & Vural, *Centaurea ayugiana* Bancheva, Kaya & Binzet, *Centaurea raimondoi* Bancheva & Kaya, *Cyanus eflanensis* Kaya & Bancheva, *Centaurea sennikoviana* Negaresh & Kaya, *Centaurea celikhanensis* (Kaya, Negaresh, Ates & Ozel) ve *Cyanus banchevae* Kaya bulunmaktadır. Ayrıca, Zafer Kaya'nın adı İranlı taksonomist Dr. Kazem Negaresh tarafından tür epiteti olarak *Centaurea zaferii* Negaresh bitkisine verilmiştir. O, bilinen ile bilinmeyen alacakaranlık sınırında yapılan bilimin parlak bir kandili olarak, isimlendirdiği bitkilerde ve anılarımızda yaşayacaktır.

Anahtar Kelimeler – Asteraceae, Aeropalinoloji, Bitki Taksonomisi, *Centaurea*, *Cyanus*, Melissopalinojisi, Zafer Kaya

In Memoriam

Zafer Kaya

(1954 – 2023)

¹ Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Forest Botany, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 00.00.2023

Accepted: 00.00.2023

Published: 00.00.2023

Research Article

Abstract – Prof. Dr. Zafer Kaya passed away on Sunday, 12 March 2023, due to a sudden heart attack. During his academic career, Zafer Kaya, who focused in the field of plant taxonomy on the genera *Centaurea* L. and *Cyanus* Miller of the family Asteraceae, as well as his studies in Melissopalinojisi and Aeropalinoloji, has named and published new species of both genera in the scientific world. Species authored by Zafer Kaya include *Centaurea elazigensis* Kaya & Vural, *Centaurea ayugiana* Bancheva, Kaya & Binzet, *Centaurea raimondoi* Bancheva & Kaya, *Cyanus eflanensis* Kaya & Bancheva, *Centaurea sennikoviana* Negaresh & Kaya, *Centaurea celikhanensis* (Kaya, Negaresh, Ates & Ozel) and *Cyanus banchevae* Kaya. In addition, his name was given as a species epithet to the plant *Centaurea zaferii* Negaresh. He will live on in the plants he named and our memories as a bright beacon of science on the twilight border between the known and the unknown.

Keywords – Asteraceae, Aeropalinoloji, *Centaurea*, *Cyanus*, Melissopalinojisi, Plant Taxonomy, Zafer Kaya

¹  yamanbar@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Prof. Dr. Zafer Kaya'nın Özgeçmişi



12 Mart 2023 Pazar günü ani bir kalp krizi sonucu kaybettiğimiz Prof. Dr. Zafer Kaya, 1954 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini memleketi Elazığ'da tamamladıktan sonra girdiği İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 1979 yılında Biyolog unvanı ile mezun oldu. “Endemik İki *Centaurea* türü Üzerinde Taksonomik, Ekolojik ve Palinolojik Araştırmalar” başlıklı bütünleşik doktora tezini Prof. Dr. Betül Tutel (İ.Ü. Fen Fakültesi) ile Prof. Dr. Burhan Aytuğ'un (İ.Ü. Orman Fakültesi) ortak danışmanlığında 1985 yılında başarı ile tamamladı. Marmara Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalında 1982-86 yıllarında Araştırma Görevlisi, 1987-1994 yılları arasında da Uzman Biyolog olarak çalıştıktan sonra, 20.02.1995 tarihinde Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'na Yardımcı Doçent olarak naklen ataması yapıldı. Dr. Zafer Kaya, BARÜ Bartın Orman Fakültesi'nde 23.09.2013 tarihinde Doçent, 04.01.2019 tarihinde de Profesör unvanını aldı. Evli ve iki çocuk babasıydı. Prof. Dr. Zafer Kaya,

akademik yaşamı boyunca ağırlıklı olarak Bitki Taksonomisi ve Palinoloji alanında araştırmalar yaptı. Palinolojinin, balda polen ve sporları inceleyen bir alt dalı olan Melissopalinojoloji alanına odaklanarak başta Anzer Balı olmak üzere Türkiye'nin ballarında polen analizleri gerçekleştirdi ve bu alanda birçok lisansüstü tez yönetti. Ayrıca atmosferde polen analizleri de (Nişantaşı / İstanbul, Bartın ve Antalya) gerçekleştirdi. Prof. Dr. Zafer Kaya Bitki Taksonomisi alanında Asteraceae familyası cinslerinden *Centaurea* L. ve *Cyanus* Miller cinslerine odaklanarak, her iki cinse ait bilim dünyası için yeni olan türleri isimlendirdi ve yayınladı. Zafer Kaya'nın otörü olduğu türler arasında *Centaurea elazigensis* Kaya & Vural, *Centaurea aytugiana* Bancheva, Kaya & Binzet, *Centaurea raimondoi* Bancheva & Kaya, *Cyanus eflanensis* Kaya & Bancheva, *Centaurea sennikoviana* Negaresh & Kaya, *Centaurea celikhanensis* (Kaya, Negaresh, Ateş & Özel) ve *Cyanus banchevae* Kaya bulunmaktadır. Ayrıca, Zafer Kaya'nın adı İranlı taksonomist Dr. Kazem Negaresh tarafından tür epiteti olarak *Centaurea zaferii* Negaresh bitkisine verilmiştir. Prof. Dr. Zafer Kaya, 2017 yılında sonuçlandırdığımız *Bartın İlinin Karasal ve İç Su Ekosistemleri Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nin Flora Bölümü* (Z. Kaya ve B. Yaman) ile ilgili çalışmaların devamı niteliğinde, ölümünden iki gün önce (10 Mart Cuma günü), Bartın Orman Fakültesi Herbaryumu için bitki örnekleri toplamak üzere Gergece Şelalesi'ne (Arıt-Bartın) giderek arazi çalışması yapmıştı. Bu onun son arazi gezisi oldu. Bartın Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'nda 28 yıldır birlikte çalıştığımız değerli hocam, meslektaşım ve çalışma arkadaşım Prof. Dr. Zafer Kaya'ya Allah'tan rahmet, ailesine ve sevenlerine başsağlığı diliyorum. O, bilinen ile bilinmeyenin alacakaranlık sınırında yapılan bilimin parlak bir kandili olarak, isimlendirdiği bitkilerde ve anılarımızda yaşayacaktır.

2. Prof. Dr. Zafer Kaya'nın Yayınları

2.1. Tez Çalışması

Kaya, Z. 1985. Endemik İki *Centaurea* türü Üzerinde Taksonomik, Ekolojik ve Palinolojik Araştırmalar. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yayınlanmış Doktora Tezi (Danışman: Prof. Dr. Betül Tutel ve Prof. Dr. Burhan Aytuğ), 78 s.

2.2. Kitap ve Ders Notları

Kaya Z. 2002. Genel Botanik. ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 22, Fakülte Yayın No: 10, Bartın.

Kaya Z. & Sezer N. 1990. The Laboratory Notes for Medical Biology and Genetics. İstanbul.

2.3. Makaleler

Kaya Z. 1986. Türkiye’de Endemik *Centaurea derderiifolia* Wagenitz ve *Centaurea saligna* (C.Koch) Wagenitz Türle-ri Üzerinde Dış ve İç Morfolojik Araştırmalar-I. MAR. ÜNİV. ECZ. DER., 2(2): 145-156.

Kaya Z. 1986. Palinoloji ve Önemi. M.Ü. DİŞHEKİMLİĞİ DERGİSİ, 2(10): 64-67.

Kaya Z. 1987. Türkiye’de Endemik *Centaurea derderiifolia* Wagenitz ve *Centaurea saligna* (C.Koch) Wagenitz Türle-ri Üzerinde Dış ve İç Morfolojik Araştırmalar-II. MAR. ÜNİV. ECZ. DER., 3(1): 1-17.

Kaya Z. 1987. Polen Alerjisi. MAR. ÜNİV. ECZ. DER., 3(2): 113-117.

Kaya Z. 1987. Gramineae (Buğdaygiller) Polenleri. M.Ü.DİŞHEKİMLİĞİ DERGİSİ, 3(10): 63-65.

Kaya Z. 1990. Nişantaşı Bölgesinin Havaşında Tespit Edilen Alerjen Gramineae Polenleri ve Polen Morfolojileri. MAR. ÜNİV. ECZ. DER., 6(1): 1-15.

Kaya, Z. 1991. Delice (*Olea europea* var. *oleaster* L.) ile Aşılı Zeytin (*Olea europea* var. *sativa* Lehr.) Arasında Ana-tomik ve Palinolojik Ayrıcalıklar. İ.Ü. ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, Seri A, 41(2): 132-148.

Kaya Z., Sezer N. & Aydın A. 1994. Pollen Morphology of Decorative Plants. İ.Ü. FEN FAKÜLTESİ BİYOLOJİ DERGİSİ, 57: 41-69.

Sazak H., Kaya Z., Altaş K. & Sezgiç N. 1996. Çeşitli Polen Ekstrelerinin Aerob Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi-nin İncelenmesi. M.Ü. DİŞHEKİMLİĞİ DERGİSİ, 21: 219-220.

Sazak H., Kaya Z., Altaş K. & Bahar H. 1996. Çeşitli Polen Ekstrelerinin Anaerob Mikroorganizmalar Üzerine Etki-sinin İncelenmesi. M.Ü. DİŞHEKİMLİĞİ DERGİSİ, 21: 221-223.

Kaya Z. 1998. Anzer Bölgesinin Florası. AZERBAIJAN BİLİMLER AKADEMİSİ DERGİSİ, 1-6: 132-137.

Kaya, Z., Başaran S. E. & Akkemik Ü. 2000. Palynological Research on some Endemic Species of *Centaurea* L. in Turkey. BIOS, Scientific Annals of the Scholl of Biology, Aristotle University 5: 27–34.

Kaya Z. & Aras A. 2004. Airborne Pollen Calendar of Bartın, Turkey. AEROBIOLOGIA, 20: 63–67.

Genç Y. & Kaya Z. 2004. Iskalan Bölgesi (Bartın) Ballarında Polen Analizi. G.Ü. ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, 4(2): 192-204.

Efe A., Akkemik Ü. & Kaya Z. 2005. Akdeniz Bölgesi Endemik *Rhamnus* Taksonlarının Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri. İ.Ü. ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, Seri A, 55(2): 7-30.

Kaya Z., Binzet R. & Orcan N. 2005. Pollen Analyses of Honeys from Some Regions in Turkey. APIACTA, 40: 10-15.

Aras A., Kaya Z. & Yazgan M. 2005. Tarihi Aynalıkavak Kasrı Bahçesindeki Kalıntı Odun Materyalleri Üzerinde Odun Tanısı Çalışmaları. İ.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Dergisi, 66: 77-88.

Kaya Z. & Başaran S. 2006. Bartın Florasına Katkılar. JOURNAL OF FORESTRY FACULTY, GAZİ UNI-KASTAMONU, 6(1): 40-62.

Efe A., Akkemik Ü. & Kaya Z. 2006. Akdeniz Bölgesi Endemik Odunsu Rosaceae Taksonlarının Morfolojik ve Pali-nolojik Özellikleri. İ.Ü. ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, Seri A, 56(1): 9-35.

Akkemik Ü., Efe A., Kaya Z. & Demir D. 2007. Wood Anatomy of Endemic *Rhamnus* Species in the Mediterranean Region of Turkey. IAWA J., 28(3): 301-310.

Sarıbaş M., Kaya Z., Başaran S., Yaman B. & Sabaz M. 2007. The Use of Some Natural Plant Species from the Western Black Sea Region of Turkey for Landscape Design. FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, 16(2): 193-205.

Kaya Z. & Vural M. 2007. A New Species of *Centaurea* Sect. *Acrocentron* (Asteraceae) from Turkey. NOVON, 17(2): 198-201.

Aras A., Akkemik Ü. & Kaya Z. 2007. *Hippophae rhamnoides* L. : Fruit and Seed Morphology and Its Taxonomic Problems in Turkey. PAK. J. BOT., 39(6): 1907-1916.

- Özler H., Kaya Z. & Pehlivan S. 2009.** Pollen Morphology of some *Centaurea* L., *Psephellus* Cass. and *Cyanus* Miller Taxa. ACTA BIOLOGICA CRACOVIENSIA Series Botanica, 51(2): 53–66.
- Kaya Z. & Bancheva S. 2009.** A New Species of *Cyanus* (*Centaurea*) sect. Napulifera (Asteraceae) from Turkey. NOVON, 19(2): 175-177.
- Pınar A. & Kaya Z. 2009.** Türkiye İçin Endemik *Centaurea cariensis* Boiss Alttürleri Üzerinde Morfolojik ve Palinolojik Araştırmalar. OT SİSTEMATİK BOTANİK DERGİSİ, 16(2): 13-30.
- Kaya Z., Orcan N. & Binzet R. 2010.** Morphological, Anatomical and Palynological Study of *Centaurea calcitrapa* L. ssp. *cilicica* (Boiss. & Bal.) Wagenitz and *Centaurea solstitialis* L. ssp. *carneola* (Boiss.) Wagenitz Endemic for Turkey. PAK. J. BOT., 42(1): 59-69.
- Bancheva S., Kaya Z. & Binzet R. 2014.** *Centaurea aytugiana* (Asteraceae), a New Species from North Anatolia, Turkey. NOVON, 23(2): 133-138.
- Ekici B. & Kaya Z. 2014.** Bartın Fulorasına Katkılar II. OT SİSTEMATİK BOTANİK DERGİSİ, 21(2): 71-88.
- Bancheva S., Kaya Z., Binzet R. 2014.** Morphological, Cytological and Palynological Features of Three Closely Related *Centaurea* Species (Asteraceae) from Turkey. MODERN PHYTOMORPHOLOGY, 5: 79–84.
- Negaresh K., Kaya Z. & Rahiminejad M.R. 2015.** *Centaurea sennikoviana* (Asteraceae, Cardueae), a New Species from Central Anatolia, Turkey. ANN. BOT. FENNICI, 52(5/6): 321-327.
- Bancheva S. & Kaya Z. 2015.** *Centaurea raimondoi*, a new species from Asteraceae. FLORA MEDITERRANEA, 25: 305-310.
- Kaya Z. & Özel H. B. 2017.** A New Species of *Cyanus* (Asteraceae) from Turkey and Its Growing Environment Conditions. FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, 26(12): 7529-7533.
- Kaya Z., Ates R., Negaresh K. & Özel H. B. 2018.** A New Species of *Cyanus* (Asteraceae) from Turkey and Its Natural Growing Conditions. FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, 26(12): 2585-2589.
- Kaya Z. & Gümüş C. 2018.** Balamba Tabiat Parkı (Bartın) Florası. BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, 20(2): 311-339.
- Yaman B., Kaya Z. & Özel H. B. 2018.** New endemic woody plant record for Bartın: *Juniperus oxycedrus* f. *yaltirikiana* Avcı & Ziel. EURASIAN JOURNAL OF FOREST SCIENCE, 6(2): 35-39.
- Kaya, Z. & Ozel, H. B. 2018.** Fertility Variation and Gene Diversity based on Cone and Seed Production in a Clonal Seed Orchard of *Pinus nigra* Arnold. FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, 27(5): 3162-3165.
- Yaman B., Kaya Z., Tunçkol B. & Özel H. B. 2020.** The endemic plants in Bartın (Turkey), and their conservation status. BIOLOGICA NYSSANA, 11(1): 23-29.
- Kokten K., Ozel H. B., Yazici H., Iskil R. & Kaya Z. 2020.** Fatty Acid Compositions of Different *Equisetum* Species. CHEMISTRY OF NATURAL COMPOUNDS, 56: 1117–1119.
- Gümüş C. & Kaya Z. 2018.** Bartın Kent Ormanı Florası. BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ, 23(2): 668-695.
- Kısa D., Kaya Z., İmamoğlu R., Genç N., Taslimi P. & Taskin-Tok T. 2022.** Assessment of Antimicrobial and Enzymes Inhibition Effects of *Allium kastambulense* within Silico Studies: Analysis of Its Phenolic Compounds and Flavonoid Contents. ARABIAN JOURNAL OF CHEMISTRY, 15(6): 103810.
- Kısa D., Imamoğlu R., Kaya Z., Taskin-Tok T. & Taslimi P. 2022.** Turanecio hypochionaeus: Determination of Its Polyphenol Contents, and Bioactivities Potential Assisted within Silico Studies. CHEMISTRY & BIODIVERSITY, 19: e202200109.

2.4. Bildiriler

- Kaya Z., Başaran S.E. & Yaman B. 1996.** Palynological Research on Some Species of *Centaurea*, Endemic to Turkey. 10th FESPP Congress, September 9-13, 1996, Florence, Italy.
- Kaya Z., Sezer N., Kuş S. & Tutel, B. 1996.** Systematic and Palynological Research on Some Endemic Species of *Centaurea* L. in Turkey. *Plant life in Southwest and Central Asia*, İzmir, Türkiye.
- Başaran S.E. & Kaya Z. 1997.** The Pollen Morphology of Some Endemic Plants of Termessus National Park. *First Balkan Botanical Congress*, 19-22 September 1997, Thessaloniki, Greece.
- Kaya, Z. & Topay, M. 1998.** Bartın Yöresinde Yetişen Bazı Doğal Süs Bitkilerinin Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri. *I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi*, 6-9 Ekim 1998, Yalova.

- Topay, M. & Kaya, Z. 1998.** Bartın-Amasra Florasındaki Bazı Otsu Süs Bitkilerinin Peyzaj Değerlerinin Saptanması ve Kentsel Mekanlarda Kullanım Olanakları”, *I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi*, 6-9 Ekim 1998, Yalova.
- Kaya Z. 1998.** Bir Ağacın Hatıra Defteri. Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu. İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Botaniği ABD, 21-23 Eylül 1998, İstanbul.
- Kaya Z. & Topay M. 1999.** The Honey and Recreation Potential of Anzer Plateau of Türkiye. *Actes Du IV^{eme} Symposium International De Palynologie Africaine*, 15-30 Avril 1999, Sousse, Tunisie.
- Kaya Z., Başaran S. & Sarıbaş M. 1999.** Flora of Bartın Region of Türkiye. *14. Symposium für Biodiversität und Evolutionsbiologie*, 5-11 September 1999, Jena.
- Kaya Z., Orcan N., Binzet R. & Genç Y. 2000.** The Exterior-Interior Morphological Characteristics and the Palynological Properties of Endemic *Centaurea zeybekii* Wagenitz. *Second Balkan Botanical Congress*, 14-18 May, İstanbul.
- Kaya Z., Genç Y. & Sarıbaş M. 2001.** Morphological and Palynological Research on Some Species of *Centaurea* L. in Turkey. *Third Balkan Scientific Conference*, 2-6 October 2001, Sofia.
- Bancheva S. T. & Kaya Z. 2006.** Pollen morphological study on some Bulgarian and Turkish species of genus *Centaurea* s.l. (Compositae). *Plant, Fungal and Habitat Diversity Investigation and Conservation*, *4th Balkan Botanical Congress*, 20-26 June 2006, Sofia.
- Bancheva S. T. & Kaya Z. 2015.** Pollen Morphology of Some *Centaurea* Species (Asteraceae) in Turkey. *6th Balkan Botanical Congress*, University of Rijeka Campus, 14-18 September 2015, Rijeka, Croatia.
- Kaya Z. & Yaman B. 2016.** Flora of Bartın in the Western Black Sea Region of Turkey. *5th Croatian Botanical Symposium with International Participation*, 22-25 September 2016, Primosten, Croatia.
- Tekebaş, S. & Kaya Z. 2016.** Flora of Zoni Plateau (Bartın). *5th Croatian Botanical Symposium with International Participation*, 22-25 September 2016, Primosten, Croatia.
- Kaya Z., Yaman B. & Özel H. B. 2017.** Determination of Flora on Lava Columns in Bartın-Güzelcehisar Region in Turkey. *The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, 05-08 July, Minsk, Belarus.
- Yaman B., Kaya Z., Tunçkol B. & Özel H. B. 2018.** The Endemic Plants in Bartın and Their Conservation Status. *7th Balkan Botanical Congress*, 10-14 September 2018, Novi Sad, Serbia.
- Kaya Z., Yaman B., Tunçkol B. & Özel H. B. 2018.** Bartın's Native Geophytes and Their Economic Importance. *7th Balkan Botanical Congress*, 10-14 September 2018, Novi Sad, Serbia.
- Yaman B., Kaya Z. & Pulat E. 2021.** Bartın Florası ve Endemik Bitkiler. OMO Uluslararası Ormanlar ve Biyoçeşitlilik Sempozyumu, 4-7 Kasım 2021, Antalya.

2.5. Projeler

- Sarıbaş M., Kaya Z., Başaran S. & Yaman B. 1999.** Batı Karadeniz Bölgesinde Doğal Olarak Yetiştirilen Bitkilerden Peyzaj Uygulamalarında Kullanılabilecek Türlerin Belirlenmesi. Proje No: TOGTAG-1685, TÜBİTAK, Ankara.
- Efe, A., Kaya Z. & Akkemik Ü. 2002.** Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi Endemik Odunsu Taksonlarının Morfolojik, Anatmik, Palinolojik ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri. Proje No: TARP-1881, TÜBİTAK TOGTAG, Ankara.
- Kaya Z., Bancheva S. & Binzet R. 2009.** Türkiye ve Bulgaristan'da Yetişen *Centaurea* L. Türlerinin Çeşitliliği, Dağılımı ve Korunması. Proje No: TOVAG-1050356, TÜBİTAK, Ankara.
- Başaran S., Göktürk R. S., Kaya Z., etc. 2011.** Antalya Şehiriçi Bitkilerinin Polinizasyon Olayının Tespiti ve Değerlendirilmesi. Proje No: 19.2001/2006-2011, Teknik Bülten No: 46, OGM Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Kaya, Z. & Yaman, B. 2017.** Bartın İlinin Karasal ve İç Su Ekosistemleri Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi (Flora Bölümü). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) 10. Bölge Müdürlüğü, Bartın İl Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Çelik D., Kaya Z. & Gümüş C. 2018.** Balamba Tabiat Parkı Peyzaj Potansiyelinin Ekoturizm Açısından Değerlendirilmesi. Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), Bartın.
- Kısa D., Kaya Z. & İmamoğlu R. 2022.** Endemik *Centaurea cadmea* subsp. *pontica* Bitkisinin Tıbbi Öneme Sahip Bazı Enzimlerin Aktiviteleri Üzerine İnhibitör Etkilerinin ve Fenolik Bileşik İçeriklerinin Araştırılması. Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), Bartın.