

Cilt: 20 Sayı: 1 Haziran 2024 / Vol: 20 No: 1 June, e-ISSN 2148-7855



DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ
ORMANCILIK DERGİSİ

DÜZCE UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY

Fakülte Adına Sahibi : Prof. Dr. Abdurrahim AYDIN
Baş Editör : Prof. Dr. Engin EROĞLU

Editör Kurulu

Alan Editörleri

Prof. Dr. Derya EŞEN
Prof. Dr. Kermit CROMAC Jr. (Oregon State University)
Prof. Dr. Rimvydas VASAITIS (Swedish University of Agricultural Sciences)
Prof. Dr. Jiří REMEŠ (Czech University of Life Sciences Prague)
Prof. Dr. Marc J. LINIT (University of Missouri)
Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Prof. Dr. Zeki DEMİR
Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK
Prof. Dr. Derya SEVİM KORKUT
Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ
Prof. Dr. Mehmet Kıvanç AK
Doç. Dr. İdris DURUSOY
Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM
Doç. Dr. Çağlar AKÇAY
Doç. Dr. Hüseyin CİRİTCİOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ
Dr. Öğr. Üyesi H. Hasan ÖZDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Tarık ÇİTGEZ
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA
Arş. Gör. Dr. Muhammet ÇİL
Arş. Gör. Dr. Nuray ÖZTÜRK

Teknik Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Ömer ÖZYÜREK
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA
Arş. Gör. Dr. Muhammet ÇİL
Arş. Gör. Dr. Nuray ÖZTÜRK
Arş. Gör. Abdullah Hüseyin DÖNMEZ
Arş. Gör. Yıldız BAHÇECİ
Arş. Gör. Tunahan ÇINAR
Arş. Gör. Özcan AKIN
Arş. Gör. Erkan ALTAŞ
Arş. Gör. Mevlüt GÜRİSOY
Arş. Gör. Elif Can SUER

Dil Editörleri

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ
Arş. Gör. Mertkan Fahrettin TEKİNALP

Yazışma Adresi

Düzce Üniversitesi

Orman Fakültesi

81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-

Corresponding Address

Duzce University

Faculty of Forestry

81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

İÇİNDEKİLER

Kent Meydanlarının Mekansal Kalite Bağlamında İncelenmesi: Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanının Değerlendirilmesi.....	1
Filiz DOĞAN	
Mermer ve Taş İşçiliğiyle Uygulanmış Mimari Motiflerin Ahşapta Uygulanabilirliği	18
Evren Osman ÇAKIROĞLU, Ümit BÜYÜKSARI	
Bir Yonga Levha Fabrikasında Kalite Çemberleri Yardımıyla Süreç İyileştirme Çalışması.....	45
Batuhan SAĞLAM, Tarık GEDİK	
Achieving Sustainable Wood Preservation Using Nanomaterials.....	56
Doğu RAMAZANOĞLU	
Modern Sayısal Herbaryumlar İçin Öne Çıkan Bir Model: Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi (DUOF) Sanal Herbaryum.....	78
Serdar ASLAN, Rasim Murat AYDINKAL, Necmi AKSOY, Neval GÜNEŞ ÖZKAN	
Expancel Mikrokürelerinin Testliner Kağıdında Kullanılabilirliğinin Araştırılması.....	106
Hülya VARLIBAŞ BAŞBOĞA, Arif KARADEMİR	
Ölçek Bazında Çalışma Sermayesi Yönetim Etkinliği: Ağaç ve Ağaç Ürünleri ve Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri Sektörü.....	121
Abdi ATILGAN, İlker AKYÜZ, Kadri Cemil AKYÜZ, Nadir ERSEN	
Investigate of Landscape Design Use Possibilities of Some Native Ericaceae Family Plants in Turkey.....	139
Müberra PULATKAN, Gülçay Ercan OĞUZTÜRK	
İçme Suyu Havzalarındaki Ekosistem Öğelerinin Koruma Kuşakları Belirlenmesinde Önemi.....	155
Şevval YÜZER, Mustafa VAR	
Factors Affecting Farmers' Range Environment Perception in Rehabilitated Rangelands: The example of Turkey's Central Anatolia Region.....	171
Celal CEVHER, Şule COŞKUN CEVHER	
Tortum Şelalesi'ndeki Mekânsal Tasarım Uygulamalarının Jeolojik Mirasın Sürdürülebilirliği Bağlamında Değerlendirilmesi.....	192
Mustafa ÖZGERİŞ, Meryem Sena KADI, Faris KARAHAN	
Geri Dönüştürülmüş Kâğıt Hamuru Kullanan Kâğıt-Karton Fabrikalarında Meydana Gelen Yapışkan Madde Sorununun Nedenleri ile Tespit ve Giderme Yöntemleri	218
İlayda MAMAK	
The impact of blue-green infrastructure on climate resilience for hydrometeorological hazards: The case of Bayraklı, İzmir.....	233
Çiğdem COŞKUN HEPCAN, Aybüke CANGÜZEL	
Traditional Usage of Some Natural Plant Taxa in Artvin/Tütüncüler Village of Türkiye.....	248
Arzu Ergül BOZKURT	
Islı İşlemlerli Kontrplaklarda Mekanik Özellikler.....	267
Cengiz GÜLER, Ramazan YEŞİLDAĞ	

G-20 Ülkelerinde Co2 Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Kentleşme Ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi İlişkisi.....	276
Neslihan Akın ÖZDEMİR	
Yapay Sinir Ağları (YSA) Kullanılarak CLT Perde Duvarların Yanal Yük Altındaki Rijitliklerinin Kereste Direnç Sınıflarına Göre Tahmin Edilmesi.....	288
Abdullah Uğur BİRİNCİ, Okan İLHAN, Aydın DEMİR, Cenk DEMİRKIR	
Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle Perennial Garden Kavramının Değerlendirilmesi.....	308
Türker OĞUZTÜRK, Cengiz ACAR	
Afet Sonrası Bir Kriz Yönetimi Bileşeni Olarak Kent Parkları; Malatya Örneği.....	326
Emine DENİZ, Emrah YALÇINALP, Alperen MERAL	
Türkiye Sulak Alanlarının Genel Değerlendirilmesi.....	348
Furkan Salih YİĞİT, Akif KETEN	
Determination of Some Physical Properties of Oil Heat Treated Oriental Beech Wood.....	361
Çağlar ALTAY, Davut ÇİFTÇİ	
Production and Characterization of Wood Polystyrene Composite Filled with Glass Fiber (GF) and Medium Density Fiber Board Dust (MF).....	375
Süheyla Esin KÖKSAL, Orhan KELLEÇİ	
Bibliometric Analysis of Academic Studies on Particleboard.....	395
Abdullah BERAM	
Artvin Şavşat'ta bozayı habitat uygunluğunun MaxEnt yöntemi ile belirlenmesi ve yönetimi için öneriler.....	413
Hüseyin AMBARLI, Nedim Ahmet YÜKSEL	
Uzun Süre Saklanan Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Tohumlarının Sera Ortamında Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdelerinin Belirlenmesi.....	428
İlyas ÖZTÜRK, Bilal ÇETİN	
Yonga Levha Üretiminde Tutkallama Öncesi ve Sonrası Parafin İlavasının Levha Özellikleri Üzerine Etkisi (Düzeltilme Makalesi).....	444
Hasan IŞIK, Oktay GÖNÜLTAŞ	
Use of Toxic and Allergen Plants in Landscape Arrangements of Urban Historical Areas: The Case of Çeşme Castle (İzmir).....	454
Necmettin GÜR, Özgür KAHRAMAN	

Kent Meydanlarının Mekansal Kalite Bağlamında İncelenmesi: Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanının Değerlendirilmesi

Examination of City Squares in the Context of Spatial Quality: Evaluation of Samsun Cumhuriyet Square and Saathane Square

 Filiz DOĞAN¹

Özet

Kent meydanları kent kimliğini tanımlayan özgün kent öğeleri olarak öne çıkmaktadır. İnsanların bir araya gelmesi, birbirleriyle iletişimi, kent kimliğini yansıtmaları açısından önemli bir yere sahiptir. Kentsel mekân kalitesi işlevsel ve estetik birtakım parametrelerle kent kullanıcılarının yaşamlarını etkilemektedir. Kentsel mekân kalitesi kapsamında birçok çalışma yapılmış ve mekânsal kalitenin tespit edilmesine ilişkin çeşitli parametreler oluşturulmuştur. İlgili çalışmada, mekânsal kalite parametrelerine ilişkin çalışmalar incelenmiş, tarihi geçmişe tanıklık eden, kentin iki büyük meydanının, Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Samsun Saathane Meydanı'nın mekânsal kalite bağlamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kent meydanları tanımlanmış hem kalite hem de mekân kalitesi terimleri temel alınarak literatür taranmış ve ardından yapılan araştırmaların sonrasında yerinde gözlem ile analiz yöntemine başvurulmuştur. Literatür taraması sonucu elde edilen veriler Nasar, Greene, Gehl, PPS, Woort ve Wegen tarafından oluşturulan mekansal kalite göstergeleri kapsamında incelenmiştir. Bu kapsamda çalışma alanlarının kentsel mekân kalite parametrelerini içerdiği ancak her iki meydanının kullanım amacının farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Cumhuriyet meydanı daha çok toplanma ve dağılma alanı olarak kullanılırken, Saathane meydanı ise yaşlıların buluşma ve sosyalleşme alanı olarak işlev görmektedir. Saathane meydanı, Cumhuriyet meydanına göre sahip olduğu tarihi dokusuyla estetik bir değere sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Kent meydanı, Mekânsal kalite, Mekânsal kalite parametreleri

Abstract

City squares stand out as unique urban elements that define the city identity. It has an important place in terms of people coming together, communicating with each other and reflecting the identity of the city. The quality of urban space affects the lives of city users through a number of functional and aesthetic parameters. Many studies have been carried out within the scope of urban space quality and parameters have been created to determine spatial quality. In this study, studies on spatial quality parameters were examined and it was aimed to evaluate the city's two largest squares, Samsun Cumhuriyet Square and Samsun Saathane Square, which bear witness to the historical past, in the context of spatial quality. In the study, city squares were defined, a literature review was conducted based on the concepts of quality and space quality, and after the research, on-site observation and analysis method was used. The data obtained as a result of the literature review were examined within the scope of spatial quality indicators created by Nasar, Greene, Gehl, PPS, Woort and Wegen. In this context, it was concluded that the study areas contain urban space quality parameters, but the purpose of use of both squares is different. While Cumhuriyet Square is used mostly as a gathering and dispersing area, Saathane Square functions as a meeting and socializing area for the elderly. Saathane Square has an aesthetic value with its historical texture compared to Cumhuriyet Square.

Keywords: Urban square, Spatial quality, Spatial quality parameters

Geliş Tarihi: 12.03.2024, Düzeltme Tarihi: 07.04.2024, Kabul Tarihi: 18.04.2024

Adres: ¹İstanbul Atlas Üniversitesi, Sanat, Tasarım Ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Ve Çevre Tasarımı Bölümü

E-mail: filiz.dogan@atlas.edu.tr

1. Giriş

İnsan çevresiyle etkileşim halindedir ve bu etkileşim toplumların kendi hayat koşullarının belirlenmesine olanak sağlar. İlgili durum, kent kimliğinin gelişebilmesi bakımından oldukça büyük öneme sahiptir (Erdönmez, 2005). Toplumun ihtiyaçları ışığında şekillenen kentsel mekanlar (Doğan ve Özbilen, 2023), değişen sosyoekonomik koşullara cevap verebilen yaşayan organizmalar olarak kabul görmektedirler (Alexander, 1989). Her kentin kendine özgü karakterini yansıtan gösterge alanları olarak tanımlanan kentsel mekanlar (Lynch, 1984), toplumsal yaşamın izlerini taşır. Birer kentsel mekan ögesi olarak karşımıza çıkan meydanlar (Krier, 1979) ise, toplumun sosyal, kültürel, ulaşım, dinlenme benzeri işlevsel gereksinimleri neticesinde belli bir biçim elde etmiş kentsel mekanlara verilen isimdir (Gencel, 2000). Meydan, kent yapısının en göze çarpan ve belirgin ögesi şeklinde açıklanmıştır (Schulz, 1971).

Kent meydanları geçmişten günümüze kentlinin buluşma alanı, kentin karambolünden sıyrılıp nefes aldıkları, dinlenebilme olanağı buldukları, sosyalleştikleri, çok amaçlı kullanım imkânı sunan kentsel mekanlar olmuşlardır. Günümüzde ise, hızlı nüfus artışı ile birlikte dünyadaki tüm şehirlerde olduğu gibi yoğun trafik ile işgal edilmişler, geçmişte olan kullanım manalarını kaybetmişlerdir (İnceoğlu, 2007).

Schulz (1971) tarafından meydan, “kent yapısının en göze çarpan ve belirgin ögesi” şeklinde açıklanmıştır. Kentin kimliğini yansıtan, o kent hakkında bizlere fikir veren kent meydanları zamanla niteliksiz ve benzer karakterde mekanlardan oluşmaya başlamıştır. Oysa meydanlar toplumun yaşayan birer parçasıdır. İnsanlar bir araya gelmek, sosyalleşmek amacıyla meydanlara tüm kültürlerde gereksinim duymuşlardır (Şahinler, 1964). Kent meydanları, Lynch (1984)’e göre, kentsel mekanlarda oluşturulan etkinlik alanlarıdır. En basit tanımıyla meydanlar, döşenmiş, yüksek yoğunluklara sahip cadde ile yapılarla çevrelenmiş, toplulukları etkileyecek ve onların bir araya gelmelerini daha da kolaylaştıracak nitelikler taşıyan kentsel mekan ögesidir (Marcus ve Francis, 1998).

Meydanlar sınıflandırılırken, fonksiyonları ve formları aynı derecede önem taşıyan iki kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel bir meydanın işlevi, meydanın canlılığını koruması ve bunun yanında görsel çekiciliği bakımından oldukça önemlidir (Moughtin, 1992). Bir başka deyişle, meydanda etkinlik olması meydanın canlılığı ve görsel çekiciliğiyle aynı önemi taşımaktadır (Uzun, 2006).

Geçmişten günümüze başarılı kent meydanları, fonksiyonları ve görsel çekiciliğinin yanı sıra belirli bir amaca hizmet etmek için kurulmuşlardır. Antik çağdan Ortaçağa hatta Rönesans ile Modern Dönemdeki oluşumlara dek meydanlar Yunan'da sosyal düzen, Roma'da askeri, Mısır'da mistik esaslı temel alınarak kurulmuştur. İlgili mekanlara pazar yeri ya da toplanma alanı gibi bir veya birkaç işlev yüklenmiştir. Kaleiçi ve kapalı ortaçağ kentlerindeki meydanlarda daracık sokaklar ile erişilen buluşma ya da toplanma mekanları şeklinde bugün de özelliklerini muhafaza ederler (Öztaş, 1998). Osmanlı İmparatorluğu'nda yer alan kentlerde ise, cami avluları kent meydanlarının yerini tutmaktadır. Osmanlı İmparatorluğu döneminde, çevrelerinde inşa ettikleri medreseleri, ağaçlandırılmış mezarlık ile avlusuyla bir mahallenin ortaya çıkmasını sağlayan büyük camileri çepeçevre saran avlular buluşma, toplanma ve görüşme alanları olarak oldukça büyük bir fonksiyon taşımaktadır ve bunun yanında önemi büyük kentsel açık mekanları da oluşturmaktadır (İnceoğlu ve Aytuğ, 2009).

Günümüzde kent meydanları; kamusal binalarla çevrelenmiş, buluşma alanları, gösterilerin yapılabileceği toplanma alanları, sinema, tiyatro, yeme-içme gibi alanlar, alışveriş yapılabilen sokaklar, ofis topluluklarının bulunduğu çevreler, konutların bulunduğu yerlerdeki yarı özel mekanlar ile trafik kavşakları gibi sayısız fonksiyonu içinde barındırmaktadır. Meydanlarda kare, daire, dikdörtgen olmak üzere üç temel form vardır. Zucker (1960) tarafından ortaya konan teoriye göre, tüm temel geometrik şekillerden meydana gelen meydanlar baskın, kapalı, çekirdeksel, bağlantılı ve bunun yanında herhangi bir sınırı olmayan şekilsiz meydanlar şeklinde beş ana mimari kurgu üzerine oturur (İnceoğlu ve Aytuğ, 2009).

Kent yaşantısının yansımaları kent meydanında gerçekleşir. İlgili oluşum, kişiler adına, bir çeşit hayatı paylaşma biçimidir. Herhangi meydanın hareketliliğinde meydana bulunan kişi sayısından ziyade, kullanıcı gurubuna yönelik; iyi zaman geçirebilecekleri, konforlu, görsel kalitesi yüksek, farklı fonksiyonları bulunan, boş vakitlerini değerlendirebilecekleri ve bunalmayacakları aktivitelerden meydana gelen alanların bulunması daha büyük bir öneme sahiptir (Alexander 1989; Uçak, 2000).

Herhangi bir meydanın kullanıcılarca kent meydanı şeklinde tanımlanabilmesi için esasen, binalar, duvarlar, ağaçlar gibi sınırlayıcı elemanlara, görüş mesafesiyle sınır elemanları arasında kurulan ilişkiyle uyandırdığı kuşatılmışlık hissine (çevrili olma hissi), mekânsal kapalılık ile sağlanan güven duygusuna, kesişme/düğüm noktası olarak işlev görmesine ve heykeller, anıtlar, çeşmeler gibi bazı sembollere sahip olması gereken fiziksel özellikleri vardır. Ancak yoğun nüfus artışı ile birlikte trafik ile işgal edilmiş, geçmiş kullanım

anlamalarını yitirmeye başlamışlardır. Bu bağlamda günümüz kent meydanlarının mekânsal kalite ölçütlerine göre analiz edilmesi bu çalışmanın başlıca hedefi olmuştur.

1.1. Mekânsal Kalite Parametreleri

Kalitenin tanımı üzerine ekonomiden sağlığa, eğitimden mimariye, üretimden kentsel tasarıma kadar farklı disiplinlerin birçok tanımı mevcuttur. Burt (1978) kalite kavramını; “gereksinimlerin giderilmesine olanak tanıyan özelliklerin toplamıdır” şeklinde açıklarken; Juran (1974), bir hizmet ya da ürünün saptanan ya da olası gereksinimleri giderebilme yeteneğine bağlı niteliklerin tümü şeklinde açıklar. Kentsel tasarımda kalite kavramı, kullanıcı kitlesinin ihtiyaçlarının karşılanmasına ve tatminine bağlı bir kavram olarak kabul görmektedir.

Voordt ve Wegen (2005), mekânsal kaliteyi dört ana başlık altında incelemektedir. İşlevsel kalite geniş manada, mekânda bulunması gereken fonksiyonlar adına ne denli elverişli olduğu ve de kullanılabilirliğidir. Bunun yanında estetik kalite bir mekânın ne denli teşvik edici ve güzel olarak görüldüğü, kente özgü doku ile kültürüyle olan ahengi, kullanıcı tarafından ne şekilde deneyimlendiği ve de anlamlandırıldığıyla yakından alakalıdır. Bir başka başlık olan ekonomik kalite konusu ise genel olarak, mekânın mali kaynaklarının verimli ve etkili bir şekilde kullanımına dair kalite kriteridir. Son başlık olan teknik kalite ise mekânın ne oranda sağlıklı ve güvenli olduğuyula ilgili değerlerinin yanı sıra çevreyle dost biçimde enerjiyi ne oranda sakınıp kullandığını ve ilgili nesnelliğe ne oranda ulaşabildiğini betimleyen fiziksel kalite anlamına gelmektedir.

Dünya çapında kentsel mekanlar üzerinde yapılan araştırmalar (Hall, 1966; Appleton, 1988; Newman, 1972; Kaplan, 1988; Appleyard, 1981; Lynch, 1984; Bentley ark., 1985; Lang, 1987; Alexander, 1989; Gehl, 2013; Jacobs ve Appleyard, 1987; Davies, 2000; Whyte, 1980) neticesinde başarıyı yakalayan bir kentsel mekân için 4 ana kalite kriteri saptanmıştır. Bu kalite kriterleri; “bağlantı ve erişimler, eylem ve kullanımlar, biçim ve konfor, sosyalleşebilirlik” şeklinde sıralanabilir (Çizelge 1) (Madden ve Wiley, 2002).

Çizelge 1. Voordt ve Wegen (2005)'e göre mekânsal kalite göstergeleri.

İşlevsel Kalite	Ulaşılabilirlik Erişilebilirlik Çeşitlilik Esneklik Güvenlik Mekansal Bütünlük Konfor Sürdürülebilirlik
Estetik Kalite	Düzen Kimlik Etki-Çekim
Yapım Kalitesi	Detaylandırma Malzeme İşçilik Dayanıklılık
Bakım ve Hizmet Kalitesi	Bakım ve Onarım Kamu ve Özel Hizmetler

Lynch (1984), Kentsel mekanlardaki yerleşimlerin kalitesini sağlamak ve iyi bir kent yapısını oluşturmak adına canlılık, uygunluk, duygu, kontrol ve erişim olmak üzere beş çevresel ölçüt belirlemiştir (Orhan, 2015).

Greene (1992), tasarım ile alakalı şekilde mekân kalitesini, 4 temel prensip ile ilgili prensiplerin barındırdığı kalite parametrelerinin üzerinden değerlendirmektedir (Greene 1992; İnceoğlu 2007: 115). Kimlik, işlev, çekim/cazibe ve düzen olarak sıralanabilen 4 temel prensibin hepsi 4 tane kalite parametresi barındırmaktadır. Greene tarafından parametrelerden her birinin ölçülmesi adına yönergeler belirlenmiştir (Çizelge 2). Temel parametrelerin her biri, 4 tane kalite göstergesini içermektedir (İnceoğlu, 2007).

Çizelge 2. Greene (1992)'e göre mekânsal kalite göstergeleri.

İşlev	Kimlik	Düzen	Cazibe
Bağlantı Erişim/Etkileşim/Örtüşme	Odak Görsel Odak/ Düğüm Noktası	Tutarlılık Giriş/ Kenar/ Nirengi Noktası/ Manzara/ Silüet/Sınır Çizgisi	Ölçek İnsan/İnsancıl
Güvenlik Mahremiyet/Etkinlik	Birlik Kavram/Tekrar	Açıklık Strüktür/Kapalılık	Uygunluk Oran/Orjinallik
Konfor Fiziksel Kolaylık/ Görsel Huzur/ Kullanım Kolaylığı	Karakter Bütünlük/ Sadelik/ Sınırlılık	Devamlılık Sistem/Ritim	Canlılık Uyarıcı/Karşıt/Hareket
Çeşitlilik Seçim/Değişiklik	Özellik Tarihi Doku/Sembolizm	Denge Örüntü/ Vurgu	Uyum Işık/Renk/Doku/Çizgi

Nasar (1989)'a göre mekânsal kalite parametreleri, doğallık (doğal çevrelerin veya doğal çevrenin yapılı çevreden daha baskın olduğu mekânsal düzenlemeler), açıklık ile

tanımlanmışlık (manzara, kentsel açık alanların tanımlanması), tarihsel önem ve içerik (uyum), düzen (okunabilirlik) olarak belirlenmiştir (İnceoğlu, 2007).

1975 yılında kurulmuş bir sivil toplum kuruluşu olan Project for Public Space (PPS) (Anonim-1), akademisyenler ile uzmanlarca desteklenmekte ve çalışmalarını ise internet sitesinden yayınlamaktadır (Türkyılmaz ark., 2020: 3). Project for Public Space kaliteli ve başarılı kent meydanlarını oluşturabilmenin on ilkesi olduğunu ifade etmektedir. Bahsi geçen 10 ilke kimlik ve imaj, cazibe, konfor, esnek tasarım, mevsimlik strateji, giriş, sınır, ulaşılabilirlik, yönetim merkezinin rolü, çeşitli sermaye kaynakları ile desteklenebilirliktir (İnceoğlu, 2007: 150).

Jack L. Nasar, Jan Gehl, Sherwin Greene, Project for Public Space, Voordt ve Wegen öncülüğünde yürütülen çalışmalar vasıtası ile oluşturulan fiziksel çevre kalite göstergeleri aşağıda yer alan (Çizelge 3) 'de verilmiştir.

Çizelge 3. Mekânsal kalite göstergeleri (İnceoğlu,2007'den derlenmiştir).

Nasar, 1989	Doğallık Bakım Açıklık ve Tanımlanmışlık Tarihsel Önem Düzen
Greene, 1992	İşlev Düzen Kimlik Cazibe/Çekim
Gehl, 2013	Gerekli Etkinlikler Seçmeli Etkinlikler Sosyal Etkinlikler
PPS,2005 (Anonim-1)	Sosyalleşme Amaç ve Aktivite Erişim ve Bağlantı Rahatlık ve İmaj
Voord ve Wegen, 2005	İşlevsel Estetik Yapım Bakım ve Hizmet

Bu doğrultuda çalışmada kentsel mekânda kalite göstergelerine başvurularak, kent yaşantısının yansımalarının gerçekleştiği kent meydanlarından Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Samsun Saathane Meydanının mekânsal kalitesinin gözler önüne serilmesi amaç edinilmiştir. Ulaşılan sonuçlara ilişkinse Peyzaj Mimarlığı disiplini yaklaşımına başvurularak çözüme dair öneriler geliştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Samsun'un iki büyük kent meydanının mekânsal kalite bağlamında nasıl okunacağı çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda literatür taraması yapılmış, tezler, makaleler, kitaplar ve örnekler üzerinden değerlendirmelere yer verilmiştir.

2.1.1. Çalışma Alanı

İlgili çalışma kapsamında Samsun kent merkezinde bulunan, İlkadım ilçesine bağlı Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanı değerlendirilmek üzere seçilmiştir. Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanı kentin imge haline gelmiş iki önemli meydanıdır (Anonim-2). Kentlerde yapılması planlanan çalışmalara ilişkin sık sık tercih edilmekte olan meydanlar, kent merkezinde olmasından ve kentte yaşayanların halkının geçiş hattında bulunmasından ötürü yoğun kullanımı bulunan kamusal alanlar olarak öne çıkmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı (Google Earth).

Samsun Cumhuriyet Meydanı

İlgili meydan, Samsun'un merkezi olarak görülen İlkadım ilçesinin en canlı konumunda yer almaktadır. Çevresinde Bulgar AVM, bankalar ile iş hanları bulunmaktadır. 11 bin 505 metrekare yüzölçümü ve ortalama 30 bin kişilik kapasitesiyle (Anonim-3) meydan mitinglerde ve hem dini hem de millî bayramlarda gerçekleştirilen etkinliklerde ev sahibi olmaktadır (Şekil 2).



Toplanma Alanı



Oturma alanı



Yeşil Alan



Ulaşım



Bulvar Avm



Bulvar Avm

Şekil 2. Cumhuriyet Meydanının genel görüntüsü.

Samsun Saathane Meydanı

Samsun İlkadım ilçesinde yer alan meydan, meydanın orta noktasında yer alan saat kulesinden adını alır. Samsun'da yer alan bir başka önemli meydan ise Cumhuriyet Meydanı'dır. Şifa Hamamı, Taşhan, Süleyman Paşa Medrese'si ile Camisi de Saathane Meydanı'nda bulunan tarihi binalar arasındadır (Şekil 3). Meydan 2019 yılında yapılan kentsel düzenlemeyle yenilenmiştir (Anonim-4). Tarihi Taşhan ve Süleyman Paşa Medresesinde yapılan restorasyon çalışmalarıyla Şifa Hamamı çevresindeki kurtarma kazıları Samsun Müze Müdürlüğü denetiminde gerçekleştirilmiştir. Bu alanlarda açığa çıkarılan buluntular koruma altına alınmıştır. Yapılan kazı çalışmaları sonucunda Saathane meydanının Bizans İmparatorluğu (alt mimari), Beylikler Dönemi (sur duvarları), Selçuklu, Osmanlı (Şifa Hamamı) ve Cumhuriyet Dönemlerinde iskan gördüğü anlaşılmıştır. Kent meydanı Samsun Kültür Varlıklarını Koruma Bölge kurulunca tesciline karar verilerek,

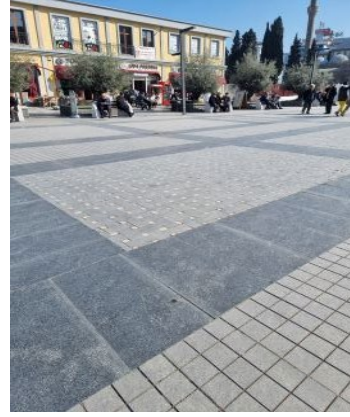
Koruma Bölge Kurulunun 2022 yılında onaylanan Çevre Düzenleme Projesiyle günümüzdeki halini almıştır. Meydan 7 bin 900 metrekarelik alanı kaplamaktadır (Anonim-5).



Anıt



Toplanma Alanı



Yeme-İçme Alanları



Su ögesi



Yeşil Alan



Ulaşım

Şekil 3. Saathane Meydanının genel görüntüsü.

3. Bulgular ve Tartışma

Samsun Cumhuriyet Meydanı, Cumhuriyetin ilanı ile birlikte etrafında yer alan Gazi Müzesi, Bulvar Avm ve Atatürk parkı ile kent meydanı olarak işlevini sürdürmektedir. Günümüze kadar değişime uğrayan meydan ve çevresinin yenileme projesiyle Gazi Müzesi, Atatürk Parkı, Samsun Fuarı ve Site Camisiyle bütünleştirilmesi planlanmaktadır (Anonim-3). Yıkılması gereken binalara yönelik tespit çalışmaları devam etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Samsun Cumhuriyet Meydanı (Google Earth).

Kentsel mekân kalitesi ile alakalı yürütülen çalışmalar ilgili çalışma çerçevesinde incelenmiş ve bu doğrultuda çeşitli parametrelere ulaşılmıştır. Samsun Cumhuriyet Meydanı'nın özellikleri mekânsal kalite parametreleri ışığında aşağıda verilen Çizelge 4'de ele alınmıştır.

Çizelge 4. Samsun Cumhuriyet Meydanı fiziksel kalite parametreleri doğrultusunda değerlendirilmesi.

	Mekânsal Kalite Parametreleri	Gözlemler
Nasar, 1989	Doğallık Bakım Açıklık ve Tanımlanmışlık Tarihsel Önem Düzen	Doğal topoğrafik bir yapıya sahip olmayan meydana oturma, dinlenme, seyir etkinliklerine olanak tanıyan donatılar meydanın sınır noktalarında bulunmaktadır. Zeminde ve donatı elemanlarında yer alan çatlaklar özellikle bu alanlarda bakım ve onarımın gerekli olduğunu göstermiştir. Açık bir yapıya sahip olan meydan tanımlı bir geometrik yapıya sahiptir. Tarihsel bir öneme sahip olan meydan düzene sahiptir.
Greene, 1992	İşlev Düzen Kimlik Cazibe/Çekim	Resmi törenler, mitingler, dini ve milli bayram kutlamaları gibi etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır. Meydanın sınırları net okunmaktadır. Meydan dikdörtgen formdadır. Sahip olduğu Bulvar Avm ve çevresiyle tarihi dokuya sahiptir. Konumu meydanın kimliğini oluşturmaktadır. Artan kent nüfusuna karşı yeterli büyüklüğe sahip olan kent meydanı gerekli olan etkinlikleri karşılamaktadır.

Gehl, 2013	Gerekli Etkinlikler Seçmeli Etkinlikler Sosyal Etkinlikler	Meydan oturma, seyir, toplanma, buluşma ve dağılma etkinliklerine olanak tanısa da, yüksek oranda geçiş (gerekli etkinlik) amacıyla kullanılmaktadır. Meydanda güvercinleri beslemek seçmeli etkinlik olarak hizmet vermektedir. Seçmeli ve sosyal etkinliklerin az olması meydanın kalitesini olumsuz etkilemektedir.
PPS,2005 (Anonim-1)	Sosyalleşme Amaç ve Aktivite Erişim ve Bağlantı Rahatlık ve İmaj	Resmi törenler, dini ve milli bayram kutlamaları gibi toplumu bir araya getiren toplu etkinliklerle meydan birçok etkinliğe olanak tanımaktadır. Kentten araçla, tramvayla, yaya olarak meydana erişim mümkün olmakta, kentin önemli bağlantı noktaları arasında yer almaktadır.
Voordt ve Wegen, 2005	İşlevsel Estetik Yapım Bakım ve Hizmet	Meydan mitingler, dini ve resmi bayram kutlamaları, oturma, seyir, geçiş amaçlı bir işleve sahiptir. Sert zemin yoğunluğu, yeşil dokunun ve donatı elemanlarının azlığı meydanın daha çok toplanma ve geçiş amacına olanak tanıyıp estetik bir dokuya sahip olmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Kentsel düzenlemelerle yenilenen Samsun Saathane Meydanı, etrafında yer alan tarihi yapılarla birlikte Eski Meclis Binası önünde kent meydanı olarak işlevini sürdürmeye devam etmektedir. 2019 yılında yapılan kentsel düzenlemeyle meydan yenilenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Samsun Saathane Meydanı (Google Earth).

Kentsel mekân kalitesi ile alakalı yürütülen çalışmalar ilgili çalışma çerçevesinde incelenmiş ve bu doğrultuda çeşitli parametrelere ulaşılmıştır. Samsun Saathane Meydanı'nın özellikleri mekânsal kalite parametreleri ışığında aşağıda verilen Çizelge 5'de ele alınmıştır.

Çizelge 5. Samsun Saathane Meydanı fiziksel kalite parametreleri doğrultusunda değerlendirilmesi.

	Mekansal Kalite Parametreleri	Gözlemler
Nasar, 1989	Doğallık Bakım Açıklık ve Tanımlanmışlık Tarihsel Önem Düzen	Meydan doğal topoğrafik bir yapıya sahip değildir. Meydanda oturma, dinlenme, seyir, sohbet etme, buluşma, yeme-içme etkinliklerine olanak tanıyan donatılara ve kentsel düzenlemelere yer verilmiştir. Meydan açık ve tanımlı bir geometrik yapıdadır. En eski yerleşim merkezinde yer alması, Saathane meydanını kentin tarihsel anlamda en önemli meydanı yapmaktadır.
Greene, 1992	İşlev Düzen Kimlik Cazibe/Çekim	Meydan buluşma, oturma, seyir, sohbet etme, yeme-içme etkinliklerine olanak tanımaktadır. Meydanın sınırları net okunabilmektedir. Meydan dikdörtgen formdadır. Sahip olduğu çevresel veriler, tarihsel önemiyle birlikte meydana yer alan saat kulesi meydanının kimliğini oluşturmaktadır. Meydanı cazibe ve çekim merkezi yapmaktadır.
Gehl, 2013	Gerekli Etkinlikler Seçmeli Etkinlikler Sosyal Etkinlikler	Meydan birçok etkinliğe olanak tanımaktadır. Seçmeli ve sosyal etkinlikler meydanın kalitesini arttırmaktadır.
PPS,2005 (Anonim-1)	Sosyalleşme Amaç ve Aktivite Erişim ve Bağlantı Rahatlık ve İmaj	Buluşma, oturma, seyir, sohbet etme, yeme-içme gibi birçok etkinliğe ev sahipliği yapan meydan özellikle yaşlıların sosyalleştiği kentsel bir mekân olarak işlev görmektedir. Kentten araçla, tramvayla, yaya olarak meydana erişim mümkün olmakta, kentin önemli bağlantı noktaları arasında yer almaktadır.
Voordt ve Wegen, 2005	İşlevsel Estetik Yapım Bakım ve Hizmet	Meydan buluşma, oturma, seyir, sohbet etme, yeme-içme gibi birçok işleve sahiptir. Sert zemin, yeşil doku, donatı elemanları ve tarihi dokusuyla meydan estetik bir dokuya sahiptir. Meydanda yenileme çalışmaları yapılmış, 2022 yılında günümüzdeki halini almıştır. Özellikle saat kulesinin etrafındaki zemin döşemelerinde çatlakların meydana geldiği, bakım ve onarımın bu alanlarda gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6'da Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanının Mekânsal Kalite Parametrelerini sağlama durumu değerlendirilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Samsun Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanı mekânsal kalite parametreleri değerlendirme tablosu (++: Sağlamakta, +: Kısmen Sağlamakta).

	Mekansal Kalite Parametreleri	Cumhuriyet Meydanı	Saathane Meydanı
Nasar, 1989	Doğallık	+	+
	Bakım	+	+
	Açıklık ve Tanımlanmışlık	++	++
	Tarihsel Önem	++	++
	Düzen	++	++
Greene, 1992	İşlev	++	++
	Düzen	++	++
	Kimlik	++	++
	Cazibe/Çekim	++	++
Gehl, 2013	Gerekli Etkinlikler	++	++
	Seçmeli Etkinlikler	+	++
	Sosyal Etkinlikler	+	++
PPS,2005 (Anonim-1)	Sosyalleşme	+	++
	Amaç ve Aktivite	+	++
	Erişim ve Bağlantı	++	++
	Rahatlık ve İmaj	++	++
Voordt ve Wegen, 2005	İşlevsel	++	++
	Estetik	+	++
	Yapım	+	++
	Bakım ve Hizmet	+	+

4. Sonuçlar

Kent meydanları kente kimlik kazandıran, sahip olduğu kentsel mekan kalitesiyle insanların birbirleriyle ve kent ile iletişimde önemli bir etkiye sahip olan kentsel mekanlar olarak öne çıkmaktadır. Her yaştan insanların kolay erişim sağlayabileceği bu mekanlar oturma, dinlenme, seyir, sohbet etme, buluşma, yeme-içme, sosyalleşme gibi farklı kullanım amaçlarına cevap verebilmelidir. Yenileme çalışmalarıyla meydanlarda toplumun ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalı, tarihi doku korunmalıdır.

Konumu ve kültürel değerleriyle Cumhuriyet Meydanı ve Saathane Meydanı kentin imge haline gelmiş iki önemli meydanıdır. Her iki meydanın kullanımında oturma alanları, geniş sert zeminlerde tanımlanan etkinlik alanları etkilidir. Cumhuriyet meydanında donatılar oturma ve dinlenme amacıyla kullanılırken, Saathane meydanında donatı elemanları kullanıcıların meydanda vakit geçirmelerine, sosyalleşmelerine olanak tanımaktadır. Her iki meydan mecburi geçiş alanı şeklinde de kullanılabilir. Cumhuriyet meydanının doğal topografik yapısı ile yetersiz yeşil alan dokusu meydanın cazibesine katkı sağlamamaktadır. Saathane meydanının tarihi dokusu ile yeşil sahaları meydanın kimliği ile cazibesinin oluşabilmesinde oldukça etkilidir. Kentin içinde her iki meydana ulaşım araçla, tramvayla veya yaya şekilde sağlanabilmektedir. Her iki meydanda

açık ve kapalı otopark alanları mevcuttur. Meydanlar birden fazla önemli noktayı bağlayıcı görevdedir. Cumhuriyet meydanı ve Saathane meydanı içinde barındırmış olduğu tarihi ve konumuyla bugün de kentin tamamına hitap edebilmektedir.

Kent meydanları Gehl (2013) tarafından saptanan fiziksel çevre parametreleri ışığında ele alındığı zaman, seçmeli etkinlik imkanına olanak tanınmasını mekân kalitesinin iyi olabilme niteliğini de arttıracaklarını düşündürmektedir. Geçmişten bugüne meydanlar genel manada mitingler, toplanma yerleri, resmî törenler, buluşma ve de dağılma gibi etkinlikler amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde meydanlar, değişen hayat şartlarından dolayı geçmiş dönemlerdeki yoğunluğu ile kullanım amaçlarını kısmi olarak kaybetmektedirler. Ulaşım olanaklarının kolaylaştırılması hem büyüklük olarak hem de şekilsel açıdan oldukça elverişli olması, donatı elemanlarının zenginleştirilip birden çok etkinliğe imkân tanınması, kullanım çeşitliliğinin arttırılmasının yanında meydanın konumu ve sahip olduğu tarihi doku ile kente kazandırdığı kimlikle cazibe merkezi olması sağlanacaktır.

Kaynaklar

- Alexander, D. (1989). Urban landslides. *Progress in Physical Geography*, 13(2), 157-189.
- Anonim-1, (2005). <http://www.pps.org>. Erişim Tarihi: 12.05.2005.
- Anonim-2, (2024). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Cumhuriyet_Meydan%C4%B1_\(Samsun\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Cumhuriyet_Meydan%C4%B1_(Samsun)). Erişim Tarihi: 11.03.2024.
- Anonim-3, (2024). https://www.habersal.com.tr/makale/samsun-cumhuriyet-meydani-kac-kisialir12#:~:text=Samsun%20Cumhuriyet%20Meydan%C4%B1%20son%20%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalardan,%C3%B6n%20alan%C4%B1%20ise%202.707%20ometrekare_ Erişim Tarihi: 11.03.2024.
- Anonim- 4, (2024). https://tr.wikipedia.org/wiki/Saathane_Meydan%C4%B1. Erişim Tarihi: 11.03.2024.
- Anonim-5, (2024). https://samsun.bel.tr/haberler/saathane-meydani-tarihe-isiktutacak#:~:text=Samsun'da%20bin%20900,ad%C4%B1m%20ad%C4%B1m%20sona%20do%C4%9Fru%20yakla%C5%9F%C4%B1%C4%B1yor_ (Erişim Tarihi: 11.03.2024)
- Appleton, CP, Hatle, LK ve Popp, RL (1988). Transmitral akış hızı paternlerinin sol ventriküler diyastolik fonksiyonla ilişkisi: kombine hemodinamik ve Doppler ekokardiyografik çalışmadan yeni bilgiler. *Amerikan Kardiyoloji Koleji Dergisi*, 12(2), 426-440.
- Appleyard, D., (1981). *Livable Streets*, London: University of California Press.
- Bentley, I., Alcock, A., Murrain, P., McGlynn, S., Smith, G. (1985). *Responsive Environments: A Manual for Designers*. Oxford: Butterworth Architecture.
- Burt, M. E., (1978). A Survey of Quality and Value in Building. Building Research Establishment, Watford, UK.
- Davies, L. (2000). Kentsel tasarım özeti. *İngiliz Ortaklığı Birleşik Krallık*.
- Doğan, F. & Özbilen, A. (2023). The Effects of Physical and Functional Change in Cities on the Process of Perceptual Change: The Case Study of Trabzon City. *Online Journal of Art & Design*, 11(3).
- Erdönmez, M. E. (2005). 'Açık kamusal kent mekânlarının toplumsal ilişkileri yapılandırmadaki rolü, Büyükdere-Levent-Maslak aksı', Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gehl, J. (2013). *Cities for people*, Washington DC: Island press.
- Gencel, Z. (2000). Geleneksel Türk Kentinde Meydan Kavramı. *Ege Mimarlık*, 34(2).

- Greene, S. (1992). Cityshape communicating and evaluating community design. *Journal of the American Planning Association*, 58(2), 177-189.
- Hall, K. R. (1966). Behaviour and ecology of the wild patas monkey, *Erythrocebus patas*, in Uganda. *Journal of Zoology*, 148(1), 15-87.
- İnceoğlu, M. (2007). ‘Kentsel açık mekânların kalite açısından değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım: İstanbul meydanlarının incelenmesi’, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İnceoğlu, M., & Aytuğ, A. (2009). The concept of urban space quality, *Journal of Megaron*, 4(3), 131-146.
- Jacobs, A., Appleyard, D., (1987), Toward an Urban Design Manifesto, *Journal of the American Planning Association*, 53(4), 112-120.
- Juran, J.M., (1974), Quality Control Handbook, McGraw- Hill, New York, Third Edition.
- Kaplan, S., (1988), *Perception and landscape: conceptions and misconceptions. In Environmental aesthetics: Theory, research, and application*. New York: Cambridge University Press.
- Krier, R. (1979). Urban Space, New York: Rizzoli. *Transl. C. Czehowski*.
- Lang, J.T., (1987). *Creating architectural theory*. The role of the behavioral sciences in environmental. design. New York, Van Nostrand Reinhold Co.
- Lynch, K. (1984). *Good city form*. MIT press.
- Madden, K., & Wiley-Schwartz, A. (2002). How to design a safe public space. *Landscape Design*, 308(23), 21-24.
- Marcus, C. C. & Francis, C. (1998) Design Guidelines for Urban Open Space, New York: Van Nostrand Reinhold, 291.
- Moughtin, J. C. (1992). *Urbanism in Britain*. The Town Planning Review.
- Nasar, J.,L. (1989). *Perception, Cognition, and Evaluation of Urban Places*, in Public Places and Spaces, New York: Plenum Press.
- Newman, M. (1972). *Integral matrices*. Academic Press.
- Orhan, M. (2015). ‘Kentsel kalitenin geliştirilmesi bağlamında stratejik bir yaklaşım; kentsel tasarım rehberi kavramsal model önerisi’, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztan, Y. (1998). Kentler ve meydanlar. *Maison Française Dergisi*, 33, 154-157.
- Schulz, C. N. (1971). *Existence, space & architecture*. Studio Vista.
- Şahinler, O. (1964). Merkezi İtalya’da Ortaçağ şehirlerinin ve çevre mahallerine ait etüd. *İstanbul*, 176.

- Türkyılmaz, Ç. C.& Çelik, E. (2020). Kent Meydanı Ergonomisinin İncelenmesi: Siirt 15 Temmuz Demokrasi Meydanı Örneği. *Modular Journal*, 3(1), 1-19.
- Uçak, İ. (2000). 'Meydan mekanlarını oluşturan peyzaj öğeleri: Ortaköy Meydanı ve Bakırköy Özgürlük Meydanı üzerine bir inceleme', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uzun, C. N. (2006). Yeni yasal düzenlemeler ve kentsel dönüşüme etkileri. *Planlama Dergisi, TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını*, 2, 49-52.
- Van der Voordt, H.B.R. Van Wegen. (2005). *Architecture in Use: An Introduction to The Programming Design and Evaluation of Buildings*. London: Elsevier.
- Whyte, W., H. (1980). Küçük kentsel mekanların sosyal yaşamı.
- Zucker, P. (1960). Town and square: From the agora to the village green, *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 19(19), 103-104.

Mermer ve Taş İşçiliğiyle Uygulanmış Mimari Motiflerin Ahşapta Uygulanabilirliği

Applicability of Architectural Motifs Applied with Marble and Stone Work on Wood

 Evren Osman ÇAKIROĞLU¹,  Ümit BÜYÜKSARI²

Özet

Artvin ilinde bulunan modern mimaride yapılan Şehitlik Köyü Camisine, tamamı mermer olan Amasya Mehmet Paşa minberi ve Trabzon Ortahisar Fatih Cami mihrabının mimari motifleri örnek alınarak ahşap işlemlerin uygulanması amaçlanmıştır. Ahşap süsleme tekniklerinin detaylı bir şekilde uygulandığı bu eserdeki işlemlerin çoğu bilgisayar destekli üretim ile yapılarak yapıdaki tüm ahşap işlemlerde masif paneller ve kereste kullanılmıştır. Kabartmalar, grift hatlar ve bitkisel motiflerin yoğun kullanıldığı bu yapıda, tarihi ve kültürel mimari motifler, analizler ve çizimler ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Genel olarak Türk-islam kültüründen etkilenen cami anlayışı dönem dönem farklılıklar göstermiştir. Anadolu Selçuklu, erken-klasik-geç Osmanlı dönemi ve çağdaş dönem ile farklı çizgiler bulunmaktadır. O dönemdeki motifleri yaşatmak adına bilgisayar destekli üretimin önemli parçası olan CNC makinası ile çalışmalar yapılmıştır. Modern mimaride yapılan bu esere, tarihi kültürel değere sahip erken dönem Osmanlı motiflerini barındıran işlemler uygulanmıştır. Ağaç türü olarak sapelli (masif odun ve masif panel) ve dişbudak ağacı kullanılarak taş ve mermerde uygulanan süsleme tekniklerine uygun işlemler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap süsleme teknikleri, CNC, Minber, Mihrap, Dişbudak, Sapelli

Abstract

It was aimed to apply woodworking to the Şehitlik Village Mosque, which was built in modern architecture in Artvin province, by taking the architectural motifs of the Amasya Mehmet Pasha pulpit, which is entirely marble, and the altar of Ortahisar Fatih Mosque as an example. Most of the processes in this work, where wood decoration techniques are applied in detail, were done with computer-aided production and solid panels and timber were used in all wood works in the building. In this structure, where reliefs, intricate lines and floral motifs were used extensively, historical and cultural architectural motifs, analyzes and drawings were examined in detail. The understanding of mosques, generally influenced by Turkish-Islamic culture, has varied from time to time. There are different lines with the Anatolian Seljuk, early-classical-late Ottoman period and the contemporary period. In order to keep the motifs of that period alive, works were carried out with the CNC machine, which is an important part of computer-aided production. Embroidery containing early Ottoman motifs of historical and cultural value was applied to this work, made in modern architecture. Sapele (solid wood and solid panel) and ash trees were used as wood types, and engravings were made in accordance with the decoration techniques applied to stone and marble.

Keywords: Wood decoration techniques, CNC, pulpit, alta, Ash, Sap

1. Giriş

Cami mimarisi bölgeden bölgeye değişkenlik göstermektedir. Son Osmanlı döneminden sonra yenilikçi bir anlayışla birlikte bazı geleneksel donatılar da kullanılarak ayrı çalışmalar yapılmıştır. Cami elemanlarından minber, mihrap, mahfil, son cemaat yeri, minare gibi kısımlar kullanılan malzeme çeşitliliğine göre yenilikçi anlayışta oluşturulabilmektedir. Geleneksellikten çıkıp daha keskin geometri ve kalıplar kullanılarak tasarımlar elde edilmiştir. Bununla birlikte iç koşullarda malzeme seçimine önem verilerek akustik ve ısı düzenlemesi ayarlanmıştır. Ayrıca tasarım, aydınlatma, malzeme, akustik, iç mekandaki yapılar gibi modern işlemlere; süsleme programı açısından geleneksel çizgiler uygulanıldığı bilinmektedir. (Taşdemir ve Erarslan, 2018). Ülkemizde, Mimar Sinan ile birlikte cami mimarisi en başarılı duruma gelmiştir. Kare şeklinde planlama ile uygulanan cami yapıları örnek cami anlayışı haline gelmiştir. Bu anlayıştan esinlenerek çok fazla eserler oluşturulmuştur (Aydın ve Büyüksahin Sıramkaya, 2017).

Taş, Osmanlı döneminde mimaride en fazla kullanılan malzeme olarak bilinir. Doğal haliyle kullanılmakla birlikte rölyef şeklinde işlemler yapılmaktadır. Farklı renklerde taşlar, fildişi, sedef gibi malzemelerle gömme, kakma teknikleri uygulanarak mimariye süsleme açısından zenginlik getirmiştir. Bu işlemler kapılarda, mahfillerde, mukarnaslarda, sütunlarda, kemerli kısımlar gibi birçok yerde görülmektedir. Taş süslemelerde tezniyat uygulamasında belirli bir düzen bulunmakla birlikte kağıt üzerindeki motifler nakkaş ile belirginleştirilir. Daha sonra haccar denilen kişiler tarafından oyulurdu (Cıda, 2005).

Mimar Sinan dönemi camilerinde mermer sıklıkla görülmektedir. Marmara Adası'ndan çıkarıldığından "Marmara mermeri" diye adlandırılan rengi beyaz malzemedir. Bu beyaz mermerlerin kısa tabakalar halinde kesilerek mimarideki yapılara süslemeli siyah dalgalı renklenmeler kattığı bilinmektedir. Ayrıca Mimar Sinan dönemindeki camilerin en önemli malzemesinin küfek taşı olduğu bilinmektedir. Mihrap, minare, kemer kısımlar gibi yerlerde yaygın şekilde uygulanmıştır (Vardar, 2017). Kolay şekil verilmesi, dayanıklı olması ve sertliğinin uygun olması önemli özelliklerindedir (Angı, 2010).

Taş süslemeler, Anadolu Selçuklularda, Erken-Klasik-Son Dönem Osmanlı eserlerinde yoğun olarak kullanılmıştır. İç ve dış mekanda kullanılan süsleme ve motifler; bitkisel motifler, geometrik motifler, yazı-kufi-sulüs ve mukarnas olarak ayrılabilir. Bitkisel motifler, geometrik motifler, yazı-kufi-sulüs ve mukarnas olarak ayrılabilir.

Selçuklu devri bitkisel motiflerin neredeyse tamamı rumi, palmet ve kıvrımlı dallardan oluşmaktadır. Rumi motifinin Anadolu Selçuklu mimarisinde tamamen bitkisel kökenli motif olduğu bilinmektedir. Rumi motifi tek başına değil genellikle palmet motifiyle birlikte

görülür. Bazen palmet ve kıvrık dallarla birlikte bazen de tek başına yer aldığı süslemelerde de mevcuttur (Arslan, 2017). Kıvrımlı hatlarıyla düzenli ve uyumlu olan Rûmi, Türk motiflerinin uygulanması güç olan bezeme motiflerindedir. Kelime anlamı “Anadolu” olup eski dönemde Roma devri hükmünde olan Anadolu topraklarında bulunan Selçuklulara özgü tezniyattır (Arseven, 1983).

Çeşitli yıldız motiflerinin etrafında sonsuzluk olgusu vurgulanarak tekrarlanan geometrik çizgiler kompozisyon oluşturur. Birçok teknik uygulayarak geometrik motifler; taş, ahşap, mermer gibi malzemelere uygulanmaktadır. Kitabelerde kullanılan yazı haricinde dekoratif amaçlı kullanım söz konusudur.

Kitabelerde yaygın olan sülüs ile bezeme olarak uygulanan kufi adıyla iki çeşit yazı türü kullanılmıştır. Bezemelerde uygulanan kufinin, köşeli biçimde geometrik şekillerde rahatlıkla kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca İslam mimarisinde sıklıkla kullanılmakta harflerin köşeli olmasıyla da el işlemeciliğinde görülmektedir. Yuvarlak biçimde uygulanan Sülüs ise harf kısımlarındaki keskinliği azaltmaktadır (Tunç, 2013).

İslami figürlerde ve bezemelerde muazzam bir etkiye sahip bezeme türü olan mukarnas mihraplarda, minberlerde, taş kapılarda ön plandadır. Mukarnas, geometrik olarak motiflendirilen en önemli üç boyutlu işlemlerden bir tanesidir (Hamekasi ve ark., 2011). Düzenli ve ard arda gelen şekiller dizini oluşturarak içe doğru derinlik kazandıran ve ana başlangıç noktası belirli olmayan yapıdır (Tuncer, 2001). Bununla birlikte bu üç boyut görünümüne sahip mimari ve dekoratif şekilli katman katman nişlerden meydana gelmektedir. Ahşap, taş, alçı, mermer gibi malzemelerden oluşturulan Osmanlı mukarnası bu kademeli mukarnasların en güzelidir. Döneminin özelliklerini ve sanat anlayışını yansıtan mukarnas cami, türbe, han, hamam, medrese gibi yerlerde yaygın şekilde uygulanmıştır (Dallal ve Yaman, 2019).

Anadolu Selçuklu Dönemi, Erken- Klasik- Son Osmanlı Dönemini de kapsayan uygulama açısından birbiriyle farklılık gösteren teknikler taş süslemede kullanılmıştır. Kabartma Teknikleri olarak bilinen süslemeler, oyma, alçak ve yüksek kabartma, kakma, oluklu ve kafes oyma, kazıma tekniğidir.

Selçuklu ve Osmanlı camilerinde ve diğer mekanlarda yoğun bir şekilde kullanılan ahşap, ibadet alanlarında en çok minber, mihrap ve kapılarda kullanılmaktadır. Bitkisel ve geometrik motifleri ahşaba belirli yöntemlerle işleyerek gözalıcı yapılar oluşturulmuştur. Ağaç malzemelerin doğru seçimi ve bunlara uygulanan ahşap işleme tekniklerinin kusursuz yapılması ahşabın uzun dönemler özelliklerini korumasına neden olmaktadır.

Genelde taş süslemelerde kullanılan bitkisel motifler de ahşapta uygulanabilmektedir. Bitkisel motiflerde çiçek, kıvrımlı ağaç dalları, palmet, rumi gibi süslemelerle birlikte geometrik motifler aynı anda görülebilmektedir. Bununla birlikte bitkisel motifler mihrap ve minberlerin bordür kısımlarında yaygın şekilde kullanılır. Minberlerin yan dik üçgen içlerinde kıvrımlı bitkisel motiflere ve kompozisyon oluşturacak şekilde geometrik motifler ile birlikte kullanıldığı bilinmektedir.

Osmanlı ve Anadolu Selçuklu zamanında ahşap kullanılarak birçok eser verilmiştir. Ahşabında kullanılmasında bazı tekniklerden yararlanılmıştır. Çoğunlukla kabartma, oyma, künde kari, kakma ve oyma teknikleri uygulanmıştır. Cami mimarisinde, süslemelerde, iç ve dış mekanda kullanılan ahşap malzemelerin seçimi önemlidir. Bununla birlikte Anadolu Selçuklu ve Osmanlılardan şimdiye kadar birçok eser ulaşmıştır. Bu eserler halen eski görünümlerini ve dayanıklılıklarını sürdürmektedirler. Bu dönemlerde kapı kanatlarında ve kasalarında, mihrap, minber, pencere ve kürsülerde kullanılan ağaç malzeme hassas bir biçimde seçilir ve uygulanması için çeşitli aşamalardan geçirilir. Öncelikle bu eserleri ortaya çıkarmak için ağaç türünün iyi analiz edilmesi gerekmektedir. İç mekanda bazı ağaç türleri bulunmaktadır. Armut, kiraz, ceviz, şimşir ve ceviz malzemeler iç koşullarda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Çelik, 2013). Ayrıca, dekoratif görünümü, işlenebilme kabiliyeti, yüksek yoğunlukta, orta sertlikte, üst yüzey işlemleri iyi, rengi kahverengi olan ceviz, oyma tekniğinde çok iyi sonuçlar vermektedir. Ağaç türüne kolaylıkla ulaşılması sonucu fazla eserlerde karşımıza çıkmaktadır. Bu tür ağaç malzemelerde daralma ve genişleme fazla görülür, bu yüzden iç mekan için daha uygundur. Armut ağacından elde edilen ahşap malzeme de kullanılan diğer malzemedir. Rengi açık kırmızı ve kahverengidir. Orta sertlikte olmakla birlikte rutubetli ortamlar için dayanıklı değildir. Bir diğer ağaç türü olan kiraz, öz kısmı kırmızımsı kahverengi ve diri kısmı açık pembe renklidir. Sert bir yapısı vardır. Öz ve diri odun kısmında rengi aynı olan şimşir ağacı ise dayanıklılık gerektiren kısımlarda kullanılmaktadır. Meşe, dişbudak, maun, gül ve abanoz dış mekanda kullanıldığı gibi iç mekanda da minberlerde çok rastlanmaktadır. Dekoratif özelliği ve görünümü üst seviyede olan abanoz ağacı ise minberlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Sert, uzun yıllar dayanımını koruyan, dirençli oduna sahip abanoz ağacında oyma teknikleri istenilen biçimde uygulanmaktadır. Ağaç türünün seçiminin çok önemli olduğu künde kari tekniği, Türk- İslam sanatlarında zirvedir (URL-1). Çok gösterişli ve işçiliği zor olan bu teknikte ceviz, sedir, armut, elma, gül ve abanoz ağaçlarından yararlanılmıştır (Söğütlü, 2004).

Eski ahşap uygulama sanatlarını ve tekniklerinin görünümüne uygun işlemler yapabilmek için günümüz makinalarından yararlanılmaktadır. Ahşap ürünlerde sıklıkla

kullanılan CNC makinaları, orman ürünleri endüstrisinin kullanılan önemli bir parçasıdır. Freze işlemleri, kanalların istenilen ölçüde açılması, malzemenin derinlik verilerek boşaltılması, farklı motifler verilerek mobilya oluşturulabilmektedir. Verimlilik ve yüzeysel kalite, CNC makinalarıyla yapılan işlemler sonucu arttırılabilmektedir (Sütçü, 2013 ; Ohuchı ve Murase, 2005). Sürekli artan teknolojiyle birlikte CNC makinaları, üç boyutlu işlemler, endüstriyel ürünler, prototipler gibi birçok kullanım alanlarına sahiptirler. Üretime büyük bir katkısı bulunan CNC' ler bilgisayarlı destekli imalatta kullanılabilir (Jayachandriah ve ark., 2014). Modelleme, frezeleme, delme ve kanal açma gibi işlemlerde oldukça tercih edilen bu makineler, diğer otomasyon sistemleri ile entegrasyon edilebilmektedir. Verimliliği artıran ve zaman kaybını azaltan bu makineler, işlenen malzemelerin yüzey kalitesini de iyileştirmektedir (Sofuoglu, 2017; Koç ve ark., 2017).

Bu çalışmada modern ve geleneksel yaklaşımın birarada uygulandığı yapı olan Artvin Şehitlik Köyü Camisi'ne Erken Osmanlı Dönemi'ne ait olan Amasya Mehmet Paşa Cami motiflerini ve özellikle minberini bununla birlikte Ortahisar Fatih Cami taş mihrabını da örnek alarak ahşaba işlenmiş özgün bir eser yapılması amaçlanmıştır. Tamamıyla mermerden ve taştan yapılmış bu eserlerin motifleri ve süsleme tekniklerine uygun, CNC makinası olanaklarından da yararlanılarak ahşapta uygulanabilirliği incelenmiştir. Günümüzde bu işlemlerde genellikle sapelli ağacının kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle genel hatlarıyla sapelli ağacının kullanıldığı ve renk-dekoratiflik katmak maksatıyla yerli dişbudak ağacını da ekleyerek farklı bir eser ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Ahşap konstrüksiyonları ve süsleme sanatlarıyla ön plana çıkan yapıda birçok teknikten ve birleştirmelerden yararlanılmıştır. Üretimde kullanılan malzemeler masif ağırlıklıdır. Masif paneller, keresteler, masif parçalar, masif kaplamalar kullanılmıştır. Mihrabın dayanıklılığını artırmak ve daha düzgün konstrüksiyon oluşturmak amacıyla rutubete karşı dayanıklı fenol formaldehit içerikli kontrplak, mihrabın görünmeyen iskelet kısmında kullanılmıştır. Üretim için Şekil 1'de görülen sapelli masif panel, sapelli kereste ve dişbudak keresteleri kullanılmıştır. Kerestelerden uygun boyutlarda kesilen parçalar yanyana, zıvanalı, kendinden çıtalı birleştirme, yabancı çıtalı birleştirme teknikleriyle eklenerek uygun tutkalla daha geniş levhalar elde edilmiştir. Tutkal olarak Würth markalı poliüretan express montaj yapıştırıcı kullanılmıştır.



Şekil 1. Sapelli masif panel, sapelli kereste ve dişbudak kereste.

2.1. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türlerinin Özellikleri

Çalışmada Sapelli (*Entandrophragma cylindricum Sprague*) ve Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ağaçları kullanılmıştır. Ticari olarak çok önemli yeri olan sapelli ağacı endüstride dekoratif işlerde aranılan bir türdür. Odunun rengi kırmızımsı kahverengidir. Kurutma koşulları orta düzeydedir. Deformasyon riski yüksek ve ayrılma riski minimumdur. Bükülme özellikleri zor seviyede bir oduna sahiptir. Çivi tutma özellikleri çok iyidir. Yapışma özellikleri son derece iyidir. Orta seviyede dayanıklılığı vardır. Emprenye edilme özellikleri zayıftır. Mantarların etkisi altında kalabilir. Sediri anımsatan doğal bir kokusu vardır. Kontrplak, kaplama, iç ve dış mekan dekorasyonda, gemi yapımı ve teknelerde, parke döşemelerinde kullanılmaktadır. (Lemaigen, 1986 ; Bozkurt ve Erdin, 1989).

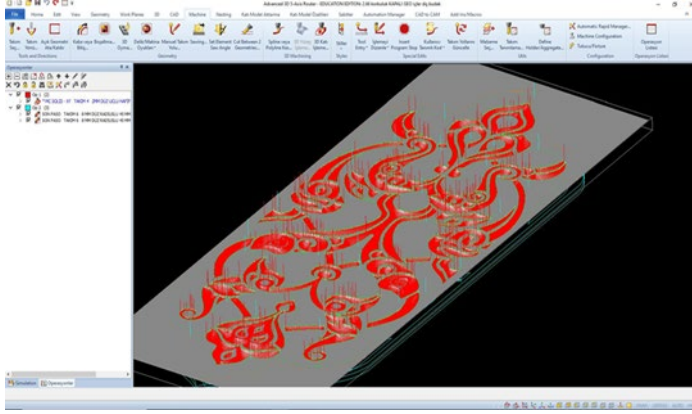
Dişbudak odununun çok değerli ve teknolojik özelliklerinin yüksek olmasından dolayı kullanımı geniş bir yer tutar. Elastikiyet özelliklerinin iyi olmasından ötürü spor aletlerinin tasarımında ve üretiminde, bükme ve ahşap mobilyada, kaplama levha, gemi, yat ve uçak masif malzemelerinde önemli bir malzemedir. Rengi sarımsı beyazdır. Özgül ağırlığı ve yüksek direnç özelliklerinden dolayı ısı işleme ile dayanımı artırılır ve dış mekanda kullanılabilir (Şahin ve Güler, 2015). Dişbudak ağaç malzemesi vernik ile muamele edildiğinde beyazımsı rengi sarımsı bir renk almaktadır.

2.2. Kullanılan Ahşap CNC Makinası ve Özellikleri

Şekil 2’de CNC makinesinde standart 8 adet kesici değiştirme yuvası vardır. LNC ünitesi kontrol kısmında kullanılmıştır. CNC 4 eksenli olup üniteye bağlı manuel kontrol edilebilen el çarkı bulunmaktadır. 2100 X 2800 X 250 mm iş alanına sahiptir. Yaklaşık olarak 5000 kg ağırlığa sahip CNC hızlı bir biçimde koordinatlama sistemi ile işlemlerini gerçekleştirmektedir.

Şekil 2. Megatron CNC makinası.

Çalışmada çizim-modelleme-üretim programı olarak Şekil 3'te arayüzü görülen Autocad ve Alphacam kullanılmıştır. Ayrıca modelleme 3D işlemler için Alphacam entegreli Aspire programından yararlanılmıştır. Çizimler boyutlandırılarak katı cisim haline getirilmiştir.



Şekil 3. Alphacam programı.

2.3. Amasya Mehmet Paşa Cami ve Mermer Minberi

Caminin bütünü kesme taştan yapılmıştır. Eskiden külliye olan ve şimdilerde bazı kısımları bugüne ulaşan eserdeki caminin harim kısmı kare planlıdır. Bu kısma batı ve doğu kısımlarında bulunan kapılar ile girilmektedir. Son cemaat yeri, harim ve diğer odaların tamamını gören bir düzende yapılmıştır. Buradaki yedi adet mermer sütunlar sekizgen kesitlidir. Minare; sağ tarafa doğru son cemaat yeri ile tabhane yeri diye tanımlanan kısım arasındadır. Minare kesme taştan olup onaltıgen gövdeli ve şerefesi tektir. Sütun başlıklarında kabralara ve rozetlere rastlanmaktadır. Türbesi yapıya bitişiktir (Karakaya, 2021).

Erken Osmanlı döneminde yapılan ve Selçuklu izleri taşıyan en yoğun bezemeler uygulanmış Şekil 4'te görülen minberde beyaz mermer kullanılmıştır. Minber köşk kısmının

direklerinde koyu renkli mermer taş kullanılmış olup minberin korkuluk içlerindeki çökertmeli kartuşlarda yeşilimsi yaldızlı renklendirme görülmektedir. Bu duruma minberin birçok yerinde rastlamaktayız. Bu kısımlar; minber kapısı üst kısmındaki mukarnas içlerinde, korkuluklardaki süslemelerde, korkuluğun ortasındaki kabarda, minber aynası orta göbekte, kubbeye ve minber kapısı taş kısmındaki ayette görülmektedir.



Şekil 4. Amasya Mehmet Paşa mermer minberi.

2.4. Trabzon Ortahisar Cami ve Taş Mihrabı

Fatih Sultan Mehmed 1461’de Trabzon’u fethederek eski bir kilise olan yapıyı camiye dönüştürmüştür. Sur içinde bulunan tarihi öneme sahip Ortahisar Camii, mimari yapısını ve bazı süslemelerini de koruyarak günümüze kadar ulaşmıştır. Süsleme açısından zengin olan mihrabı taş malzemedен yapılmış olup geometrik bezemelerle çevrilidir. Mukarnaslı kavsaraya sahip mihrap nişleri bulunmaktadır. Bu nişi kavrayan geniş bordürlerden en dışarıdaki, mihrabın yarısına kadar gelen kare kesitli ayaklardan başlayan birbirine geçmeli geometrik süslemelidir. İçte ise mukarnaslı geniş bordür ve aralarında zencerekli silme bulunan iki kapalı sekizgenler geçmesinden meydana gelmektedir. Geometrik rozetler nişin hemen üstündedir. 1800 yılında mihrabın doğu yanında onarım yapıldığını gösteren bir kitabe bulunmaktadır ve Ömer ismi ve tarih görülmektedir (Öngör, 2007). Mihrap dikdörtgen formda olup, farklı renlerde taş süslemeleri yapılmıştır. Alçak oyma tekniği kullanılarak, inişli çıkışlı işlemler Şekil 5’te görülmektedir.

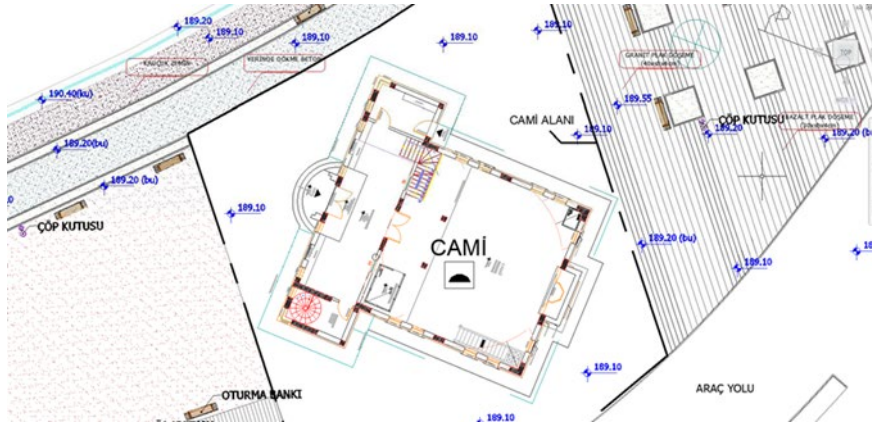


Şekil 5. Trabzon Ortahisar Cami ve taş mihrabı.

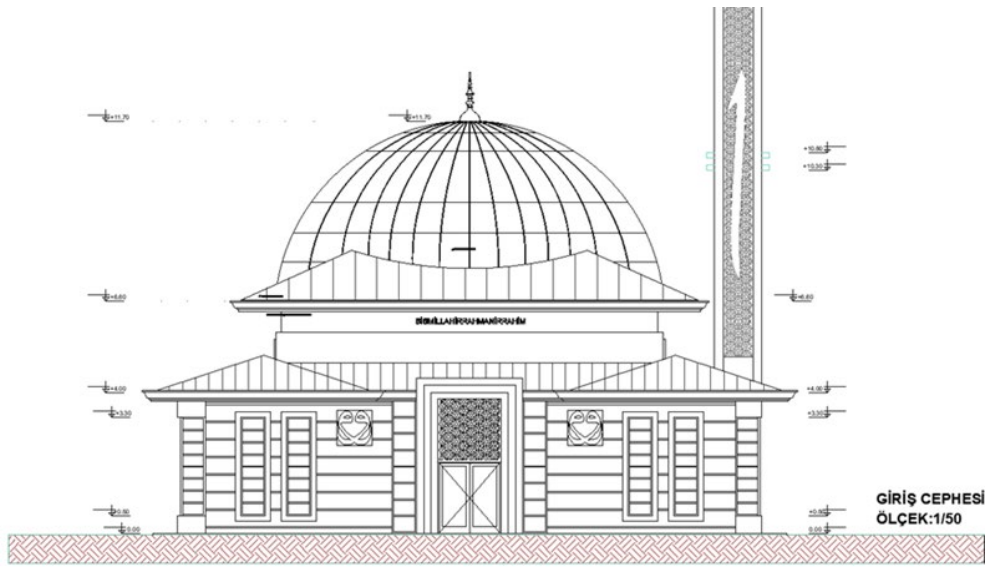
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Artvin Şehitlik Köyü Cami

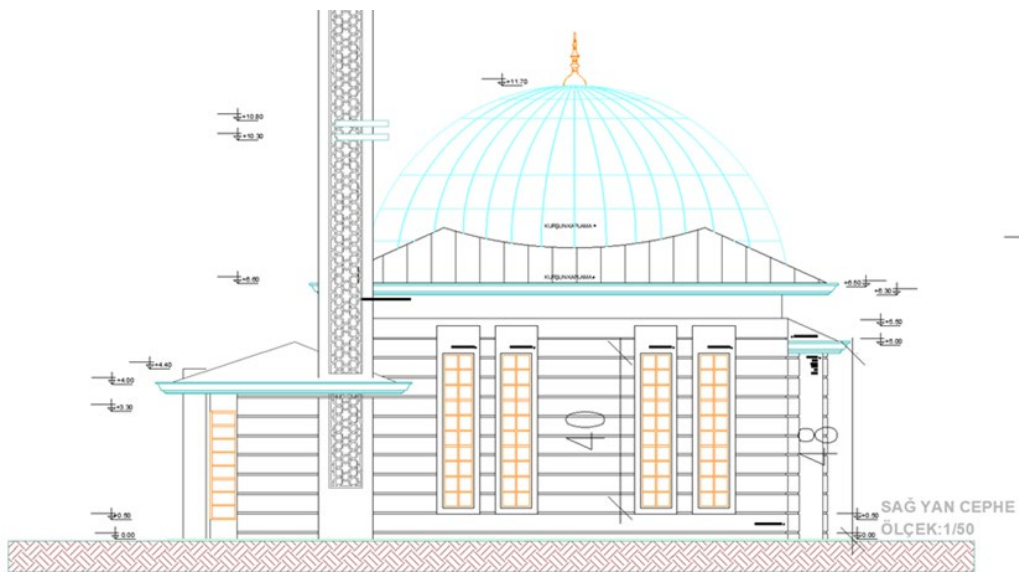
Artvin Şehitlik Köyü Cami, çağdaş cami anlayışı ile tasarlanmış olup bakıldığında geleneksel çizgilerde yansıtmaktadır. Şekil 6’da görüldüğü gibi kare planlı olup zemin kat 192.80 m², mahfil kat 32.24 m² ve toplam kapalı alan 225.04 m² dir. Ana kütle 11x11 m, kubbe çapı 11 m, iç yükseklik h=11.5 m, minare yüksekliği 20 m, yerden kubbe altına kadar mesafe 11.5 m’dir. Camide 1 metre kareye 2 kişi gelecek şekilde düzenlenmiştir. Caminin dış cephesi mekanik sistem traverten kaplamadır. Minaresi ile ilgi odağı olan caminin Çoruh nehrinin kenarına konumlandırılmıştır. Cami-mekan ilişkisine uyumlu ve boyutları çevre ile ahenklidir. Minaresi “Elif harfi” şeklindedir. Şekil 7 ve 8’de Artvin Şehitlik Köyü Cami ön ve yan cephe görünümleri verilmiştir.



Şekil 6. Artvin Şehitlik Köyü Cami plan detayı.



Şekil 7. Artvin Şehitlik Köyü Cami ön cephe (kuzey).



Şekil 8. Artvin Şehitlik Köyü Cami sağ yan cephe (batı).

3.2. Ahşap Minber ve Konstrüksiyonu

Şehitlik Köyü Camii minberinde ahşap işçiliğinin en nadide örneklerinden biri ortaya çıkarılmıştır. Sadece iki tür ağaç kullanmıştır. Bunlar tropik kökenli sapelli ve ülkemizde bulunan dişbudaktır. Hemen hemen tüm yüzeyi kıvrımlı rûmîler ve arabesklerle çevrilmiş alçak kabartma tekniği uygulanmıştır. Arap tarzlı sivri kemerleri bulunan köşk kısmı üstünde soğan boğumlu kademelerden oluşan kubbeciklerden oluşmaktadır. Yan hoca girişi bulunan minberde, giriş kısmının üstündeki rumili desenler bulunmaktadır. Tüm minberi çevreleyen bordürler bitkisel motifli yaprak ve gonca desenlerinin inişli çıkışlı süslemeleriyle oluşturulmuştur. Minber yan altlık kısmında üç adet pano bulunur. Süpürgeliğin üst panolarında 1. ve 3. pano aynı olup rûmîler ve düğümlü geçme motifleri var, orta panoda ise birbirine dallarla bağlanmış yapraklı çiçekler (şakayık) görülür. Minber merdiveni korkulukların içleri kıvrımlarıyla dikkat çeker. Zafer alameti olarak bilinen palmet ve kanatlı Rumiler (Anadolu ve Selçuklulara ait süslemeler) sıkça kullanılmıştır. Korkulukların üzerindeki kartuşlar içeri doğru oyma tekniği uygulanarak ve dış kenarları boşaltılarak yapılmış olup iki bölümün arasında bir kabara ve kabara etrafında dört adet rûmî bulunmaktadır. Korkuluğun kapıya yanaştığı yerde yarım palmet biçiminde dekoratif bir köşelik bulunur. Bu kısmın üstü de şakayık motiflerle bezenmiştir. Hurma ağaçlı cennet referanslarına uyarlanarak islami bir detay da oluşturulmak istenmiştir.

Doğu ve batı yöndeki yan aynalıkların tamamı da süslenmiş olup içerisindeki dik üçgen detayı insanı cezbedicidir. Birbirine bağlanan palmet ve girift rûmîlerle donatılmış bitkisel kompozisyonudur. Bitkilerin sapı oluklu oyma tekniği, yaprak kıvrımları ise eğri kesim tekniğine uygun işlenmiştir. Aynalığın üst kısmı düğüm motifleriyle son bulurken, alt köşede sade bir palmet ile tamamlanmış. Dik üçgen dış bordürlerinde yarım sekiz kollu yıldızlar, beş sivri kollu yıldızlar ve çeşitli çokgenlerden oluşan sonsuz halde devam eden bezemelerdir. Oluklu oyma tekniğine uygun şekildedir.

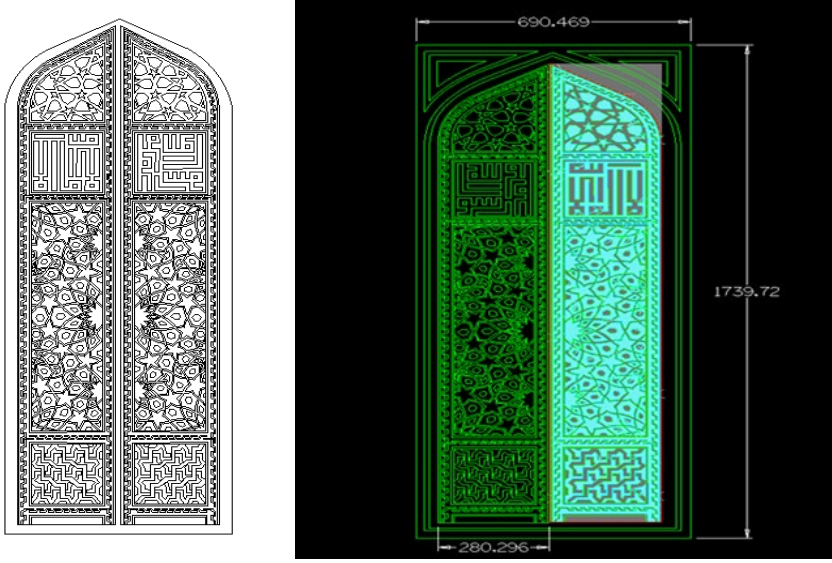
Minber yan hoca girişi üstte kufi hat ile 4 halifenin isimleri (Beyşehir Eşrefoğlu cami minber kapısı tacında bulunan) Allah, Muhammed ve 4 halifenin isimleri bulunmaktadır. Minberin genel hatları arabesk dediğimiz kıvrık dal ve yaprak motifleri ile süslenmiştir. Arap tarzı kemerlere sahip köşkünün yan bordürleri ve iç kısmı da motiflerle detaylandırılmıştır.

Minber kapısı aslı mermer ustalığının zirvesidir. Kapı kanatları paha biçilemez olduğundan zamanında İngiltere'ye kaçırılmıştır. Sonları ise devletimizin yoğun çabaları sonucu tekrar ülkemize getirilerek Ankara Vakıflar Genel Müdürlüğü'nde sergilenmektedir. Minber kapısının ahşaba uyarlanmış şekli de aslına uygun yapılmıştır. Kapı sivri kemerli

olup iki kanattan oluşmakta ve birbirini tamamlayan geometrik şekiller ve kufi hatla süslenmiştir. Minber kapısı kanatları kıvrık dallarla bezenmiş olup 5 sivri köşeli yıldız ve çokgenler ile çevrelenmiştir. Yine üst tarafında kufi hat ile Kelime-i Tevhid yazılmıştır. Minber kapısı üstü taç kısmı dikdörtgen şekil olup dışbudak ağacının tüm güzelliğiyle içerisi boşaltılıp hat ön planda tutulmuştur. Mümin süresi 16. Ayet sonu (Bugün hükümler kimindir? Elbette tek ve mutlak hükümler olan Allah'ındır!) yazılmıştır. Bu ayetin etrafı da zamana ve tasavvuftaki Yol'dan gelip Yol'a gideriz vurgusu yapılmış küçük zarif "kum saati" bordürleri ile dolaştırılmıştır. Yine ayetin alt kısmında ince mukarnaslarla çevrelenmiştir. Minber kubbesi ince parçaların yanyana ve üstüste yapıştirilerek şaşırtma tekniği uygulanmıştır. Minberin boyutları, yükseklik kubbeye birlikte 648 cm, 104 cm eninde ve 380 cm derinlikte olup aslından oransal olarak büyüktür.

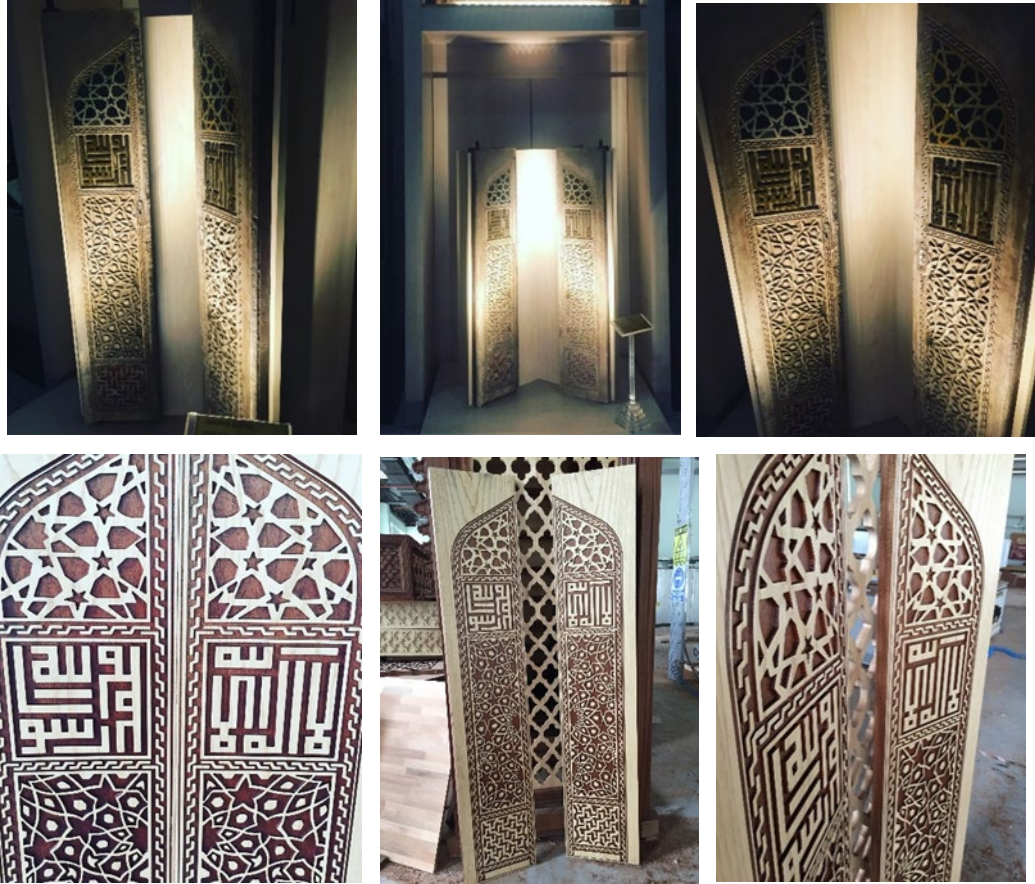
Ahşap minber genel hatlarıyla, mermer olan orjinaline göre yüzde on büyütülmüştür. Aslındaki çizgilere sadık kalarak birkaç değişiklik yapılmıştır. Ahşap minberin üzerinde birçok ahşap süsleme tekniği kullanılmıştır. Bunlar oyma, alçak kabartma tekniği, yüksek kabartma tekniği, CNC makinası işleme teknikleri, kafes oyma tekniği, çakma tekniği, oluklu oyma tekniği kullanılmıştır. CNC makinasının kullanımının yoğun olduğu bu yapıda aslına uygun griftler, kabartmalar, oymalar, boşaltmalar ustalıklı uygulanmış olup yapılan tüm işlemlerin öncelikle geometrik çizimi yapılmıştır. Bu çizimlerde Autocad ve Alphacam programları kullanılmıştır. Minberde bulunan motifler ve şekillerin detaylı çizimi yapılmıştır. Tüm kısımlar parça parça ele alınıp mimari çizimi uygulanmıştır. Daha sonra Alphacam programı kullanılarak ahşaba işleme olanakları incelenmiştir. Yoğun uğraş ve ince hesaplamalar ile ahşaptaki görünümleri elde edilmiştir. Bu kısımlar; ahşap minber kapısı, ahşap minber taç kısmı, ahşap minber yan aynalık, ahşap minber korkuluk, ahşap minber süpürgelikler, ahşap minber yan hoca girişi, ahşap minber bordürleri, ahşap minber köşk ve ahşap minber kubbedir.

Minber kapısı, çizimi yapılmış (Şekil 9) ve Alphacam programında kodlanarak CNC makinası düz tablada, düz uçlu kesici takımları ile birlikte oyularak uygun form oluşturulmuştur.



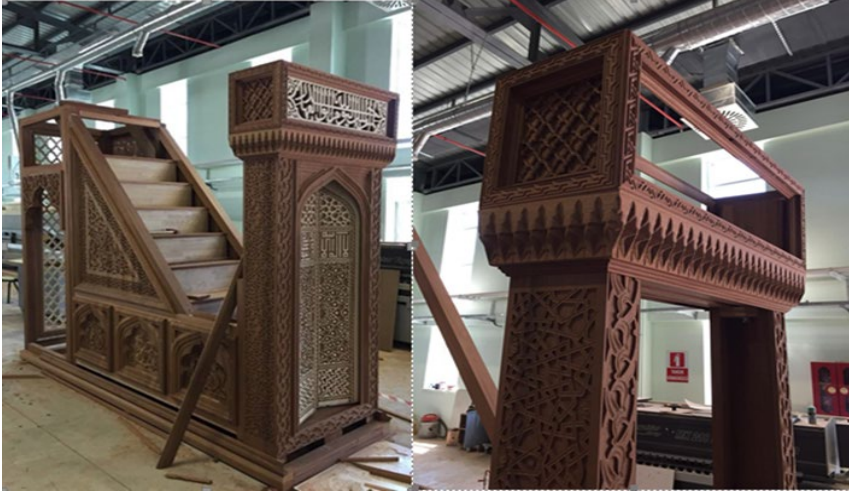
Şekil 9. Minber kapısı çizimi ve takım yolları.

Minber kapı kanatları dolgu verniği ve son kat vernik atılmış hali Şekil 10'da gösterildiği gibi daha belirgin hatlara sahip olmuştur. Sapelli ağırlıklı görünüm açık dışbudak doğal rengi ile taçlanmıştır.



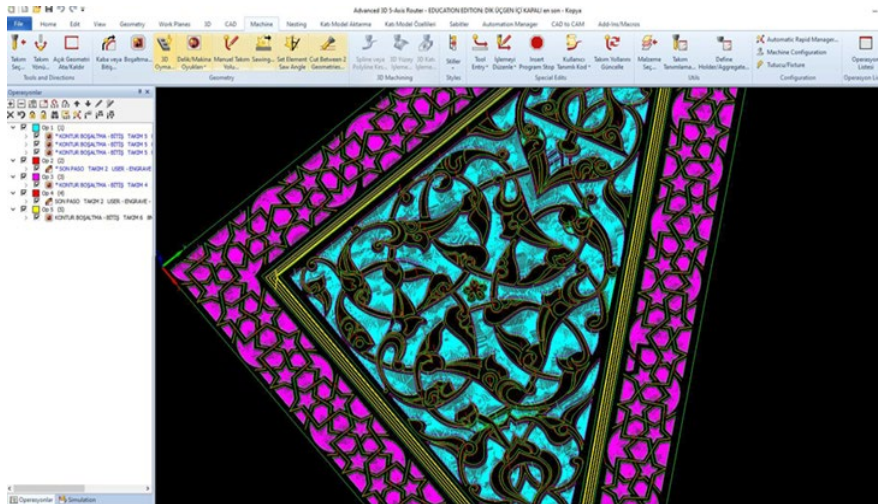
Şekil 10. Hakiki mermer ve ahşap minber kapısı kanatları.

Minber kapı kanatları kenarları da yine sapelli ağacından sınırları yuvarlatılarak çevrelenmiştir. Bu işlem Alphacam de Aspire eklentisiyle modellenerek elde edilmiştir. Belirli kalınlıkta 3D işlem görmüştür. Sivri kemer dönülerek minber kapı kanatları kaplanmıştır. Bu işlem yapılırken kademeli bir modellemeyle birlikte söz konusu minber kanatları bütünleştirilmiştir. Yine ön kesitten bakılınca Şekil 11'deki gibi kenarlar kıvrımlı rumiler ile modellenerek yapılmıştır.



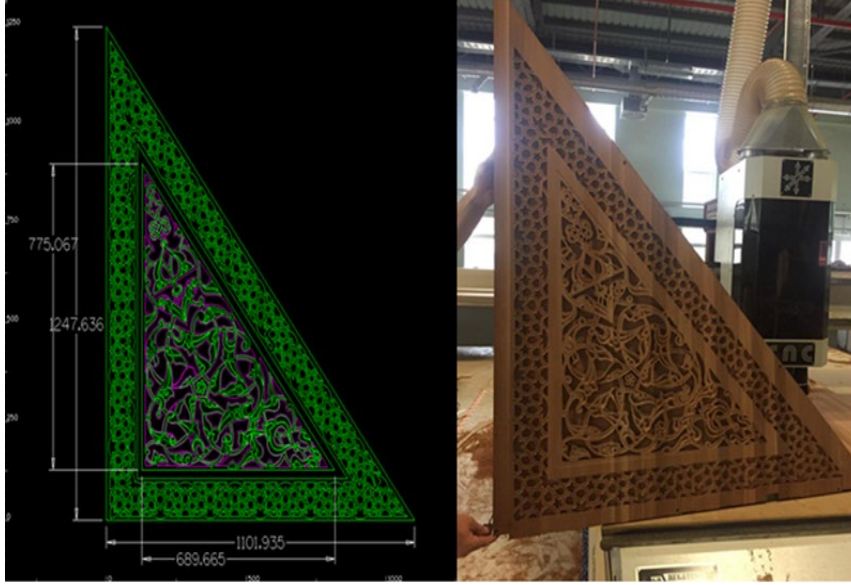
Şekil 11. Minber taç kısmı ve mukarnas.

Ahşap minberi yan aynalıkları her iki yönde de (doğu-batı) bulunmaktadır. Yan aynalık dik üçgen formunda olup iç kısımlarındaki ahşap süsleme sanatlarına uygun işleme ve modellemeler yapılmıştır. Oluklu oyma tekniği, alçak kabartma tekniği, eğri kesim tekniklerine uyulmuştur. Palmet ve grift rumiler en hassas biçimde işlenmiştir. Autocad tasarım programında çizilen, Alphacam tasarım-üretim programında modellenmiş (Şekil 12) ve kodlama dili oluşturulmuştur.



Şekil 12. Ahşap yan aynalık takım yolları.

Minberin dik üçgen yan motifleri sonsuz yıldız ve çokgen geniş bordürlerle çevrili olup bunu iç kısımda kıvrımlı hatlara sahip rumili kompozisyon tamamlamaktadır. Bu dik üçgen kısmının çizimi ve modellenmesi bununla birlikte CNC makinasında oluşturulması Şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 13. Ahşap yan aynalık çizimi ve uygulanması.

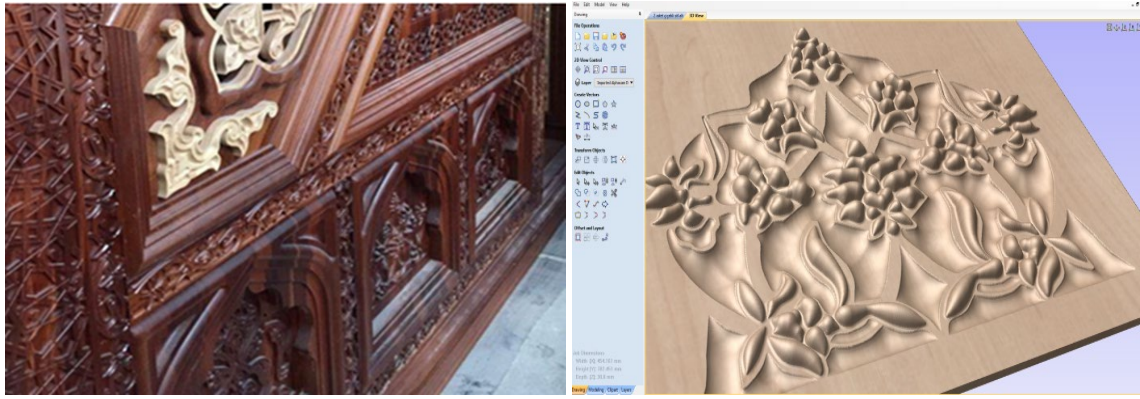


Şekil 14. Ahşap minber korkuluk dişbudak masif malzeme ve vernikli görünümü.

Korkuluklar minberin ana yapısına uygun ve dekoratifliğine göre her iki tarafta da bulunmaktadır. Korkuluk, içindeki kartujlarıyla dikkat çekmektedir. Bu kadar kıvrımlı desenlerle uygulanan teknik dönemin minberlerinden farklıdır. Eğri kesim tekniği ve kafes oyma tekniklerine göre CNC ile işlenmiştir. Şekil 14'te rumilerin ve palmetlerin farklı bir güzellik kattığı kartujlar görülmektedir. Alphacam programında çizimi yapılan ve CNC için bıçak yolları atanan bu kısımda; korkuluk içindeki dört adet kartuj ve ek kıvrımlı süslemeler

bulunmaktadır. Bunlar 18 mm kalınlığında dişbudak masif malzemeye işlenmiştir. Bununla birlikte bu kartujları kaplayan sapelli kabartmalı kıvrımlı çerçeveler dekoratif bir görünüm sağlamaktadır.

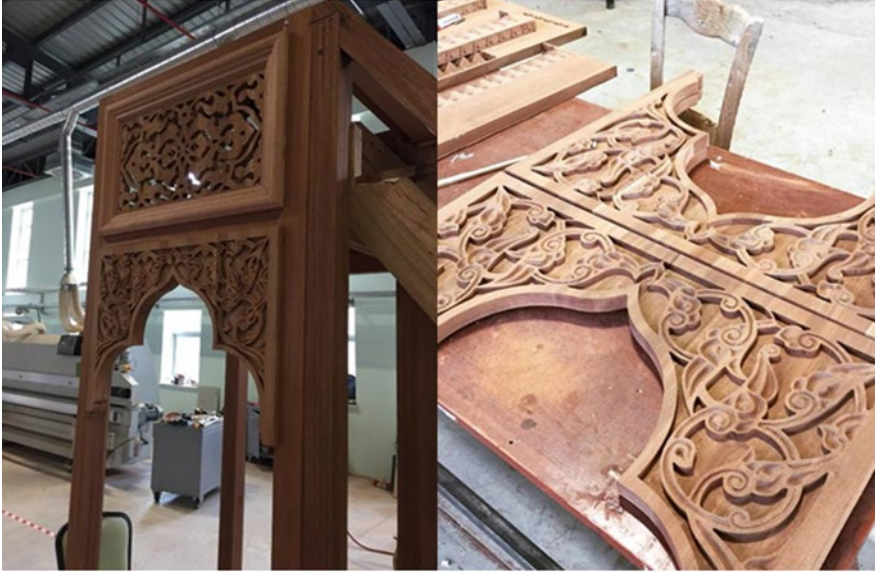
Ahşap minber süpürgelikler doğu ve batı cephede üçer adet olmak üzere toplamda altı kısımdan oluşmaktadır. Bunların hepsinin içleri oyularak asıl şekillerinde uygulanmıştır. Oluklu oyma, eğri kesim ve alçak kabartma teknikleriyle uyumlu tasarlanarak CNC ile işleme alınmıştır. Her bir bölmenin çevresi 3D modellenerek kademeli yuvarlatılmıştır. Bakıldığında derinlik kazandırılarak yapılan bu modellemede 30 mm kalınlığında sapelli masif panel malzemesi kullanılmıştır. Şekil 15'te bu modellemenin masif malzemeye uygulanması ile oluşan süpürgelikler görülmektedir.



Şekil 15. Ahşap minber süpürgelik ve panoların modellenmesi.

Minber yan hoca girişleri iki kademeli sivri kaş kemerlidir. Kıvrımlı rumiler, kıvrımlı dallar ve sapsar ile rumiler bu kısımda belirgindir. Alçak kabartma tekniği, eğri kesim ve oluklu oyma tekniklerine uyularak CNC ile işlenmiştir. Kaş kemerin altında içleri rumiler ile süslenmiş kıvrımlı ve salyangoz formlu parçalar eklenmiştir. Sapelli malzeme kullanılmıştır. Kemerin köşelikleri 3D modellenerek kıvrımları belirginleştirilmiştir. Minberin her iki tarafında da yan hoca girişi açıktır. Aynı malzemeden ve teknikle uygulanmıştır. 60 mm kalınlık verilerek sağlam ve bütünleşik duran bir giriş oluşturulmuştur. Şekil 16' da yan hoca ve kaş kemerli giriş gösterilmektedir.

Minber bordürlerinde rumi parçalar kıvrımlı şekilde sapsar ve şakayıklar ile çevrelenmiştir. Alçak kabartma tekniği, oluklu oyma tekniği, eğri kesim tekniğine uygun olarak çizilmiştir. Bitkisel ve geometrik motiflerin uygulandığı bordürlerin tamamında kullanılan ağaç türü sapellidir. Minber bordürlerinin çizimi, modellenmesi ve masife uygulanması Şekil 17'de gösterilmiştir.

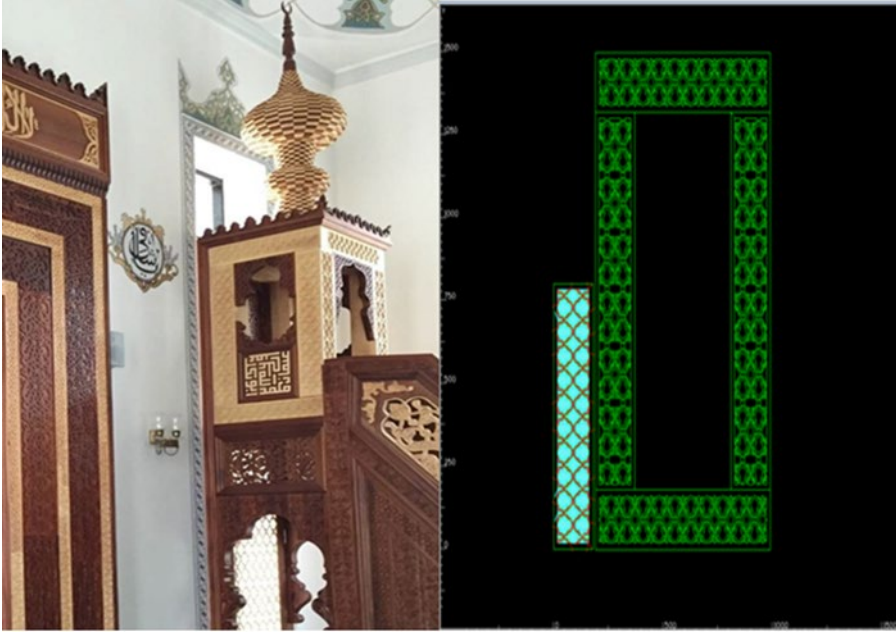


Şekil 16. Ahşap minber yan hoca girişi ve kaş kemerli köşelikler.

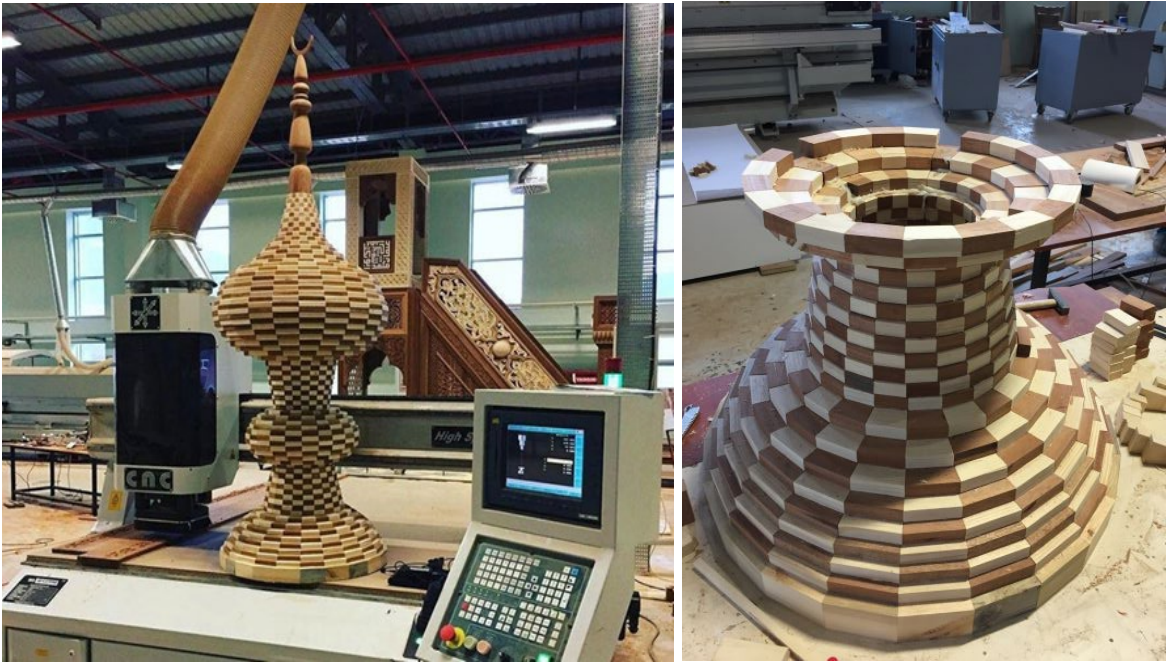


Şekil 17. Ahşap minber bordürleri.

Minberin köşk kısmında uzun direkler kullanılmış ve birleşme yerleri düz geçilmiştir. Dişbudak malzemenin ağırlıklı kullanıldığı bu bölümde direk aralarında yine minberle uyumlu sivri kaş kemerler kullanılmıştır. Bu kaş kemerler sapelli masif malzemedan yapılmış olup kenarları yıldız motifleri ile süslenmiştir. Köşeliklerde yine eğri kesim tekniğine ve alçak kabartmaya uygun şekilde CNC de işleme yapıldığı görülmektedir. Şekil 18’de ahşap minber köşk kısmı ve direklerin Alphacam programı ile çizim kodlaması gösterilmiştir.



Şekil 18. Ahşap minber köşk kısmı ve direklerin desen çizimi.

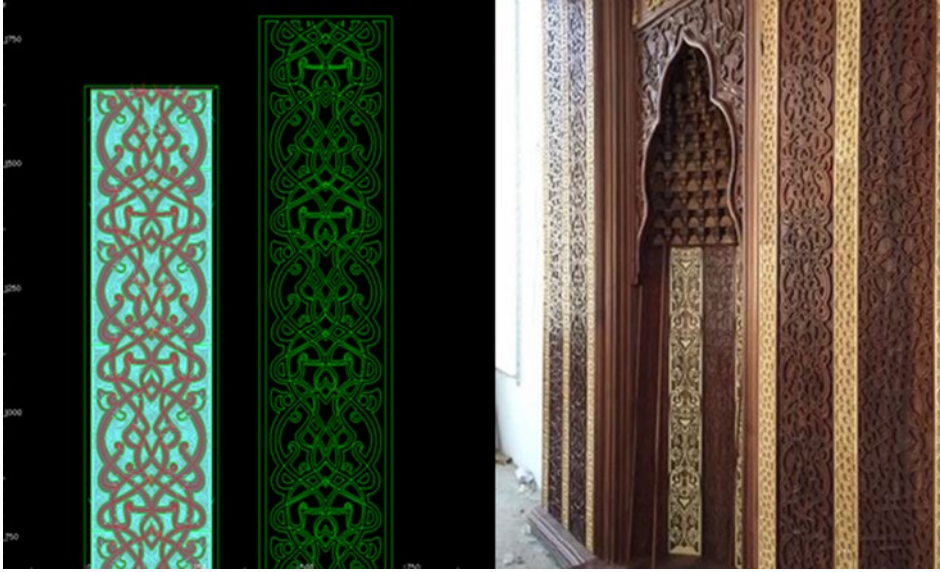


Şekil 19. Ahşap minber kubbe ve birleştirme tekniği.

Ahşap minber kubbe aslına uygun formda ve soğancık halkalarıyla birlikte tasarlanıp üretime alınmıştır. Şekil 19’da gösterilen minber kubbesinde soğancık halkalarının üzerinde bulunan palmelerin yerine farklı bir teknik kullanılmıştır. Tamamen elde teker teker birleştirilerek eşine az rastlanır bir örnek ortaya koyulmuştur. Boyutları belirlenen kubbenin formu çizilerek kademeli şekilde bir sapelli bir dişbudak malzeme olacak şekilde yan yana ve üst üste yapıştırılmıştır.

3.3. Ahşap Mihrap ve Konstrüksiyonu

Ahşap mihrap genel hatlarıyla dikdörtgen formlu olup Trabzon Ortahisar Cami mihrabından esinlenilmiştir. Desenlerinden bazı kısımları buradaki aslına uygundur. Diğer motifler ise minberde kullanılan alçak kabartmalı rumiler, palmetler, bitkisel ve geometrik şekillerdir. Yine burada da sapelli ve dişbudak masif malzemesinden işlemler yapılmıştır. Mihrap ile minber arasında muazzam birliktelik söz konusudur. Sivri kemerli mukarnas kavsarası ile ön plana çıkan mihrap bölümünün taç kısmı son derece mekanla uyumludur. Minber ve mihraba ön kesitten bakıldığında birbirini tamamlamaktadır. Şekil 20’de ahşap mihrap desenlerinin geometrik çizim modellemesi ve üretimi gösterilmektedir.



Şekil 20. Ahşap mihrap desenleri geometrik çizimi ve üretimi.

3.4. Ahşap Vaiz Kürsüsü

Vaiz kürsüsü tamamı sapelli ağaç malzemedен yarım sekizgen formlu olarak tasarlanmıştır. Yine cami minber bordürleri burada da tüm kürsüyü çevreleyecek şekilde uygulanmıştır. Bu bölümde, minber ve mihraptan farklı olarak 3D kabartmalı oyma tekniği CNC’de uygulanmaya çalışılmıştır. Şekil 21’de gösterilen vaiz kürsüsü panolarında inişli çıkışlı yaprak motifleri ve kıvrımlı dallar bulunmaktadır. Bordürler vaiz köşk kısmında da uygulanmış ve kanatlarda rumili süslemeler ile sürdürülmüştür. Sapelliden yapılmış küçük bir rahle köşk kısmına eklenmiş olup taç kısmı mihrap ve minber ile uyumludur. Yan kısmında sade bir merdiven ile tamamlanmıştır.



Şekil 21. Vaiz kürsüsü.

3.5. Müezzin Mahfili, Kadınlar Mahfili ve Yaslanma Yerleri

Müezzin mahfili cami iç mekandaki yaslanma yerlerindeki motifler ile aynı şekildedir. Sapelli ağaç malzemesiyle birlikte korkuluk biçiminde çevrelenmiştir. Motif olarak minber kapısı yan kısmında bulunan yıldızlı ve geometrik motiflerden yararlanılmıştır. Şekil 22’de müezzin mahfili için hazırlanmış yaslanma yerlerinin motifleri, konstüksiyonu ve kadınlar mahfilinden mihraba bakış gösterilmektedir.



Şekil 22. Müezzin mahfili yaslanma yerleri motifi ve kadınlar mahfili.

3.6. Dış Ana Ahşap Kapı (Taç Kapı)

Taç kapı diye adlandırılan ana giriş kapısı çoğunluğu sapelli ağaç malzemenen oluşturulan kemerli formdadır. Sadece göbek çitaları konturları belirgin olsun diye dışbudak ağaç malzemenen tasarlanmıştır. Üst kısımdaki ayet yazıları ve dış konturları da dışbudak ağaç malzemenen oluşturuldu. Cepheden bakışta minber kapısı ile benzerlik göstermektedir. Göbek işlemleri minber kapısı motifleridir. Bu bölümde de sivri kemerli geçiş bulunmaktadır. Bunların içleri kıvrımlı dallar, rumiler ve yapraklar ile süslenmiştir. Taç kapı kasası incelikle işlenmiş olup minber kapısı yan alınlık motifleri kullanıldı. Taç kapının kravatu da CNC ile işleme yapılmıştır. Bununla birlikte taç kapının arka bölümünde ağaç malzemenin çalışmasını önlemek ve dekoratiflik katmak amacıyla işlenmiştir. Şekil 23'te dış ana ahşap kapının ön cephe görünümü gösterilmektedir.



Şekil 23. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) ön cephe.

Kemerli girişe sahip ana taç kapının kapı kasaları da yine sapelli masif malzemenen yapılmıştır. Bununla birlikte hemen kapı çevresi tabakalar halinde derinlik oluşturması için katmanlı doğal taşlar ile çevrelenmiştir. Şekil 24'te ise taç kapının ön görünümü ve Alphacam programı ile çizim modellenmesi gösterilmektedir.



Şekil 24. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) ve Alphacam çizimi.

3.7. İç Ana Ahşap Kapı

Taç ana kapının hemen arkasında ikinci bir ana kapı mevcuttur. Son cemaat yerinden caminin iç mekanına hemen sonra açılan kapıdır. Bu kapıda aynı taç kapı gibi işlemler ve süslemeler ile oluşturulmuştur. Üç göbekten meydana gelen kapı kanatlarının her iki yüzü de işlenmiştir. Sapelli ağaç malzemesi kullanılmıştır. Şekil 25’te iç mekandaki II. ana kapı kanatları ve uygulandığı yer gösterilmektedir.



Şekil 25. İç ana kapı ahşap kanatları.

3.8. İç Mekân Kenar Süslemeleri

Cami iç mekânında duvar alt kısımlarının motifleri de yine tüm mekan ile uyumludur. Son cemaat yerinden cami iç mekanının tüm kısımlarına kadar çevrenmiştir. 18 mm sapelli masif panel ile uygulama yapılmıştır. Çerçeve ile birlikte panolar oluşturulmuştur. Amasya Mehmet Paşa Cami mermer minber kapısının yan deseninden üretilmiştir. Bu caminin tüm yaslanma yerlerinde ve kenar süslemelerinde kullanılan motif ve CNC makinasında üretilmiş hali Şekil 26'da gösterilmektedir.



Şekil 26. İç mekân kenar süslemeler.

Bu çalışma kapsamında tamamen mermer ve taş kullanılarak yapılmış bazı mimari motiflerin ahşapta uygulanabilirliği araştırılmıştır. Uygulama örneği, modelleme programları ve CNC makinası ile birlikte oluşturulmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda benzer uygulamalara rastlanılmaktadır. Bu çalışmalardan birinde geleneksel el oymacılığı ve CNC işlemleri de kullanarak ahşap büyük boyutlu çift kanat kapısı yapılmıştır. Bizim çalışmamıza yakın işlemler ve modellemeler yapılarak ortaya çıkarılan XVII. yüzyıl'a ait Berna çift kanatlı ahşap kapısının 3D boyutlandırma ve tarama yöntemi kullanılarak kusursuz bir eşinin yapıldığı görülmektedir. (Barboutis ve ark., 2023). Yine başka bir çalışmada restaurant, kongre ve toplantı merkezi olarak tasarlanan eski bir yapıya, CNC makinası ve bazı modelleme programları kullanılarak işlemler oluşturulmuştur. Mermere uygulanmış bazı mimari motifler sarıçam ve sapelli ağaç malzemesi kullanılarak ahşaba uyarlanmaktadır (Çakıroğlu ve ark., 2023). Uygulama işleminde bu çalışmayla benzer

mermerdeki görüntüye yakın görünüm elde ettiği görülmektedir. Bununla birlikte 3D at motifi kullanarak mermere uygulamalar yapıldığı çalışmada da CNC parametreleri optimizasyonu sağlanmaktadır (Sarıışık, 2021).

Tarihi taş ve mermer yapıların mimari motiflerinin ahşaba uyarlanması yanı sıra takı ve kuyumculuk sektöründe de uygulama alanları oluşturduğu bilinmektedir. Bununla ilgili yapılan çalışmada (Saraçoğlu, 2015). Sivas Divriği Ulu Cami Taç kapısının taş mimari motif süslemelerinin örnek alındığı ve iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir.

4. Sonuçlar

Cami anlayışında Türk-İslam etkileri Anadolu Selçuklu, Erken-Klasik-Geç Osmanlı Dönemi ve Çağdaş dönemde belirgin çizgilerde kendini göstermiştir. Kullanılan teknikler, süslemeler ve tezniyatta farklılıklar görülmektedir. Bakıldığında bütün İslam ülkelerinde değişik bölgelere ayrılmış cami mimarisinde farklılıklar görülmektedir. Modern dönemde yenilikçi bir yaklaşımla geleneksellikten gelen plan oluşumları çok fazla değişime uğramamıştır. Geleneksel cami donatıları ve mimarisinde önemli yeri olan mihrap, minber, vaiz kürsüsü, avlu, kadınlar mahfili, müezzin mahfili, son cemaat yeri, kapılar kapsadığı modern dönemin malzemeleri ile kompozisyon oluşturmuşlardır.

Modern camilerde; plan, iç mekan, kullanılan malzemeler yenilikçi bir anlayışta olmakta, iç mekan motifleri ve süslemeleri geleneksel anlayıştaki gibidir. Bu camilerde Türk-İslam süsleme sanatındaki formlar ve çizgiler kullanılmıştır.

Mihraplar X. ve XIV. yüzyıllar arasında taş malzeme yerine alçı, çini, tuğla ve ahşap malzemenin uygulandığı görülmektedir. Bakıldığında tezyinatında yoğun, kıvrımlı, bitkisel ve geometrik motiflerin ön plana çıktığı zengin süslemelere rastlanılmaktadır. Bu mihraplarda bitkisel kompozisyonlar ve yazı çok önemli yer tutar. Geometrik kompozisyonlar ile daha az karşılaşılmaktadır. Anadolu Türk mimarisi mihrapları, dikdörtgen çerçeveli, kemersiz veya çerçevenin altında bulunan hafif sivri kemerli, mukarnas kavsaralı, köşe kısımları yuvarlatılmış sütun şeklindedir. Kesme taş ve mozaik çini kullanılmış olup az miktarda da alçıdan yapılmışlardır. Geometrik ve bitkisel motifler ağırlıktadır. Anadolu Selçuklu dönemi ve Osmanlı döneminde ahşap, alçı, mermer ve taş olmak üzere pek çok malzeme mihrap mimarisinde kullanılmıştır. Erken dönem Osmanlı mihraplarının büyük bölümü alçı malzeme ile inşa edilmiş olup taş ve mermer ile çini malzemeli örneklerle de karşılaşılmaktadır.

Minberler de dönemseller olarak değışimler bulunmaktadır. Osmanlı Döneminin en önemli malzemesi olan mermer çoğu yapıda olduğu gibi minberlerin her tarafında kullanılmışlardır. Burada minber kapı kanatları oluşturulmamış ve kemerli şekilde boşluk ile geçilmiştir. Erken Dönem Osmanlı minberleri süsleme teknikleri ve kullanılan malzemeler açısından Selçuklu dönemini yansıtmaktadır. Erken dönem minberlerinde formdan ziyade süslemelerin çok yoğun olduğu görülür. Klasik dönemde minber düzenlemelerine çok rastlanılmaz.

Şehitlik Köyü Cami ahşap işlemlerinde motiflere ve tekniklerine benzer sonuçlar elde edilmiş olup ana motiflerin bulunduğu orijinali mermerden olan minber ve taştan yapılmış mihrab tüm motifleriyle birlikte ahşap konstrüksiyonda oluşturulmuştur. Konstrüksiyonunda ve süslemelerinde kullanılan dişbudak ve sapelli ağaç türlerinin CNC işlemlerinde, yapışmada, üst yüzey işlemlerinde çok iyi sonuçlar verdiği görülmüştür ve istenilen tarihi ve mimari motifler, ahşaba bilgisayar destekli üretim ile uygulanmıştır. Ahşabın doğallığı ve estetikliğini öne çıkarıp aynı zamanda iç ve dış mekandaki ahşap donatılara, tarihi ve kültürel nitelikteki mimari motiflerin uygulandığı ahşap yapılara, restorasyon ve diğer sanatsal ahşap süsleme tekniklerine örnek olacak nitelikteki bu çalışma, mermer ve taş mimari motiflerimizin yaşatılması açısından da önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışmanın uygulama kısmı Artvin Çoruh Üniversitesi Endüstriyel Tasarımlar Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde yapılmıştır. Atölye uygulamalarında emeği geçen herkese teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Angı, O. S. (2010), *İstanbul tarihi yarımadaadaki antik yapılarda kullanılan doğal taşlar ve korunmuşluk durumları*. II. Uluslararası Mermer ve Doğal Taşlar Kongresi Bildirileri, 264-282, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, İzmir.
- Arslan, M. (2017). 'Anadolu'da Selçuklu çağı cami ve mescit mimarisi'. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Arseven, C. E. (1983). *Rumi, Sanat Ansiklopedisi*, Türkiye Turing Otomobil Kurumu Yayınları.
- Aydın, D., Büyüksahin Sıramkaya, S. (2017). Son dönem Konya camilerinde biçimsel arayışın analizi, *Türk İslâm Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, 12(24), 67-84.

- Barboutis, I., Kamperidou, V., & Economidis, G. (2023). Handcrafted reproduction of a 17th century bema door supported by 3D digitization and CNC machining. *Applied Sciences*, 13(21), 11690-11703.
- Bozkurt A. Y., Erdin, N. (1989). Ticarete önemli yabancı ağaçlar, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları.
- Çıda, İ. (2005). ‘İstanbul Bayezid Camii taş süslemeleri’, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, İstanbul.
- Çakıroğlu, E. O., Taşdemir, T., & Çakıroğlu, B. (2023). Geleneksel Türk mimarisi motiflerinin 3D CNC teknolojisi ile ahşap kapılarda tasarımı ve uygulanması: Bafra Kongre Merkezi örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(2), 143-162.
- Çelik, M. (2013). ‘Ahşap malzemenin iç mekan ve mobilya tasarımında kullanımı’, Yüksek Lisans tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dallal, Y., Yaman B. (2019). Erken Osmanlı mimarisinde kullanılan mukarnas biçimleri (İzmit, Bursa, Edirne), *Süleyman Demirel Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 42, 75-91.
- Hamekasi, N., Samavati, F. F., & Nasri, A. H. (2011). *Interactive modeling of muqarnas*, International Symposium on Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging, 129-136, Vancouver, Canada.
- URL 1- <http://bursadazamandergisi.com/makaleler/kundekari-sanati-3633.html>, Erişim Tarihi: 16.06.2022.
- Jayachandraiah, B., Krishna, O. V., Khan P.A., & Reddy, R.A. (2014). Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router, *International Journal of Engineering Science Invention*, 3(6), 1-10.
- Karakaya, E. (2021). Mehmed Paşa Külliyesi, TDV İslâm Ansiklopedisi, Erişim Adresi: <https://islamansiklopedisi.org.tr/mehmed-pasa-kulliyesi>, Erişim Tarihi: 14.02.2021.
- Koç, K. H., Erdinler, E. S., Hazır, E., & Öztürk, E. (2017). Effect on CNC application parameters on wooden surface quality, *Measurements*, 107, 12-18.
- Lemaignen, G. (1986). *Atlas Des Bois Tropicaux Tome I- Afrique*, Association Internationale Technique des Bois Tropicaux.
- Ohuchi, T., Murase, Y. (2005). Milling of wood and wood-based materials with a computerized numerically controlled router IV: development of automatic measurement system for cutting edge profile of throw-away type straight bit, *Journal of Wood Science*, 51, 278–281.

- Öngör, S. (2007). *Ortahisar Camii, İslâm Ansiklopedisi*, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.
- Saraçoğlu, A. (2015). 'Divriği Ulu Camii ve Şifahane taç kapı süslemelerindeki motiflerin kuyumculukta kullanılan (CAD-CAM) bilgisayar teknolojileriyle takıya aktarılması', Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sarışık, G. (2021). Investigation on cutting parameter models and processability index in 3D marble products with milled tools. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(18), 1854.
- Sofuoğlu, S. D. (2017). Determination of optimal machining parameters of massive wooden edge glued panels which is made of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) using Taguchi design method, *European Journal of Wood and Wood Products*, 75(1), 33-42.
- Söğütlü, C. (2004). 'Bazı yerli ağaç türlerinin kündekari yapımında kullanım imkânları', Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sütçü, A. (2013). Investigation of parameters affecting surface roughness in CNC routing operation on wooden EGP, *BioResources*, 8, 795-805.
- Şahin, H., Güler, C. (2015). Hızlı gelişen dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* vahl) odununun orman ürünleri endüstrisinde değerlendirilmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part: C, Tasarım ve Teknoloji*, 3(1), 357-365.
- Taşdemir, A. S., & Erarslan, A. (2018). Çağdaş camii tasarımında yenilikçi bir yaklaşım. Marmara İlahiyat Cami; plan ve iç mekân özellikleri. *Anadolu BİL Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 13, 55-70.
- Tuncer, O. C. (2001). *Anadolu Selçuklu taç kapılarında mukarnas*. I. Uluslararası Selçuklu Kültür Ve Medeniyeti Kongresi, 361-387, Konya Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tunç, F. (2013). 'Amasya Osmanlı camilerinde bulunan taş bezemeler', Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Vardar, K. F. (2017). Rüstem Paşa Camii taş süslemelerinin değerlendirilmesi, *Türkiyat Mecmuası*, 27(1), 367-393.

Bir Yonga Levha Fabrikasında Kalite Çemberleri Yardımıyla Süreç İyileştirme Çalışması*

Process Improvement Study with the Help of Quality Circles in a Particle Board Factory

 Batuhan SAĞLAM¹,  Tarık GEDİK²

Özet

Üretim yapılan işletmelerde kalite ve maliyeti düşürmenin yolu sürekli iyileştirme çalışmaları ile büyük ölçüde sağlanabilmektedir. Orman ürünleri sektöründe artan rekabet koşullarında; daha sağlam, daha katma değerli ve özellikle formaldehit salınımının düşük tutulduğu, insan sağlığına daha az zarar veren ihracat ürünlerinin satışı süreklilik sağlamaktadır. Yapılan bu çalışmada, kalite çemberi çalışması ile yonga levha fabrikası tarafından ihracat üretimlerinde kullanılan melamin üre formaldehit tutkalı sonrasında tutkal hatlarının tıkanması sorunu araştırılmıştır. Çalışma kapsamında kalite çemberlerinden beyin fırtınası tekniği ile çözümler getirilmiştir. Tutkallama bölgesinde yapılan bazı kimyasal hatların revizyonu ve kullanılan ekipmanların yedeklenmesi yapılmıştır. Çalışmanın hayata geçirilmesiyle birlikte üretimde aylık ortalama 360 dakika olan duruş süresi 10-15 dakikalara kadar düşürülmüştür. Üretimde de aylık ortalama 441 m³ kapasite kazancı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalite çemberi, beyin fırtınası, yonga levha

Abstract

The way to reduce quality and cost in production enterprises can be achieved to a large extent with continuous operation studies. Increasing competition risks in the forest products industry; The decrease in exports, which is more robust, more value-added, and especially the formaldehyde release is kept low, causing less harm to human health, ensures continuity in sales. With this inclusive, quality circle study, the problem of fiber restriction blockage after melamine urea formaldehyde fibers used in export production by the particle board factory was investigated. Within the scope of the study, solutions are produced from the kalite circles with the brainstorming technique. Some chemical lines in the gluing zone were revised and the equipment used was backed up. With the reflection of the work in life, the downtime in production, which is 360 minutes on average per month, has been reduced to 10-15 minutes. A monthly average capacity of 441 m³ was used in production.

Keywords: Risk analysis, L type matrix, furniture, forest product, Düzce

Geliş Tarihi: 24.07.2023, Düzeltme Tarihi: 19.09.2023, Kabul Tarihi: 14.11.2023

Adres: Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

E-mail: tarikgedik@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Kaizen Yaklaşımıyla Bir Orman Ürünleri İşletmesinde Süreç İyileştirme" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Yaşadığımız yüzyılda çok hızlı gelişen teknolojiyle birlikte rekabet içerisinde olan firmalar hem sektördeki pazar paylarını korumak hem de müşteri istek ve taleplerini karşılayabilmek için sürekli iyileştirme çalışmaları ile kendini geliştirmek zorundadır. İşletmeler, girdi maliyetleri ve kâr oranlarını kontrol altında tutarak daha düşük maliyetli, daha kaliteli ve katma değerli ürünler üretmeyi amaç haline getirmektedirler. İşletmelerin bu şartları yerine getirmek için de sorgulayıcı düşünce tarzını prensip haline getirip, hayal gücünü zorlamaları ve bu düşüncelerini pratiğe dökmeli, rakiplerinden her zaman bir adım önde olmaya çalışmalıdırlar.

İşletmelerde 1950'li yıllardan sonra özellikle Japon ve Amerikalı bilim adamlarının yaptığı çalışma ve katkılar ile Toplam Kalite Yönetimi (TKY) adı verilen yeni bir çalışma ve yönetim felsefesi doğmuş ve gelişmeye devam etmiştir (Aktan, 2012). Yapılan bu çalışma ile TKY felsefesi içerisinde yer alan kalite çemberleri ile süreç iyileştirme uygulaması yapılmıştır.

TKY yaklaşımı içerisinde yer alan süreç iyileştirme teknikleri ile gerek çalışan sağlığı gerekse de şirket çıkarlarına olumlu yönde yansımalar olmaktadır (Kaya, 2020). TKY'nin en çok kullanılan uygulamalarından biri olan kalite çemberleri (KÇ); çalışanlarının fikirlerinin alınarak aynı iş yerinde çalışanların en az 4 en fazla 7 kişilik gruplar halinde bir araya gelip problem ve çözümlerini bulmaya çalıştığı iyileştirme yöntemidir (Koca, 2020). KÇ ilk olarak 1960'lı yıllarda Japonya'da uygulamaya başlanmış ve olumlu sonuçlar vermiştir. 1970'li yıllarda ise önce Amerika'da daha sonra da diğer batılı ülkelerde uygulamaya başlanmıştır. Bu uygulamalar belirli sayıda insanın katıldığı ve ekipler halinde yapılan çalışma olduğundan kolektif çalışma özelliğine sahip toplumlarda başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Ağbuga, 2007). KÇ herhangi bir işyerinin kalite, verimlilik, etkenlik, maliyet gibi birçok problemi tartışmak, görüşmek, çözüme kavuşturmak için belirli plan ve program çerçevesinde sorunun olduğu bölgede ki çalışanların gönüllülük esasına dayalı olan düzenli olarak toplanıp o bölgede ki çalışanların yaptığı iyileştirmelere verilen çalışma türüdür (Bayazıt, 1995). KÇ bir bakıma, güdüleme ve çalışanı teşvik etme gibi de görülebilir. Bu modelde çalışanların yönetim ve görev dağılımını yapmayı hedeflenmiştir. Ayrıca yöneticilerin de görev dağılımı ve koordinasyonlarında işlerini kolaylaştırmayı üstlenmiştir (Özalp, 1988).

KÇ'nin uygulama basamakları sırasıyla; KÇ konusunun belirlenmesi, KÇ'i saha ve özel süreç analizi, KÇ mevcut durum tespiti, KÇ problem tanımlama, KÇ hedef belirleme,

KÇ beyin fırtınası, KÇ neden-neden analizi, KÇ karşı önlemlerin uygulanması ve hedeflerin tartışılması ve KÇ çalışmasının standartlaştırılması ve yaygınlaştırılması aşamalarından oluşmaktadır. KÇ uygulamaları ile işyerlerinde verimlilik artışları sağlanabilmektedir. İşletmelerde ekip çalışması bilinci yerleştirilebilmektedir. Çalışanlar arasında iletişimde iyileşmeler sağlanmaktadır. KÇ çalışmaları ile gerek süreçlerde gerekse de üretilen ürünlerde kalitenin artmaktadır. Üretim ve kapasite verimliliği olumlu yönde gelişmektedir. Bunun yanında üretim maliyetlerinde azalmalar ortaya çıkmaktadır. İş kazaları ve ergonomik sorunların önüne geçilebilmekte ve böylece çalışanların motivasyonları arttırılabilmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artışı ve diğer yandan kişi başına tüketilen orman ürünlerinin artışı ve buna bağlı olarak dünya orman varlığının azalmaya başlaması, orman ve endüstri atıklarının değerlendirilmesi noktasında araştırılmaların artmasına sebep olmuştur. İlk yonga levha fabrikası 1940 yıllarında Almanya da kurulmuştur. Ülkemizde ise yonga levha üretiminin yapıldığı ilk fabrika 1955 yılında kurulmuş olup sürekli gelişen ve büyüyen bir pazara sahiptir (Kalaycıoğlu, 2009).

Çalışma özel bir yonga levha işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde odun esaslı levha üretim fabrikalarında gelişmiş son sistem teknolojik makineleri ile yüksek kalite ve yüksek kapasite de üretim yapılmaktadır (İstek ve ark., 2017). Türkiye odun esaslı levha üretim sektöründe tüm levha çeşitleri üretiminde Dünya’da 5. Avrupa’da ise 2. Sırada yer almaktadır. Yonga levha üretiminde ise Dünya’da 5. Avrupa’da ise 3. sırada yer almaktadır. 2021 yılında Dünya yonga levha üretim kapasitesi olarak ilk sırada bulunan Çin’in üretim kapasitesi 33046000 m³ olmuştur. Çin’i sırasıyla 6731000 m³ ile Rusya, 6036276 m³ ile Almanya, 4136077 m³ ile Amerika ve 4075000 m³ ile Türkiye takip etmektedir (FAO, 2023). Yıldırım ve Emiroğlu (2022) tarafından yapılan değerlendirmede yonga levha endüstrisi için Çin hariç tutularak yapılan istatistiksel analizde Rusya’nın ayrı bir grup, ABD, Polonya ve Almanya’nın ikinci bir grup, Belarus, Romanya, İspanya, Ukrayna, İtalya, Birleşik Krallık, Brezilya, Türkiye, Avustralya, Kanada, Fransa ve Tayland’ın ise üçüncü sırada ve ayrı bir grup olarak dünya üretiminde-ticaretinde söz sahibi oldukları belirtilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın yapıldığı özel işletme bir holding yapısındadır ve Türkiye’de 6 farklı lokasyonda, yurtdışında da 5 ülkede fabrikası bulunmaktadır. İşletme ilk üretimine 1969 yılında başlamıştır. Şirketin tüm fabrikalarda toplam çalışan sayısı 7072 çalışan dolaylarındadır. Şirket bünyesindeki işletmelerle orman ürünleri sanayisinde Türkiye’de

1'inci, Avrupa'da 4'üncü, Dünya'da ise 7'inci sırada yer almaktadır. Bu çalışmanın yapıldığı fabrika 478000 m² açık, 135000 m² kapalı alanda ham ve melamin kaplı yonga levha, MDF, laminat parke ve boyalı levha üretimi yapmaktadır. İşletmenin yıllık 520000 m³/yıl yonga levha üretim kapasitesi mevcuttur. Çalışmanın yapıldığı işletmede 75 mavi yaka, 7 mühendis ve 1 ustabaşı çalışmaktadır. İşletmede ortalama her ayın 7 günü ihracat üretimi yapılmaktadır. Şirket Türkiye'de 2021 yılında İstanbul Sanayi Odası ilk 50 şirket arasında 48. sırada yer almıştır (İSO, 2021).

Çalışma kapsamında TKY süreç iyileştirme teknikleri içerisinde yer alan ve en çok kullanılan yöntemlerden biri olan KÇ ile süreç iyileştirmesi uygulanmıştır. Sürekli iyileştirme teknikleri içerisinde yer alan farklı iyileştirme tekniklerinin aksine KÇ genellikle üretim sektöründe daha fazla kullanılmaktadır. KÇ'de yapılan iş ile ilgili olarak çalışanların her türlü detaya hakim oldukları için daha fazla yarar sağlanabilmektedir. Bunun yanında çalışanlara sorun çözme noktasında sorumluluklar verilerek onların işe olan motivasyonları da arttırılabilmektedir. Bu kapsamda KÇ uygulaması ile ayda 7 gün yurtdışı üretim için kullanılan tutkal türünden kaynaklı olarak ortaya çıkan tutkal hatlarının tıkanması sorunu ele alınmıştır. Öncelikle sorun tanımlanmış, soruna bağlı olarak hedefler belirlenmiş, KÇ ekibi kurulmuş, kurulan ekip ile düzenli toplantılar yapılarak beyin fırtınası yapılmış, beyin fırtınası çalışmalarında neden-neden analizi yapılmış ve gerekli önlemler belirlenmiş ve hedefler tartışılarak KÇ çalışmasının standartlaştırılması gerçekleştirilmiştir. KÇ ekibi kurulurken gönüllülük esasına dayalı olarak, işletme içerisinde çalışma yapılacak bölümden mutlaka 1 kişinin olması sağlanarak toplam 5 kişiden oluşturulmuştur. Çalışma ekibine liderlik yapması için bir de vardiya mühendisi bulunmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yonga levha üretim tesisinde gerçekleştirilen çalışmada çok farklı sorunların yaşandığı yonga levha üretim prosesinde kullanılan tutkal türünün değiştirilmesi aşamasında ortaya çıkan sorunlar ele alınmaya çalışılmıştır. Bu sorun belirlenirken de KÇ ekibinin oylaması ile tespit yapılmıştır. Konu değerlendirme aşamasında KÇ ekip üyeleri tarafından 4 adet çalışma konusu önerilmiş olup puanlama sisteminde değerlendirme kriterleri olarak şirket politikası, kalite, maliyet, sevk, İSG-çevre ve çalışmanın aciliyeti olarak 6 başlık altında değerlendirme yapılmıştır. Ekip üyeleri tarafından çalışılması istenen tutkal türünün değişiminde hatların tıkanması problemi oylama ile 26 puan alarak ilk çalışılması gereken konu olarak oy birliği ile kararlaştırılmıştır. Sonuçta KÇ ekibi çalışma kapsamında ele alınan sorunu “Üretimde kullanılan tutkal değişimlerinde hatların tıkanması” şeklinde

tanımlamıştır. Bu sorunun oluşmasına neden olarak farklı üretim türlerine bağlı olarak kullanılan farklı tutkal türlerinin değiştirilmesi sırasında tutkallama hatlarının tıkanması gösterilmiştir. Bu sorunu ortadan kaldırmak ve tutkallama süresini kısaltmak için KÇ uygulaması yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla gönüllülük esasına göre ilgili bölümlerle alakalı en az bir kişinin ekipte yer aldığı ve 5 kişiden oluşan KÇ ekibi kurulmuştur. Kurulan ekip işbölümü yapmış ve ekip ismi grup üyeleri tarafından “Grup Zincir” olarak belirlenmiştir.

Ekip Grup Zincir öncelikle KÇ ile süreç iyileştirme konusunda bilgilendirilmiş ve ortalama ayda 1 toplantı yapılarak sistem işletilmiştir. Kalite çemberi çalışmasını yapacak ekip belirlenen tarih ve saate göre bir araya gelerek toplantı yapmaktadır. Bir araya gelinen bu toplantılarda çemberin gidişatına dair kararlar alınarak doküman halinde ekip üyelerinin de imzası ile plana alınmıştır. Belge haline getirilen toplantı tutanakları çember çalışmasının toplantı formları sayfasında yayınlanmıştır.

Yoga Levha İşletme Müdürlüğü’nde ilk toplantı 01.06.2019 tarihinde 10:00-12:00 arasında yapılmıştır. Toplantıda KÇ çalışma planı hazırlanıp çalışmanın yapılacağı sahada mevcut durum tespitleri yapılmasına karar verilmiştir. Grup Zincir ekibi tarafından öncelikle 4 soruna çözüm bulunması önerilmiş, bunlardan “Üretimde kullanılan tutkal değişimlerinde hatların tıkanması” önerisi en yüksek skorlar ele alınması gereken sorun olarak belirlenmiştir. Ele alınan bu sorun durum tespitinde “Kurutmada kurutulan yongalar elekte elendikten sonra tutkallama bölgesine taşınmakta, taşınan bu yongalar yonga bunkerinden dökülüp kantardan geçirilmekte, kantardan geçen yonga miktarına göre tüketilmesi gereken tutkal miktarı dozajlama pompası vasıtası dozajlama tanklarından çekilmekte, tutkallama makinesine nozullar vasıtasıyla noktasal püskürtme yapılarak da yonga içine nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Dozaj tankları ile tutkallama makinesi arasında taşıyıcı hatlar bulunmaktadır. Bu taşıyıcı hatlar belli bir bölgede tutkal, parafin, sertleştirici ve su ile birleşip statik mikser adı verilen karıştırıcıda karışarak tutkallama makinesine taşınmaktadır. KÇ konusunda ihracat üretimlerinde kullanılan melamin üre formaldehit (MUF) tutkalı bu karıştırıcı hattın içerisinde donarak hattın tıkanmasına ve üretimin durmasına neden olmaktadır.” Şeklinde tanımlanmıştır.

KÇ çalışmasında önceliklerin belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesi için MUDA-İsraf Analizi tespitleri yapılarak bu israflara karşı önlemler belirlenmiştir. MUDA-İsraf Analizinde 6 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler sırasıyla gereksiz işlem: Tutkallama işlemi istenilen şartlarda gerçekleşmediği zaman levhanın fiziksel ve mekaniksek test değerleri istenilen değerlerin altında geldiği için üretim tekrar yapılmaktadır. Gereksiz

hareket: Tutkal hatlarından homojen akış sağlanamadığı zaman hızlı aksiyon almak ve sıkışıklığı gidermek için çalışma başlatılıyor. Taşıma: Kalite kontrol ekibi tarafından levha zımparalama sonrası depo ve sevk uygunluğu onaylanmayan levhalar tasnif yapılmak üzere fabrika içerisinde tekrar taşınıyor. Bekleme: Tıkanan tutkal hatlarının temizliği için üretim durduruluyor ve buda üretimde istenmeyen plansız kapasite kayıplarına neden oluyor. Fazla üretim: Yonga tutkallama kalitesi düşük olan uygunsuz ürünlerin yerine plan dışı fazladan üretim yapılıyor. Kusurlu üretim: Tutkallama makinesinde homojen tutkallama yapılamadığında kalitesi bozuk ürünler ikinci kalite veya ıskartaya ayrılıyor.

Yapılan durum tespitinde levhanın orta ve dış tabakasında kullanılan tutkalın hatlardaki donmaları sebebiyle tıkanan yerlerin sökülmesi, temizliğinin yapılması ve ayrıca temizliği mümkün olmayan vana ve ekipmanların değişimi ya da yakılarak temizlenmesi gerekmektedir. Hatların temizlenmesi ve üretim için elverişli hale getirilmesi tutkallama operatörü tarafından yapılmakta ve tıkanıklığın seviyesine göre yaklaşık 1-2 saat kadar sürdüğü tespit edilmiştir. İşletmenin ihracat verileri irdelendiğinde sürekli bir artış gösterdiği görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı dönemde yani 2020 yılında 1311521 adet levha üretimi gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Üretim miktarı arttıkça duruş ve atıl kapasitede arttığından yapılan bu kalite çember çalışmasına daha çok ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

03.08.2019 tarihinde 10:00-12:00 saatleri arasında yapılan ikinci toplantı sonucunda çalışma sonrasında problem tanımlaması yapılarak bu problemin proses şartları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ulaşılması gereken hedefler belirlenmiş ve beyin fırtınası yapılmıştır. Çalışmanın yapılacağı an ve yapıldıktan sonraki zamanlarda ortaya çıkabilecek sorunlar için acil eylem planları değerlendirilmiştir. Çalışma sonrasında elde edilecek kazanımlar değerlendirilerek bir sonraki toplantı için tüm ekip üyelerince de uygun bulunan toplantı tarihi belirlenmiştir.

Çalışmada belirlenen soruna çözüm bulmak için beyin fırtınası yapıldıktan sonra neden-neden analizi yapılarak beyin fırtınasındaki sorunlar ele alınmıştır. Beyin fırtınasındaki en yüksek oyu alan kategori göz önünde bulundurularak bu problemlerin kök nedeni, bu kök nedene bağlı alınması gereken acil önlemler konuşulmuştur. Saha çalışmaları üretim esnasında ya da üretim durduğunda devam edeceği için kök nedenin oluşmasını engellemek adına alınacak önlemler değerlendirilmiştir. Yapılan neden-neden analizine göre tıkalı hatların kök nedeni sertleştirici ve suyun ayrılması olduğu ve bu kök nedene göre sertleştirici ve su hattının kolektörden beslenmesi yerine karıştırıcı makineye direk bağlamak için hattın ayrılması şeklinde sonuç çıkarılmıştır. Bu sonuçtan yola çıkarak tutkallama hattında üretime verilen su, ortak hattan ayrılıp karıştırıcı ve kolektöre girmeden karıştırıcı

makineye beslenmeye başlanmıştır. Bu hat 4 vana ile ayrı kolektöre bağlanmış ve üretimde ki ihtiyaç durumuna göre ayrı ayrı açılıp kapanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Üre formaldehit (UF) tutkalı ile yapılan üretime geçileceği zaman bu hatlara gelen sertleştirici ve suyun ana vanaları kapatılarak ortak kolektörden üretim yapılmaya devam edilmiştir. Böylece tutkallama makinesinde donma sorunu çözülmeye çalışılmıştır.

Yapılan KÇ çalışması sonucunda MUF tutkalı ile yapılan ihracat üretimleri bittikten sonra ortak kolektör ve karıştırıcı mikser hatları açılıp kontrol edilmiştir. Kontrol sonrasında tıkalı hatta rastlanmadığı belirlenmiştir. Daha önce temizlik ve kontrol için yapılan duruş sürelerinin bu çalışma ile önüne geçilmiş olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemde ihracat üretimlerinden kaynaklı bu sorunların duruş ve bekleme süreleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çalışma kapsamında işletme veri tabanından çekilmiş ve toplamda ihracat üretimleri esnasında iki yılda toplamda 8487 dakika duruş ve bekleme süresi meydana geldiği hesaplanmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında toplamda ortalama 141 saat duruş olduğu ve bu duruş süresinin ortalama iki yılda 6 günlük duruş ve bekleme sebebiyet verdiği hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda sistem düzgün işleseydi normal üretim şartlarında 6 gündeki bu duruş süresi boyunca 90000 adet 18x2100x2800 mm ölçülerinde yonga levha üretilebilecekti.

Çalışma yapılmadan önce hatların temizlik ve kontrol için geçirilen süre aylık 360 dakika olarak hesaplanırken KÇ çalışması yapıldıktan sonra %94 ile hedeflenen 20-30 dakikalık duruş süresi %97 oran ile gerçekleşmiş olup aylık 10-15 dakikaya düşürülmüştür. Üretim için ayrılan aylık 10 dakikalık duruş süresi ise her üretim geçişinde hatların ayrılması esnasında yaşanan 1-2 dakikalık zaman olarak gerçekleşmiştir. Karıştırıcı ve kolektörde ayrılan sertleştirici ve su hatları sadece vanaların kapatılıp diğer vanaların açılması esnasında geçen zaman olarak gerçekleşmektedir. Çalışma yapıldıktan sonra serme ünitesinde üretim kesilmeden sadece ürün değişikliği duruşlarının meydana geldiği görülmüştür.

Çizelge 1. 2018 ve 2019 yıllarına ait ihracat üretiminin aylara göre duruş süreleri (dk).

2018 ve 2019 yıllarına ait ihracat üretiminin aylara göre duruş süreleri (dk)				
2018 yılı	Duruş Süresi (dk.)	2019 yılı	Duruş Süresi	Toplam Duruş Süresi (dk.)
Ocak-Şubat-Mart	1110	Ocak-Şubat-Mart	1121	2231
Nisan-Mayıs-Haziran	1035	Nisan-Mayıs-Haziran	1073	2108
Temmuz-Ağustos-Eylül	1160	Temmuz-Ağustos-Eylül	998	2158
Ekim-Kasım-Aralık	940	Ekim-Kasım-Aralık	1050	1990

06.09.2019 tarihinde saat 14:00-16:00 arasında yapılan üçüncü ve son toplantıda tutkallama hattının donması anında alınacak aksiyonlar için saha kontrolleri yapılmıştır. Veri taraması yapıp üretimde kullanılan tutkal değişimlerinde hatların tıkanması sorununun uzun sürmemesi için kayıp ve kazanımlar değerlendirilerek gerekli olan veya o anda değiştirilmesi gereken ekipman ve malzeme sipariş listeleri belirlenerek kayıt altına alınmıştır. KÇ çalışması yapıldıktan sonra çalışmanın standart hale getirilmesi için çalışmanın yapıldığı bölgedeki tutkal operatörlerine çalışmanın durumu anlatılmıştır. UF tutkalı ile yapılan üretim bittikten sonra MUF tutkalına geçilmesi anındaki hatların ayrılması ile ilgili saha eğitimleri verilerek çalışmanın devamlılığı standart hale getirilmiştir. Sertleştirici ve su hattının ortak hattan ayrıldıktan sonraki bağlantı malzeme ve ekipmanlarının yedeklenebilmesi için sipariş kodları oluşturulmuştur. Kalite çemberleri ile elde edilen iyileştirmelerin yaygınlaştırılması ve standartlaştırılması için gerek firmanın yurtiçi gerekse de yurt dışı lokasyonlarında yapılan bu iyileştirme çalışmaları ve çözüm yolları paylaşılmıştır. Bunun yanında çalışmanın standart hale getirilmesi için tutkallama sahasında tutkal operatörlerine çalışma hakkında gerekli bilgiler verilmiş ve UF tutkalı ile yapılan üretim bittikten sonra MUF tutkalına geçilmesi gerektiğinde hatların ayrılması ile ilgili saha eğitimleri gerçekleştirilerek çalışmanın devamlılığı standart hale getirilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında mobilya üretiminde yarı mamul olarak üretilen yonga levhaların ham levha haline getirilene kadarki aşamalarında tutkallama ünitesinde tutkal türünün değişmesinde meydana gelen tutkallama hatlarının tıkanması sorunu incelenmiştir. Yapılan çalışmada ile verimlilik artışı sağlanabilmesi için KÇ ekip üyeleri ile birlikte plan ve program esas alınarak çalışılmalar yürütülmüştür.

Saha uygulaması sürecinde neden-neden analizleri yapılarak sorunun kök nedenine inilmeye çalışılmıştır. Problemin kök nedenine inmek için ortaya konulan tezler sahada tek tek incelenmiş ve sırayla bu sorunlar elenerek sorunun kaynağının MUF tutkalı içerisinde bulunan melaminin, su ve sertleştirici ile hızlı reaksiyona girerek henüz yongaya nüfuz etmeden katılaşmaya başladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üretimine 2014 yılında başlanan ve her geçen yıl sayı ve kapasitesi artan ihracat üretimi, meydana getirdiği sorunların çözümünde kalite çemberi sayesinde %97 oranında çözülmüştür. Problemin kaynağı belli olduktan sonra gerekli malzeme ve ekipman listesi oluşturularak üretim devam ettiği esnada yeni yapılması gereken hatların hazırlıkları

yapılmış ve planlı bakım aşamasında uygulamaya koyularak başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan kalite iyileştirme çalışmaları sonucunda işletmede üretimde aylık ortalama 441 m³ (4 900 adet levha) artış sağlanmıştır. Yıllık bazda bakıldığında ortalama 5 292 m³ (58 800 adet levha) fazla üretim sağlanmıştır. Yıllık bazda elde edilen bu kazanım 3 vardiyada yaklaşık 3 günlük üretim sürecine denk gelmektedir. Kaya (2019) tarafından yapılan çalışmada da kaizen yaklaşımlarından 5S tekniği uygulaması ile 17 dakika olan temizlik işleminin 10 dakikaya düşürüldüğü belirlenmiştir. Uygulama sonucu son 2 yılın üretiminde ortalama ürün metrajında 5S tekniği sonucu %38.4 oranında artış sağlandığı belirtilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında işletmelerin sürekli iyileştirme tekniklerini kullandıklarında kesinlikle işletmelerde pozitif yönde kazanımlar sağladıkları ve her işletmenin de bu uygulamalara yönelmelerinin gerektiği önerilmektedir.

Yapılan kalite iyileştirmeleri çalışmaları sonucunda melamin üre formaldehit tutkalı kullanımı sonrasında hatların tıkanmasını gidermek için proses motorları, hatların açılması beklendiği esnada boşta çalışmaktaydı. İşletmede ayda ortalama 360 dakika boşta çalışan bu motorlara kalite iyileştirme çalışması için sayaç bağlanıp boşta çalıştığı esnadaki enerji tüketimleri hesaplandı. Motorların sayaç değerlerinden alınan boşta çalışma enerji tüketim miktarlarına göre ayda 4392 kW (9750 TL) boşta enerji tüketimi yapan bu motorların boşta enerji maliyetlerinin önüne geçildi. Yıllık bazda motorların boşta çalışma enerji sarfiyatlarından elde edilen bu kazanım 52704 kW (117000 TL) denk gelmiştir. Melamin üre formaldehit tutkalı kullanımından sonra tıkalı hatların açılması için verimi düşmek zorunda kalınan kurutma bölgesindeki iki büyük fanın 170 kW/saat tüketimi engellenerek yıllık bazda 27172 TL tasarruf sağlanmıştır. Ögünç ve Doğru (2017) tarafından yapılan kaizen yaklaşımlarından TKY'nin verimlilik ve maliyet üzerine etkisi çalışmasında talaş temizleme işlemini yıllık 50 dakikadan 16 dakikaya indirerek çalışmanın yapıldığı şirkete yıllık bazda 25500 TL tasarruf sağlamıştır. Yaptığı çalışmada bor yağı tüketiminde girdi ve çıktı tüketim miktarlarını düzenli hale getirerek yıllık bazda 43390 TL tasarruf sağlamayı başarmıştır. Kaizen çalışmaları ile elde edilen bu sonuçlar küçük iyileştirme çalışmaları ile uzun süreçte çalışılan şirkete hem enerji bakımından hem de parasal açıdan büyük kazançlar elde ettirdiğini rakamlarla ispatlamış bulunmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Batuhan SAĞLAM tarafından hazırlanan, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Kaizen Yaklaşımıyla Bir Orman Ürünleri İşletmesinde Süreç İyileştirme" isimli Yüksek Lisans tezi verilerinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Aktan, C. C. (2012). Organizasyonlarda toplam kalite yönetimi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(12), 236-237.
- Ağbuga, O. (2007). 'Toplam kalite yönetiminde kalite çemberleri ve iki farklı işletmede kalite çemberi uygulaması'. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayazıt, Ö. (1998). Toplam kalite yönetiminin yürütülmesinde önemli bir araç: kalite çemberleri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 53(1), 95-105.
- FAO. (2023). Forestry Production and Trade. Food and Agriculture Organization of the United Nations: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>. Erişim tarihi: 19.07.2023.
- İSO. (2021). Türkiye'nin 500 büyük sanayi kuruluşu listesi-2021. İSO İlk 500. Erişim Adresi: <https://www.iso500.org.tr/500-buyuk-sanayi-kurulusu?yil=2021>. Erişim Tarihi: 19.07.2023.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., ve Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 133-134.
- Kalaycıoğlu, H. (2009). *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları Yayın No: 89, Trabzon.
- Kaya, A. (2020). Toplam kalite yönetimi bağlamında kaizen felsefesinin örgütlerin maliyet, verimlilik ve kalite düzeylerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(20), 1191-1207.
- Kaya, M. (2019). 'İş yerlerinde yeniden düzenlemenin verimliliğe etkisi: bir parke işletmesinde 5S uygulaması'. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Koca, N. (2020). 'Kalite çemberleri ve orman ürünleri işletmesinde uygulanması: Panel kapı boya hattı örneği'. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

- Öğünç, H., ve Doğru, E. (2017). Kaizen felsefesi ile toplam kalite yönetiminin verimlilik ve maliyet üzerine etkisi. *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 1(1), 1-13.
- Özalp, P. (1988). İşletmelerde kalite çemberi uygulaması. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 49-52.
- Yıldırım, İ. ve Emiroğlu, E. (2022). Türkiye ve dünyada orman ürünleri sanayi sektörüne ait bazı ürünlerin karşılaştırmalı analizleri. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, (9 Karok-2021 Özel sayı), 155-164.

Achieving Sustainable Wood Preservation Using Nanomaterials

Nanomalzemeler Kullanılarak Sürdürülebilir Ahşap Koruma Sağlanması

 Doğu RAMAZANOĞLU¹

Abstract

In this study, a cost-effective and energy-efficient approach was used to impregnate the surface of solid wood with three different nanoparticle solutions and a hydrophobic polymer solution for wood protection. Impregnation of Ch, ZnO and SnO₂ nanoparticles increased the thermal stability of lignocellulosic materials, resulting in weight losses of 75.7-80.5% between 339-387°C. The binding of nanoparticles through impregnation also increased the water uptake rate, while silanization with HP increased hydrophobicity by 22.9-26.2%. The resulting wood was evaluated in terms of durability and performance as well as water and fire resistance, and it was predicted that it could be a sustainable approach to minimize the effects of adverse weather conditions on wood materials while reducing negative impacts on the environment and human health.

Keywords: Wood preservation, Nanomaterials, and Sustainable approaches

Özet

Bu çalışmada, masif ahşabın yüzeyini üç farklı nanopartikül çözeltisi ve ahşabın korunması için hidrofobik bir polimer çözeltisi ile empenye etmek için uygun maliyetli ve enerji tasarruflu bir yaklaşım kullanılmıştır. Ch, ZnO ve SnO₂ nanopartiküllerinin empenye edilmesi, lignoselülozik malzemelerin termal stabilitesini artırarak 339-387°C sıcaklıklar arasında %75,7-80,5 ağırlık kayıplarına neden olmuştur. Nanopartiküllerin empenye yoluyla bağlanması da su alım oranını artırırken, HP ile silanizasyon hidrofobikliği %22,9-26,2 oranında artırmıştır. Elde edilen ahşap, su ve yangın direncinin yanı sıra dayanıklılık ve performans açısından değerlendirilmiş ve olumsuz hava koşullarının ahşap malzemeler üzerindeki etkilerini en aza indirirken çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için sürdürülebilir bir yaklaşım olabileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ahşap koruma, Nanomalzeme ve Sürdürülebilir Yaklaşımlar

1. Introduction

Wood is a commonly used material for a range of applications such as furniture, construction, and paper production. However, its vulnerability to external factors like insects, water, and fire can have negative impacts on its aesthetic and structural properties. Traditional methods of protecting wood, such as chemical treatments and coatings, may have detrimental effects on both the environment and human health. Therefore, it is essential to explore more sustainable alternatives (Changotra et al., 2024; Raftery et al., 2024) to ensure the longevity and eco-friendliness of wood-based products.

One potential alternative is the use of nanotechnology in wood protection. By applying nanoparticles and nanocomposites to wooden surfaces (Ramazanoğlu, 2023a, 2023b) these materials can provide greater protection against decay and other types of damage while improving the mechanical properties of wood (Changotra et al., 2024; Raftery et al., 2024).

Biopolymers, such as chitin, chitosan, starch, gelatin, and zein, etc., represent a viable alternate solution for wood coating formulations both in terms of commercial and protective efficiency (Bulian & Graystone, 2009). One advantage of using biopolymers in wood conservation and protection is related to their high compatibility with polar adhesives. They also have improved biodegradability at the end of the life cycle, and the highly polar surface of the wood has a good affinity towards protein-based or cellulose derivate biopolymers.

Effective methods have been developed to address the challenges associated with using biopolymers in coatings formulations for wood protection. These challenges include insolubility in water, solubility in acid solutions, and high viscosity of their solutions. To overcome these challenges, ionic liquids have been employed as efficient solvent media for biopolymers. These techniques have been successfully applied to better preserve wood surfaces and protect against UV radiation (Croitoru et al., 2015; Garcia et al., 2010; Patachia et al., 2012).

Chitosan, a biopolymer derived from crustacean shells, has shown promise as a wood preservative either alone or as an additive in antifungal formulations (Alfredsen et al., 2004; Bhatt et al., 2024; Eikenes et al., 2005). Studies have found that chitosan with high molecular weight exhibits greater efficacy against wood decay fungi than chitosan with low molecular weight (Eikenes et al., 2005). Chitosan has also been studied as a potential protection agent against mold fungi such as *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus flavus*, and *Aspergillus niger* in historic artifacts located in dry Egyptian environments (El-Gamal et al., 2016). The concentration of chitosan was found to be positively correlated with its effectiveness in

protecting the wood against mold fungi for an efficient physical and chemical stabilization of chitosan on the wood surface that confers an enhanced antifungal protection, it is required to use it in combination with other polymers, e.g. polyethylene glycol (PEG), which initially reacts with wood, thus creating anchors for chitosan (Nowrouzi et al., 2016).

An interesting approach is to use lignin, a biopolymer isolated from the wood structure, as a UV stabilizer in wood coating formulations (Schaller & Rogez, 2007). Phenols leached from lignin can be absorbed by treated wood surfaces and act efficiently as biocides when testing against rot fungi (Chirkova et al., 2011). Lignin ester-based derivatives, such as lignin modified by reaction with lauroyl chloride, can be efficiently used as hydrophobization agents on the wood surfaces in protective coatings formulations (Gordobil et al., 2017). High performance coatings with improved thermal stability, better film-forming ability, enhanced hydrophobization action, as well as high adhesion towards wood surfaces are represented by high-lignin-content bio-based polyurethane systems (Griffini et al., 2015).

Ultrasonic waves can create a "sponge effect" in materials, similar to the motion of squeezing and releasing a sponge, which results in the rapid removal of moisture from a material immersed in liquid (Wan et al., 1992; Marangoni Júnior et al., 2023). This effect, in combination with the mechanical and physical effects of ultrasound, can contribute to many of the effects of diffusion (Floros & Liang, 1994). The resulting new microscopic channels in porous materials reduce the diffusion boundary layer and increase mass transfer (Tarleton, 1992; De la Fuente-Blanco et al., 2006; Ramazanoğlu et al., 2020b).

Recent studies have shown that using ultrasonic baths as a pretreatment can significantly reduce drying time and speed up the overall process (Ramazanoğlu et al., 2020a, 2020b) (Aversa et al., 2011; Jangam, 2011; Wang et al., 2024). This is due to several factors, including an increase in mass transfer rate (García-Pérez et al., 2009); (García-Pérez et al., 2011), enhanced water penetration (Bantle & Eikevik, 2011; He et al., 2017), an increase in wood-specific permeability coefficient (Han et al., 2023), loss of cellular adhesion, formation of wider cell gaps, rupture of cell walls, and formation of larger channels (He et al., 2017)

This study aims to increase the resistance of solid wood to water and fire by using the synergic effect of both positively charged biopolymer chitosan, ZnO, SnO₂ nanoparticles and synthetic hydrophobic polymer (HP) on the wooden surface without requiring additional energy under room conditions. The goal is to provide a more realistic, cost-effective, energy-efficient, and low-labor approach that can increase the competitiveness of large-scale production and provide affordable and high-quality materials for consumers.

The results indicate that the use of nanoparticles in the impregnation method partially increases the resistance of solid wood to water and fire under room conditions without requiring additional energy. This approach has the potential to provide a cost-effective and sustainable alternative for protecting wooden materials in large-scale applications. Furthermore, the use of nanotechnology can enhance the mechanical properties of wood and increase its durability, making it a more attractive option for the construction, furniture, and paper production industries.

2. Material and Method

2.1. Material

A local market was the source of 100% Birchwood wooden stirrers, which were produced from sapwood and were equally sized with a thickness of 1.00 mm, a width of 5.00 mm, and a length of 110 mm. These stirrers were used in this study. The required materials, including Chitosan (Cas no: 9012-76-4), Acetic acid (CH_3COOH % 99.8-100.5 Cas no: 27225-2.5L-R), and Hydrophobic polymer (HP), were also purchased from a local market. Additionally, TEKKIM company supplied TK.200650.05001 Ethyl alcohol (EtOH) 96% Teksoll Extra pure, TK.090250.05001 Isopropyl alcohol (2-Propanol), and TK.92008501002 Zinc Nitrate Hexahydrate [$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] Extra pure, while MERCK company provided Tin(II) chloride dihydrate ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Color change measurements were conducted using a spectrophotometer device (PCE-CSM 10 model) at the FIBROBETON R&D center. Surface roughness measurements were taken using an optical profilometer device (Phase View brand), while thermogravimetric and differential thermal analyses (TGA/DTA) were performed using a device (DTG 60H - DSC 60TGA model / Shimadzu brand). Additionally, Scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray analysis (SEM-EDX) imaging and measurements were carried out using equipment (FEI brand / Quanta FEG 250 model) at the Scientific and Technological Research Application and Research Center (DÜBİT).

2.2. Method

2.2.1. Preparation of wood samples

Using an ultrasonic frequency of 40 kHz, wood samples were subjected to a 15-minute washing cycle in an ultrasonic bath with pure water at a temperature of 25°C. Ramazanoğlu and Özdemir found that applying optimum ultrasonic conditions for 15 minutes at 25°C can result in an $80\pm 2\%$ reduction in drying time (Ramazanoğlu et al., 2020a). Ultrasonic baths are often used as a pretreatment in drying processes to reduce the overall processing time. This is because ultrasonic waves can create a "sponge effect" in materials, which can rapidly remove moisture and increase mass transfer, among other effects. Therefore, ultrasonic baths can be an effective and efficient method for reducing the drying time of materials.

A diagrammatic illustration outlining the procedure for creating the wooden substrate and solutions is presented in Figure 1.

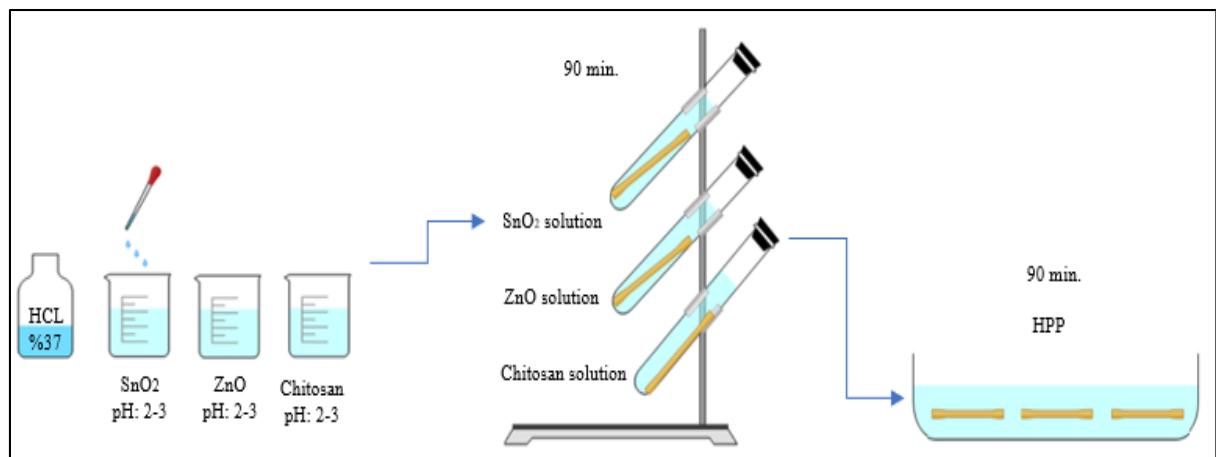


Figure 1. Displays a schematic representation of the process involved in producing the wooden substrate and solutions.

2.2.2. Preparation of solutions

Two solutions were prepared: a 200 mL solution of 0.5 M Zinc Nitrate [$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] for application to wooden samples, and a 200 mL solution of 0.5 M Tin (II) Chloride Dihydrate ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in a water-to-ethanol ratio of 2:1. The process of preparing wooden surfaces and solutions is depicted in Figure 1.

The pH of the solutions was adjusted to 2-3 using 37% hydrochloric acid (HCl) to ensure the nanoparticles in the solution were positively charged (Figure 1). Next, wooden samples (1.00 X 5.00 X 110 mm) with negatively charged surfaces due to the presence of hydroxyl groups were submerged in three different solutions containing positively charged particles (Zhou & Fu 2020). The samples were left for 90 minutes, during which time the

positively charged particles were attracted to and adhered to the lignocellulosic surface of the wooden samples through electrostatic forces. Finally, the wood samples were rinsed with distilled water and dried in an oven at 60°C for 1 hour.

2.2.3. Color measurements

The color of wood is an important characteristic that can be affected by various factors, including surface functionalization. To measure color changes on lignocellulosic surfaces, the PCE-CSM 10 spectrophotometer was used in this study (Figure 2). It was applied to 7 samples, namely Wood (W), Wood-Chitosan (W-Ch), Wood-SnO₂ (W-SnO₂), Wood-ZnO(W-ZnO), Wood-Chitosan-HP (W-Ch-Si), Wood-SnO₂-HP (W-SnO₂-Si), and Wood-ZnO-HP (W-ZnO-Si). Each sample was repeated three times, and the average value was



calculated.

Figure 2. PCE-CSM 10 spectrophotometer.

This device measures color according to the CIE Lab* color space standard, which provides an

objective and standardized way of quantifying lightness (L^*), red/green position (a^*), and yellow/blue position (b^*) for a given color. The L^* value indicates the brightness value of a color, while the a^* and b^* values represent the color position on green-red and blue-yellow scales, respectively.

The CIE Lab* color space is widely used in industries such as printing, textiles, paint, and cosmetics to ensure accurate and consistent measurement and specification of color. This standard provides a reliable way of determining color differences and transmitting color information. Therefore, it has become a popular choice for color analysis in many fields Gilchrist and Nobbs, (1999).

2.2.4. Optical profilometer

The surface parameters obtained from the optical profilometry Phase View brand (Figure 3) include S_a , which represents the average apsidal height of the surface, S_q , which represents the average quadratic height, S_{sk} , which represents the slope of the surface, S_{ku} , which represents the flatness, S_v , which represents the volumetric asymmetry, S_p , which represents the average volumetric asymmetry, S_t , which represents the total asymmetry value, and S_z , which represents the overall surface roughness average.



Figure 3. Optical Profilometer device.

As for the profile parameters: R_a represents the average surface roughness, R_q represents the root mean square deviation of the profile height from its mean line, R_{sk} represents the curvature of the profile, R_{ku} (Kurtosis) represents a value that measures the conical accuracy of the surface texture relative to the mean line, R_v (Mean Depth of Surface Profile) represents the average roughness over the evaluation length, R_p (Peak-to-Valley Roughness) represents the maximum deviation of the profile height from its mean line over the evaluation length, representing the maximum surface roughness height, R_t (Total Roughness) represents the total height of the roughness, including peaks and valleys over the evaluation length, and R_z (Average Maximum Profile Height) represents the average of the R_{ti} values calculated over the evaluation length, representing the average maximum value of the surface profile height.

2.2.5. TGA analysis

The TGA and DTA experiments were performed to study the thermal behavior of the samples. TGA was used to determine the amount and rate of weight loss, the temperatures at which degradation or decomposition occurs, and the residual weight after processing. DTA was used to identify phase changes and to determine the thermal properties of the samples.

For TGA analysis, a DTG-60H detector with a platinum cell was used in Düzce University. The experiments were conducted under a nitrogen atmosphere with a flow rate of 50 ml/min. The sample weight used for the analysis ranged between 6,000 to 9,000 mg.

Overall, the combination of TGA and DTA techniques provided valuable insights into the thermal stability and behavior of the samples.

2.2.6. SEM and EDX analysis

SEM and EDX analyses were conducted to examine the generated samples. The SEM images were obtained using the FEI Quanta FEG 250 model device located in the Central Research Laboratory at Duzce University. Prior to the SEM analysis, the samples were dried for 24 hours at 105°C. Since the samples had an insulating property, they were first made conductive and coated with a 5 nm thick layer of gold-palladium using a sputtering device in a suitable potential plasma environment before imaging. The coated samples were then placed on the microscope and stimulated with an area-emission gun at a specific height for imaging. Images were captured at both 30-micron and 300-micron sizes. EDX analysis was also performed to identify the elemental composition of the samples.

2.2.7. Water uptake (%)

The water uptake (%) values of the wood samples, which were measured by weighing after being soaked in water for 24 hours (Figure 19), were calculated using formula (1).

$$SW = \frac{M_w - M_d}{M_d} \times 100$$

(1)

Where M_d is the initial weight of the sample (g), M_w is the weight of the sample after immersion in water (g), and SW is the water uptake ratio (%).

3. Results and Discussion

3.1. SEM & EDX Analyses

The SEM and EDX images of the massive wood sample are presented in Figures 4-7. Figure 4 shows the elemental analyses of the wood surface with SEM and EDX images. The EDX spectrum in Figure 4 shows peaks for carbon (C) and oxygen (O), which are the main components of wood such as cellulose, hemicellulose, and lignin. The SEM image reveals that the lumens and channels are clearly visible without any coating or nano-accumulation on the wood surface.

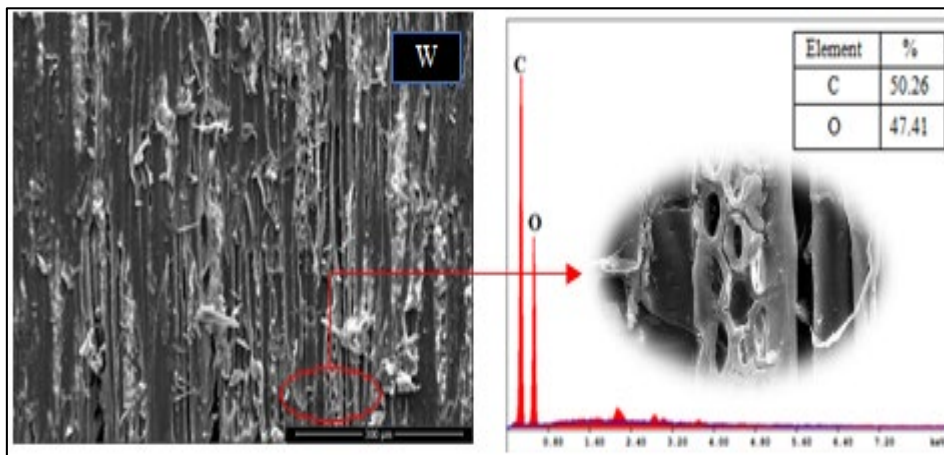


Figure 4. SEM and EDX images of the massive wood surface are presented with elemental analyses.

Figure 5 displays the SEM image and EDX analysis of the wood surface impregnated with chitosan solution positively charged by adding HCl for 90 minutes. The EDX spectrum analysis showed the emergence of the nitrogen (N) peak, indicating the attachment of chitosan to the lignocellulosic surface. The lumens were found to be closed due to the accumulation of chitosan on the surface.

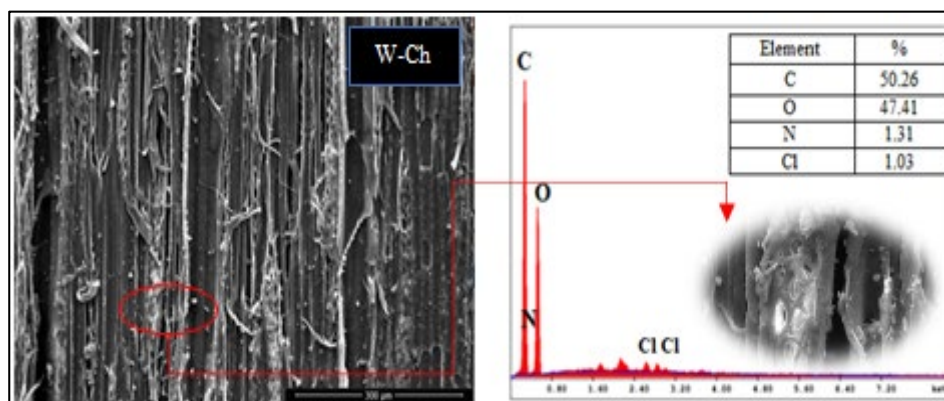


Figure 5. Elemental composition of the wood-chitosan (W-Ch) surface

In Figure 6, the SEM image and EDX analysis of the wood surface with positively charged ZnO nanoparticles accumulation are presented. The EDX spectrum analysis revealed that 42.35% C, 45.79 % O, and 9.76% Zn were adsorbed by the surface. The ZnO accumulations were observed to accumulate along the lumens and channels compared to the solid surface.

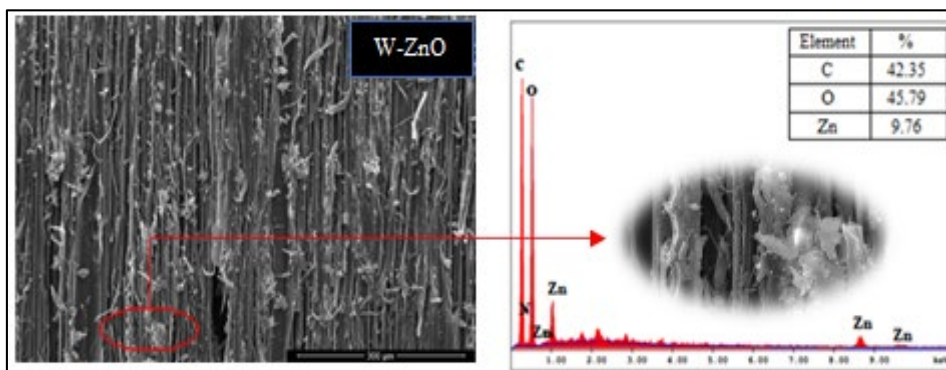


Figure 6. SEM and EDX analyses of the W-ZnO surface.

Figure 7 SEM and EDX analyses of the massive sample immersed in a solution containing positively charged SnO₂ particles. SEM and EDX analyses of the W-SnO₂ surface are depicted in indicating the presence of tiny particles on the wood surface.

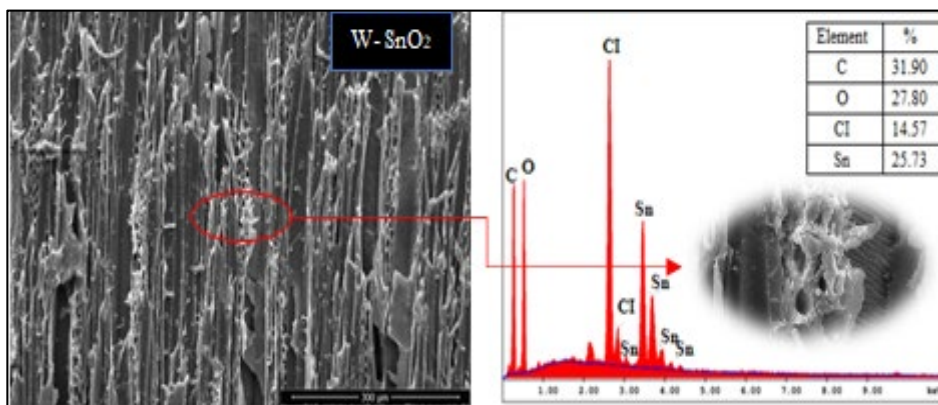


Figure 7. SEM and EDX analyses of the W-SnO₂ surface.

According to the EDX results, it was determined that tin (Sn) particles are located on the wood surface at a rate of 25.73% due to electrostatic forces of negatively charged hydroxyl groups. The SEM images also show SnO₂ particle adhesions.

Figures 8-10 display the SEM and EDX spectra obtained after the silanization of wood samples with HP.

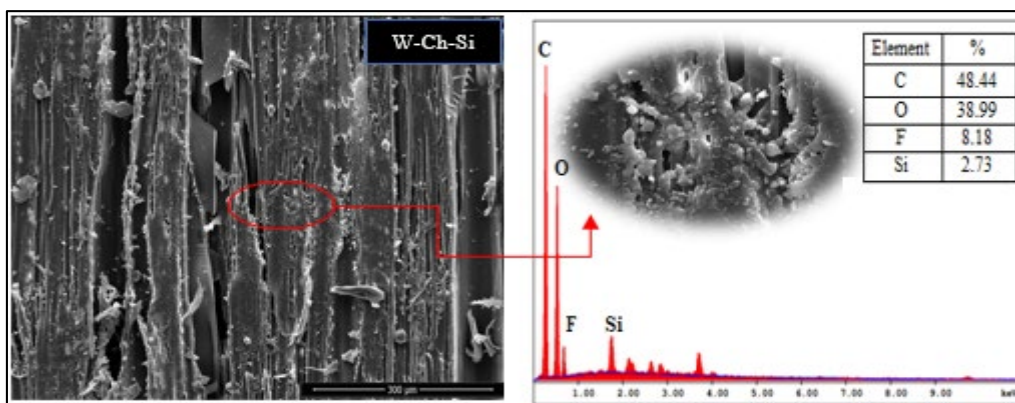


Figure 8. SEM and EDX analyses of the W-ZnO-Si surface.

The presence of F and Si peaks, which constitute 8.18% and 2.72%, respectively, indicates that HP adheres to the lignocellulosic surface where chitosan is located. The abundance of C and O peaks can be attributed to the presence of chitosan, while the typical cellulose peaks are also evident (Figure 8).

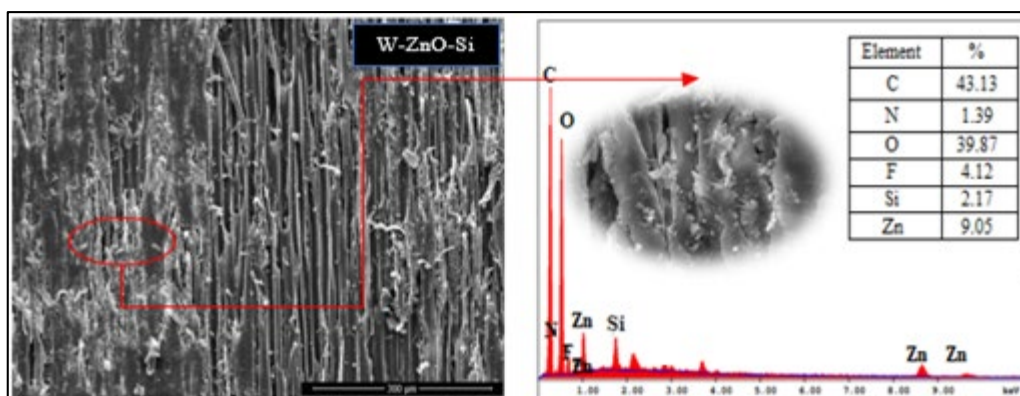


Figure 9. SEM and EDX analyses of the W-ZnO-Si surface.

Once again, it is feasible to detect Si and F peaks on the ZnO particle-functionalized wood surface, with values of approximately 2.17% and 4.12%, respectively. The occurrence of these peaks confirms that the surface has undergone hydrophobization, forming a top layer (Figure9).

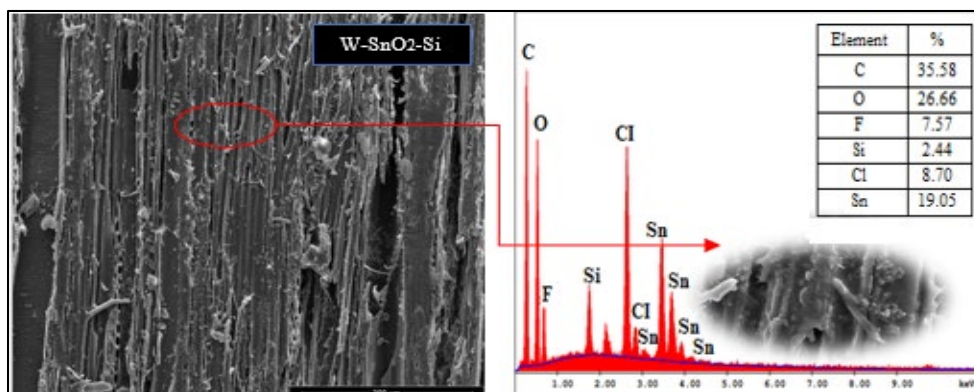


Figure 10. SEM and EDX analyses of the W-SnO₂-Si surface

Following silanization of the W-SnO₂ sample, peaks corresponding to F and Si were observed at 7.57% and 2.44%, respectively. Additionally, an 8.70% peak was detected, which is attributed to the presence of Tin(II) chloride salt. The peaks for C and O were identified as belonging to the lignocellulosic surface, representing 35.58% and 26.66%, respectively. SEM analysis revealed that the silanized surface exhibited a Waxy structure, characteristic of HP agents (Figure 10). This unique surface structure holds significant importance in creating biomimetic forms on various surfaces, as noted by (Ramazanoğlu and Özdemir, 2022).

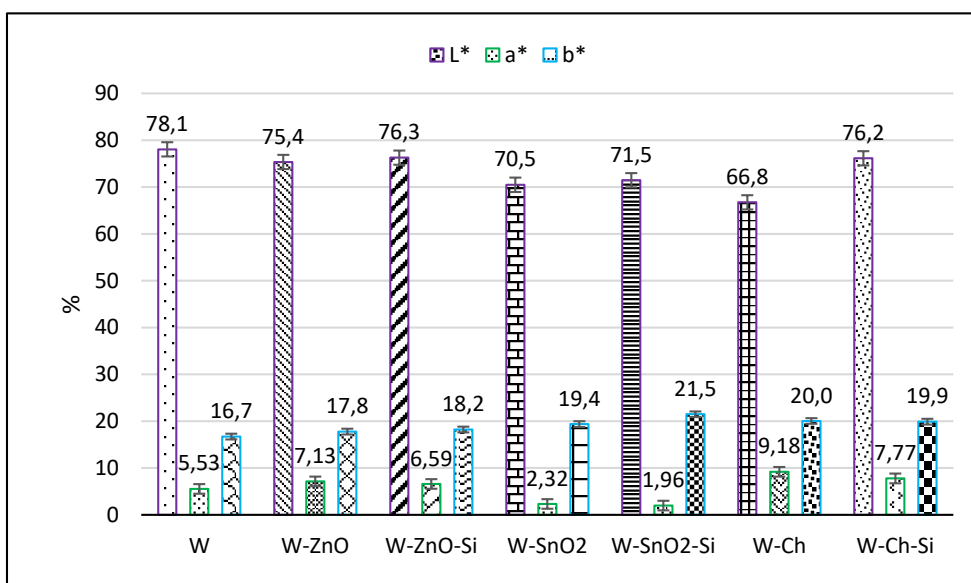


Figure 11. Color change parameters.

3.2. Color analysis

The color change parameters of the control sample were measured as L*, a*, and b* with values of 78.1%, 5.53%, and 16.7%, respectively. The wooden surface coated with ZnO particles exhibited a 3.87% decrease and measured 75.4% in the L* parameter, indicating whitening of the surface. The a* parameter, which represents changes in the red/green color tones, showed an increase of 28.9% and was measured as 7.13%. Meanwhile, the b* parameter, representing changes in yellow/blue tones, increased by 6.58% and was measured as 17.8%. Color parameter changes were observed in the wooden surface after each application.

The wooden surface functionalized with SnO₂ particles exhibited a decrease of 9.73% and 58.0% in L* and a* color parameters, respectively, which were found to be 70.5% and 2.32%, while the b* parameter showed an increase of 16.2% and was measured as 19.4%. The W-SnO₂-Si sample showed an 8.45% and 64.5% decrease and was observed as 71.5%

and 1.96% in L^* and a^* parameters, respectively. Meanwhile, the b^* color parameter showed an increase of 28.7% and was calculated as 21.5%.

After the location of Ch particles, the L^* value of the lignocellulosic surface was found to be 66.8%, which represented a 14.4% decrease. The a^* and b^* parameters increased by 66.0% and 19.7%, respectively, and were obtained as 9.18% and 20.0%. The W-Ch-Si sample exhibited a 2.43% decrease in L^* value, and an increase of 40.5% and 19.1% in a^* and b^* parameters, respectively. These values were also recorded as 7.77% and 19.9%, respectively (Figure 11). As seen, these color parameter changes are specifically attributed to the nanoparticles, which can be evaluated as characteristic properties (Ramazanoğlu et al., 2020b).

3.3. Optical Profilometer

Optical profilometry is a non-contact measurement technique used to determine the surface profile, height, and shape of objects. The profilometer shines light onto the surface of the object and measures the amount of reflected light. This information is then used to create a three-dimensional image of the surface, which can be used for various purposes such as determining surface roughness, detecting surface defects, and measuring surface heights. In this study, evaluating the surface morphology through the surface roughness parameters of R_a and R_z would be a more objective approach.

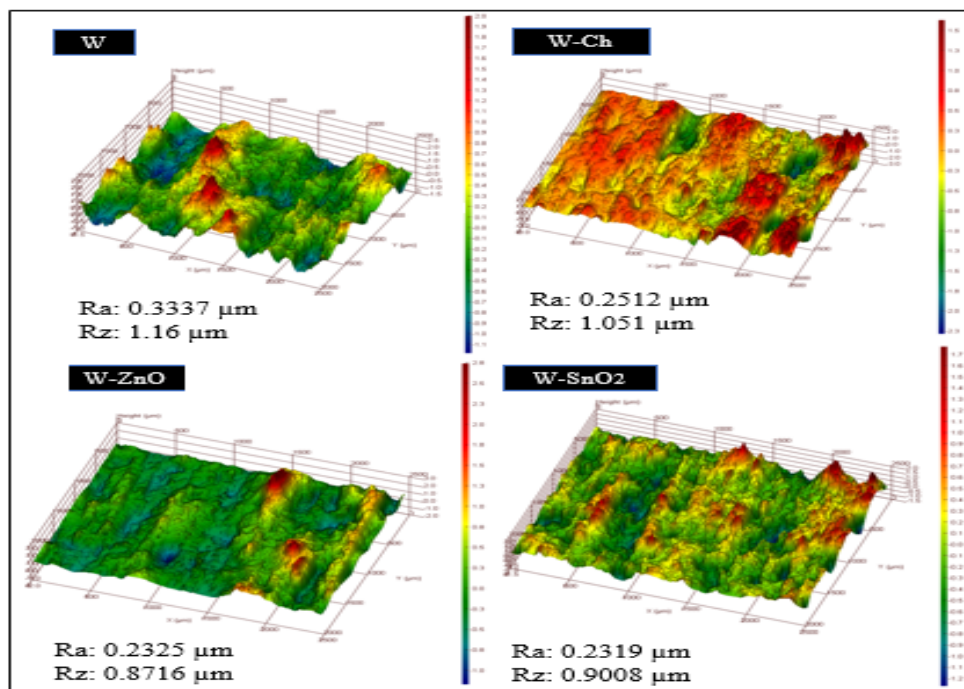


Figure 12. Illustrates the surface roughness of the massive(W), chitosan-treated (W-Ch), Zinc Oxide-treated (W-ZnO), and Tin Oxide-treated (W-SnO₂) samples, respectively.

The surface profile parameters of the untreated bulk control sample were measured as Ra: 0.3337 μm and Rz: 1.16 μm (Figure 12). The surface parameter values for the W-Ch sample treated with positively charged chitosan particles were determined as Ra: 0.2512 μm and Rz: 1.051 μm (Figure 10). It was observed that after impregnation of the surface with chitosan, there was a 24.7% decrease in the arithmetic average roughness value Ra, while the average maximum height of the profile decreased by 30.3% compared to the bulk due to the location of Zinc Oxide (ZnO) particles on the wood surface, with Ra decreasing to 0.2325 μm and Rz decreasing by 24.8% to 0.8716 μm . Following impregnation with a tin solution, the surface parameter values were found to be Ra: 0.2319 μm and Rz: 0.9008 μm , respectively, indicating a decrease of 30.5% and 22.3% (Figure 12).

After silanization, the surface roughness of samples treated with Zinc Oxide (W-ZnO), Tin Oxide (W-SnO₂), and Chitosan (W-Ch), respectively, was measured and recorded in Figure 13.

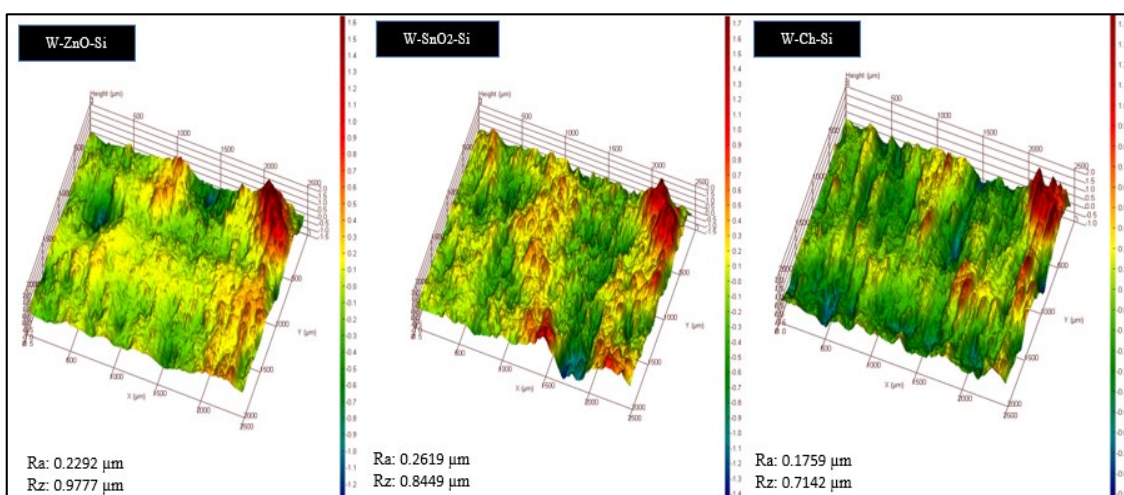


Figure 13. Surface roughness values of samples after silanization.

The surface tension of whole samples is illustrated in Figure 14.



Figure 14. The surface tension of whole samples.

Following the hydrophobization of the ZnO-treated surface using HP, a decrease of 1.41% was observed in the average surface roughness parameter Ra, resulting in a value of 0.2292 μm . In contrast, the Rz value increased by 12.2% to 0.9777 μm . The roughness parameters Ra and Rz for W-SnO₂-Si were determined as 0.2619 μm and 0.8449 μm , respectively, and are depicted in Figure 11. The roughness parameters for W-Ch-Si samples were calculated as Ra: 0.1759 μm and Rz: 0.7142 μm , indicating a reduction of approximately 29.9% and 32.0%, respectively, due to the formation of the HP's waxy top layer (Ramazanoğlu & Özdemir, 2022a). This biomimetic surface topography is essential for surface tension, as illustrated in Figure 14.

3.4. Thermogravimetric analysis

Thermogravimetric analysis (TGA) is a widely used analytical technique that measures how the weight of a sample changes with temperature. It is employed to study the thermal behavior of materials, including the amount and rate of weight loss, the temperatures at which degradation or decomposition occurs, and the residual weight after processing. TGA finds broad applications in various fields, such as materials science, chemistry, and environmental science, to determine thermal stability, composition, and assess the purity and contamination of materials. The technique is based on the principle that the weight of a sample changes due to physical or chemical processes (such as evaporation, oxidation, and decomposition) resulting from heating. In this study, the thermal stabilization of wood samples functionalized with nanoparticles in surface impregnation was compared. Figure 15 presents the TGA and DTA graphs for solid wood after Tin and HP treatment. After accumulation of Ch, ZnO and SnO₂ nanoparticles on lignoselulosic surfaces TGA and DTA spectrums were given Figures 15-16.

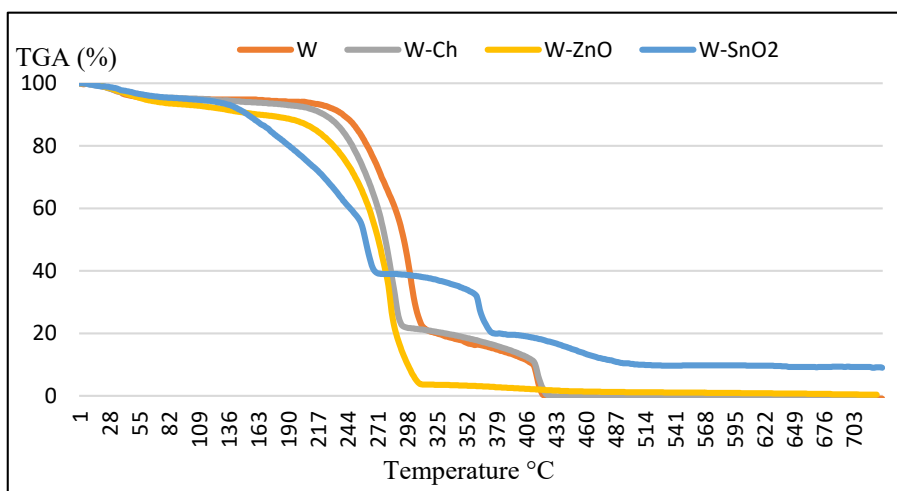


Figure 15. TGA spectra of the treated surface with nanoparticles.

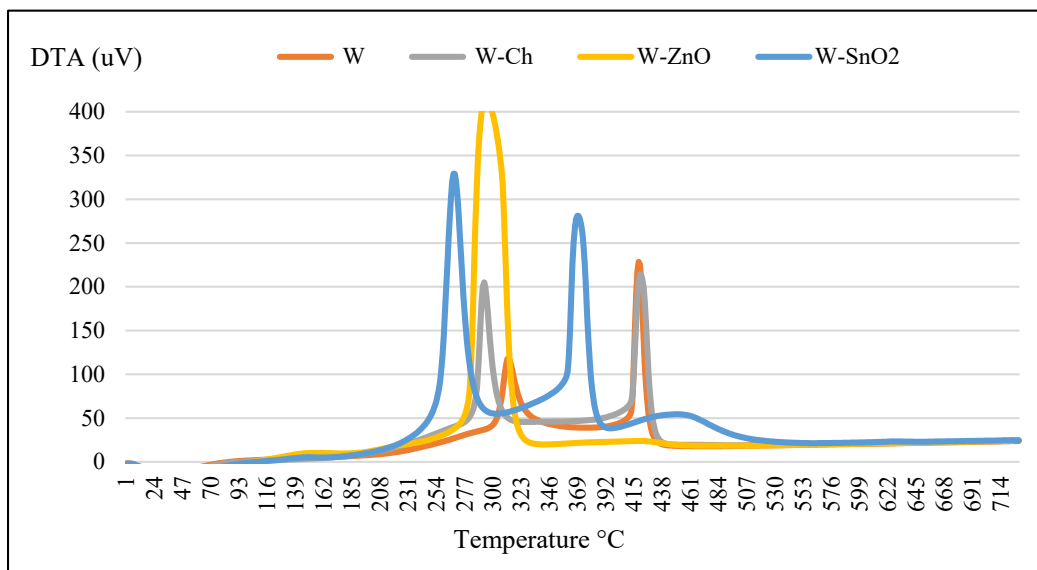


Figure 16. DTA spectra of the treated surface with nanoparticles.

The TGA curves of the Control (W) and functionalized W-Ch, W-ZnO, and W-SnO₂ samples exhibit similar weight loss up to 100°C (Figure 13). This may be attributed to the departure of water molecules from the lignocellulosic structure (Ramazanoğlu & Özdemir, 2022b). The shoulder observed at 350-363°C in the massive sample (W) could be due to the depolymerization of hemicellulose, resulting in a weight loss of 37.6%, while the second largest decomposition peak at 458-478°C may be attributed to cellulose degradation, causing a weight loss of 16.7%. The hemicellulose loss in the W-ZnO sample occurred at temperatures ranging from 338-387°C with a weight loss of 85.4%, while a possible cellulose decomposition was indicated by a weight loss of approximately 2.07% between 365-462°C (Figure 16). Figure 17 displays the TGA spectra of the wood samples that underwent hydrophobization, while Figure 16 shows the DTA spectra of the samples after silanization.

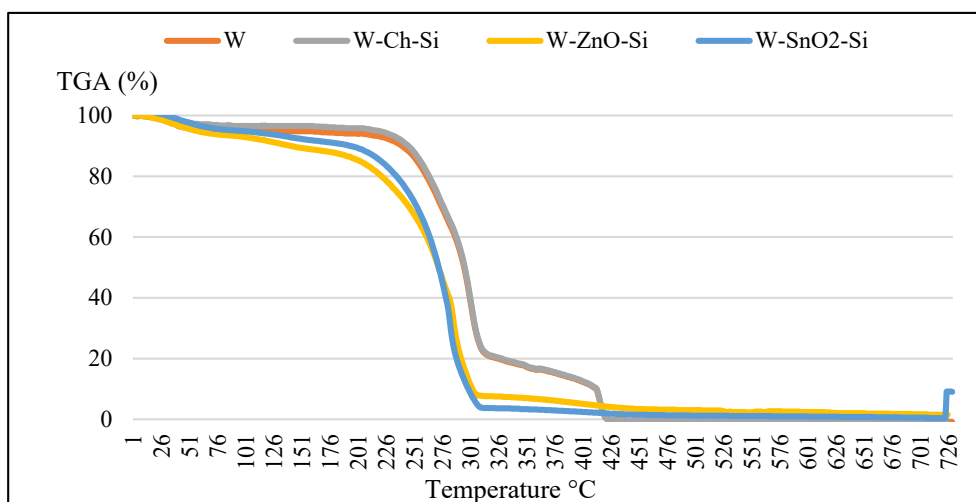


Figure 17. TGA spectra of the wood samples after hydrophobization.

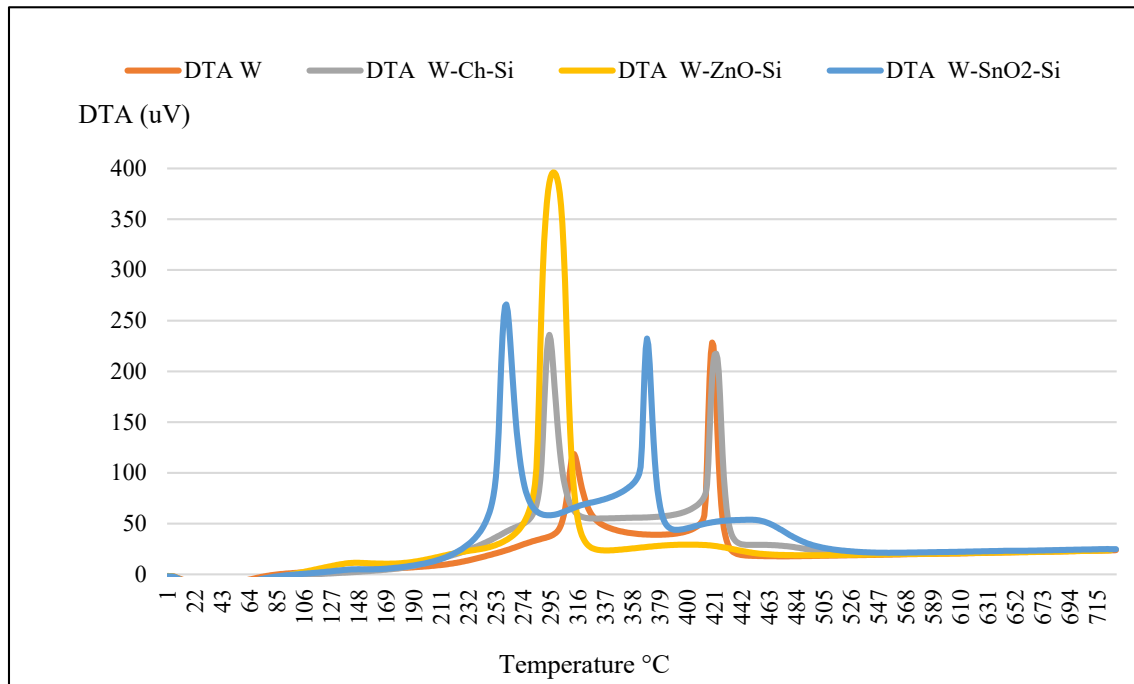


Figure 18. DTA spectra of the samples following silanization.

After silanization with HP, the W-Ch-Si sample exhibited a weight loss of 75.7% between temperatures of 339-363°C, and a weight loss of 16.5% at 482°C, which was likely attributed to functional groups outside of the biomass. In the case of W-SnO₂-Si, the first weight loss of 34.8% was observed between 306-333°C, followed by a second weight loss of 18.9% between 417-435°C. For the W-ZnO-Si sample, a weight loss of 80.5% was observed between 338-387°C, while a weight loss of 4.24% occurred between 372-445°C (figures 17-18).

For the W-Ch-Si sample:

- A weight loss of 75.7% between temperatures of 339-363°C
- A weight loss of 16.5% at 482°C

For the W-SnO₂-Si sample:

- The first weight loss of 34.8% was observed between 306-333°C
- A second weight loss of 18.9% between 417-435°C

For the W-ZnO-Si sample:

- A weight loss of 80.5% was observed between 338-387°C
- A weight loss of 4.24% occurred between 372-445°C

Based on the weight loss patterns provided, the samples can be ranked in order of thermal stability. The most stable sample is W-SnO₂-Si because it exhibits weight loss at the highest

temperature. The second most stable sample is W-Ch-Si, and the least stable sample is W-ZnO-Si because it exhibits weight loss at the lowest temperature. This ranking provides valuable information for selecting the most suitable wood protection approach for specific applications. It also highlights the potential of nanoparticle impregnation with hydrophobic polymer for enhancing the thermal stability of lignocellulosic materials, which is a key factor in preventing the negative effects of adverse weather conditions.

3.5. Water uptake (%)

The bar chart above illustrates the water absorption values of test and control samples under different conditions. The first bar represents the massive sample (W) immersed in water for 24 hours, which showed a 61% increase in water absorption. The next three bars represent samples functionalized with chitosan (Ch), zinc oxide (ZnO), and tin dioxide (SnO₂) nanoparticles. These samples exhibited increased hydrophilicity, as indicated by the respective increases in water absorption values of 71.0%, 73.0%, and 64.0%. The last three bars represent the samples that underwent silanization with HP, which resulted in lower water absorption values of 47.0%, 46.0%, and 45.0% (Ramazanoğlu & Özdemir 2021; Ramazanoğlu et al., 2022) After silanization, the hydrophobicity of samples W-Ch-Si, W-ZnO-Si, and W-SnO₂-Si was improved by 22.9%, 24.5%, and 26.2% respectively.

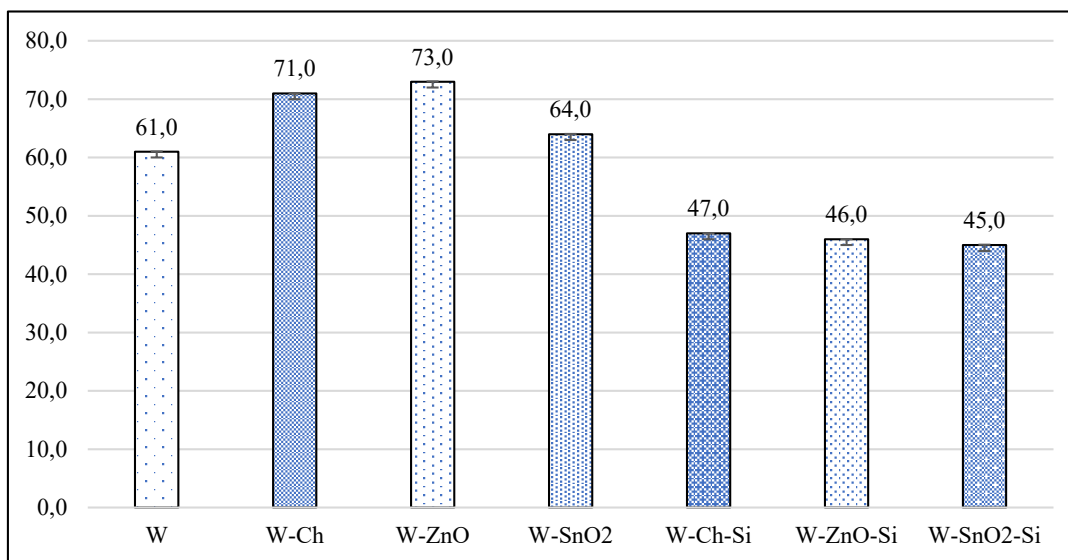


Figure 19. Water intake ratios (%)

The study suggests that functionalizing massif samples with nanoparticles can increase their hydrophilicity, while silanization with HP can reduce it. These findings have important implications for developing materials with controlled hydrophilicity with various applications.

4. Results

According to TGA and DTA analysis, the mass loss of untreated wood (W) started earlier than the functionalized samples. The shoulder observed at 350-363°C in the massive sample (W) could be due to the depolymerization of hemicellulose, resulting in a weight loss of 37.6%, while the second largest decomposition peak at 458-478°C may be attributed to cellulose degradation, causing a weight loss of 16.7%. The weight loss for the W-Ch-Si sample was 75.7% between temperatures of 339-363°C, and a weight loss of 16.5% at 482°C. For the W-ZnO-Si sample, a weight loss of 80.5% was observed between 338-387°C, while a weight loss of 4.24% occurred between 372-445°C. The weight loss for the W-SnO₂-Si sample was 34.8% between 306-333°C, followed by a weight loss of 18.9% between 417-435°C. After silanization, the hydrophobicity of samples W-Ch-Si, W-ZnO-Si, and W-SnO₂-Si was improved by 22.9%, 24.5%, and 26.2% respectively. In terms of fire resistance, the most stable sample was W-SnO₂-Si, with a weight loss of 18.9% between 417-435°C, followed by W-Ch-Si with a weight loss of 16.5% at 482°C, and the least stable was W-ZnO-Si, with a weight loss of 4.24% between 372-445°C. Overall, the attachment of nanoparticles to the surface through the impregnation method was successful, resulting in improved thermal stability and water resistance. The addition of hydrophobic agents such as HP has further enhanced the resistance against combustion, making this wood protection method with nanoparticles highly cost-effective in terms of energy and labor.

Acknowledgments

The corresponding author would like to express gratitude to Mr. Muhammed MARAŞLI, a Fibrobeton board member, and all Fibrobeton R&D center employees for their support in conducting the color measurement analysis. Additionally, appreciation is extended to Prof. Dr. Serkan SUBASI for providing access to the Duzce University Composite laboratory facilities. Furthermore, this study was supported by TÜBİTAK - 2218 Postdoctoral Fellowship Project ID: 122C050.

References

- Alfredsen, G., Eikenes, M., Miltz, H., & Solheim, H. (2004). Screening of chitosan against wood-deteriorating fungi. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19, 4–13.
- Aversa, M., van der Voort, A. J., de Heij, W., Tournois, B., & Curcio, S. (2011). An Experimental Analysis of Acoustic Drying of Carrots: Evaluation of Heat Transfer Coefficients in Different Drying Conditions. *Drying Technology*, 29(2), 239–244.

- Bantle, M., & Eikevik, T. M. (2011). Parametric Study of High-Intensity Ultrasound in the Atmospheric Freeze Drying of Peas. *Drying Technology*, 29(10), 1230–1239.
- Bhatt, S., Pathak, R., Punetha, V. D., & Punetha, M. (2024). Chitosan nanocomposites as a nano-bio tool in phytopathogen control. *Carbohydrate Polymers*, 331, 121858.
- Bulian, F., & Graystone, J. A. (2009). Wood coatings: Theory and practice. *Wood Coatings: Theory and Practice*, 1–320.
- Changotra, R., Rajput, H., Liu, B., Murray, G., & He, Q. (Sophia). (2024). Occurrence, fate, and potential impacts of wood preservatives in the environment: Challenges and environmentally friendly solutions. *Chemosphere*, 352, 141291.
- Chirkova, J., Andersone, I., Irbe, I., Spince, B., & Andersons, B. (2011). Lignins as agents for bio-protection of wood. *Holzforschung*, 65(4), 497–502.
- Croitoru, C., Patachia, S., & Lunguleasa, A. (2015). A mild method of wood impregnation with biopolymers and resins using 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride as carrier. *Chemical Engineering Research and Design*, 93, 257–268.
- De la Fuente-Blanco, S., Riera-Franco de Sarabia, E., Acosta-Aparicio, V. M., Blanco-Blanco, A., & Gallego-Juárez, J. A. (2006). Food drying process by power ultrasound. *Ultrasonics*, 44(SUPPL.), e523–e527.
- Eikenes, M., Alfredsen, G., Christensen, B. E., Militz, H., & Solheim, H. (2005). Comparison of chitosans with different molecular weights as possible wood preservatives. *Journal of Wood Science*, 51(4), 387–394.
- El-Gamal, R., Nikolaivits, E., Zervakis, G. I., Abdel-Maksoud, G., Topakas, E., & Christakopoulos, P. (2016). The use of chitosan in protecting wooden artifacts from damage by mold fungi. *Electronic Journal of Biotechnology*, 24, 70–78.
- Floros, J. D., & Liang, H. (1994). *Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials*. <https://research.polyu.edu.hk/en/publications/acoustically-assisted-diffusion-through-membranes-and-biomaterial>.
- Garcia, H., Ferreira, R., Petkovic, M., Ferguson, J. L., Leitão, M. C., Gunaratne, H. Q. N., Seddon, K. R., Rebelo, L. P. N., & Silva Pereira, C. (2010). Dissolution of cork biopolymers in biocompatible ionic liquids. *Green Chemistry*, 12(3), 367–336.
- García-Pérez, J. V., Cárcel, J. A., Riera, E., & Mulet, A. (2009). Influence of the Applied Acoustic Energy on the Drying of Carrots and Lemon Peel. *Drying Technology*, 27(2), 281–287.

- García-Pérez, J. V., Ozuna, C., Ortuño, C., Cárcel, J. A., & Mulet, A. (2011). Modeling Ultrasonically Assisted Convective Drying of Eggplant. *Drying Technology*, 29(13), 1499–1509.
- Gordobil, O., Herrera, R., Llano-Ponte, R., & Labidi, J. (2017). Esterified organosolv lignin as hydrophobic agent for use on wood products. *Progress in Organic Coatings*, 103, 143–151.
- Griffini, G., Passoni, V., Suriano, R., Levi, M., & Turri, S. (2015). Polyurethane coatings based on chemically unmodified fractionated lignin. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 3(6), 1145–1154.
- Han, T., Lu, M., Cui, S., Liu, S., Avramidis, S., & Qian, J. (2023). How does ultrasound contribute to the migration of extractives inside *Ailanthus altissima* wood? *Ultrasonics Sonochemistry*, 101, 106708.
- He, Z., Wang, Z., Zhao, Z., Yi, S., Mu, J., & Wang, X. (2017). Influence of ultrasound pretreatment on wood physiochemical structure. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 136–141.
- Jangam, S. V. (2011). An Overview of Recent Developments and Some R&D Challenges Related to Drying of Foods. *Drying Technology*, 29(12), 1343–1357.
- Marangoni Júnior, L., Augusto, P. E. D., Vieira, R. P., Borges, D. F., Ito, D., Teixeira, F. G., Dantas, F. B. H., & Padula, M. (2023). Food-Package-Processing relationships in emerging technologies: Ultrasound effects on polyamide multilayer packaging in contact with different food simulants. *Food Research International*, 163, 112217.
- Nowrouzi, Z., Mohebbi, B., & Younesi, H. (2016). Treatment of fir wood with chitosan and polyethylene glycol. *Journal of Forestry Research*, 27(4), 959–966.
- Patachia, S., Croitoru, C., & Friedrich, C. (2012). Effect of UV exposure on the surface chemistry of wood veneers treated with ionic liquids. *Applied Surface Science*, 258(18), 6723–6729.
- Raftery, G. M., Karami, Z., & Nicholson, C. L. (2024). Natural ageing of one-component polyurethane bonded preservative treated wood evaluated using fracture energy tests. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 132, 103681.
- Ramazanoğlu, D. (2023a). Composite Materials in Biomimetic Nanohybrid Structures for Analytical Chemistry, Surface Chemistry, and Corrosion. In *Farklı Mühendislik Yaklaşımlarıyla Kompozit Malzemeler- I*. Özgür Yayınları.

- Ramazanoğlu, D. (2023b). Nanotechnology and Architecture: Applications and Potential of Nanocomposites. In *Farklı Mühendislik Yaklaşımlarıyla Kompozit Malzemeler-II*. Özgür Yayınları.
- Ramazanoğlu, D., & Özdemir, F. (2021). ZnO-based Nano Biomimetic Smart Artificial Form Located on Lignocellulosic Surface with Hydrothermal Approach. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 21(1), 12–20.
- Ramazanoğlu, D., & Özdemir, F. (2022a). Biomimetic surface accumulation on *Fagus orientalis*. *Applied Nanoscience (Switzerland)*, 12(8), 2421–2428.
- Ramazanoğlu, D., Mohammed, Z. A., Khalo, I., & Maher, K. (2022). Aubergine-based Biosorbents for Heavy Metal Extraction. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 198–205.
- Ramazanoğlu, D., Özdemir, F., (2020a). Ahşap Yüzeyde Akıllı Nano Biyomimetik Hidrotermal Lokasyonlama. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2), 447–456.
- Ramazanoğlu, D., Özdemir, F., (2020b). Ön İşlem Olarak Uygulanan Ultrasonik Banyonun Ceviz Kaplamaların Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2), 479–484
- Schaller, C., & Rogez, D. (2007). New approaches in wood coating stabilization. *Journal of Coatings Technology and Research*, 4(4), 401–409.
- Tarleton, E. S. (1992). The role of Field-assisted techniques in solid/liquid separation. *Filtration & Separation*, 29(3), 246–238.
- Wan, P. J., Muanda, M. wa, & Covey, J. E. (1992). Ultrasonic vs. nonultrasonic hydrogenation in a batch reactor. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(9), 876–879.
- Wang, K., He, P., Wang, Q., Yang, Z., Xing, Y., Ren, W., Wang, J., & Xu, H. (2024). Ultrasound pretreatment enhances moisture migration and drying quality of mulberry via microstructure and cell-wall polysaccharides nanostructure modification. *Food Research International*, 184, 114245.
- Zhou, L., & Fu, Y. (2020). Flame-retardant wood composites based on immobilizing with chitosan/sodium phytate/nano-TiO₂-ZnO coatings via layer-by-layer self-assembly. *Coatings*, 10(3), 296. MDPI AG.

Modern Sayısal Herbaryumlar İçin Öne Çıkan Bir Model: Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi (DUOF) Sanal Herbariyumu *

A Featured Model for Modern Digital Herbaria: Duzce University Virtual Herbarium (DUOF)

 Serdar ASLAN¹,  Rasim Murat AYDINKAL²,  Necmi AKSOY¹,  Neval GÜNEŞ ÖZKAN¹

Özet

Dünyadaki büyük doğa tarihi müzeleri, milli herbaryumlar ve üniversitelere bağlı herbaryumlar çalışmaları kolaylaştırmak ve salgın hastalık veya uzak mesafelere örnek gönderiminin zorluğu gibi durumlarda erişimi kolaylaştırmak için depolanmış bitki örneklerini sayısallaştırmaya başlamışlardır. Türkiye’de 65 herbariyuma ait yaklaşık 1 milyondan fazla örnek bulunmaktadır. Fakat bu herbaryumların sadece 11 tanesi veritabanlarına kayıtlarını girmiş durumdadır. Bunlardan 6 tanesi örneklerini kısmen veya tamamen sayısallaştırmış durumdadır. DUOF Herbariyumu’nda 2009 yılında, veri girişi yalnızca örnek etiketi veri girişini içeriyordu. 2013 yılında örnek görüntü tarama işlemine başlanmıştır. Bu zamana kadar yaklaşık 11000 herbariyum örneği taranmış ve görüntüleri kaydedilmiştir. Bu görüntüler ve veriler Zoomify ve OtoburTM programı aracılığı ile, DUOF Sanal Herbariyum’u internet sitesinde sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: DUOF, sanal herbariyum, orman fakültesi, iş akışı, OtoburTM, Türkiye

Abstract

Major natural history museums, national and university herbaria around the world have started to digitize their stored plant specimens to facilitate studies and access in case of epidemics or difficulties in sending specimens to long distances. In Türkiye, there are more than 1 million specimens belonging to 65 herbaria. However, only 11 of them have entered their records into the databases. Six of these have partially or completely digitized their specimens. At the DUOF Herbarium in 2009, data entry only included specimen label data entry. In 2013, the sample image scanning process was initiated. To date, approximately 11000 herbarium specimens have been scanned and images recorded. These images and data are made available through Zoomify and the OtoburTM program on the DUOF Virtual Herbarium website.

Keywords: DUOF, virtual herbarium, faculty of forestry, workflow, OtoburTM, Türkiye

Geliş Tarihi: 16.01.2024 Düzeltme Tarihi: 29.04.2024 Kabul Tarihi: 14.05.2024

Adres¹: Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce

Adres²: Aydınkal Yazılım Danışmanlık Tic. Ve San. A.Ş., İsmetpaşa Mah. Atatürk Bulvarı, No 99A, Bafra, Samsun

E-mail: serdaraslan@duzce.edu.tr

*Bu çalışma DÜBAP tarafından desteklenen 2021.02.02.1254 no’lu BAP projesinden üretilmiştir.

1. Giriş

Herbaryumlar, belirli kurallar çerçevesinde toplanmış bitki örneklerinin, özellikleri korunarak kurutulduktan sonra bilimsel adlandırılması yapıp belirli boyutlardaki (27 × 42 cm) kartonlara, toplanma bilgileriyle beraber yapıştırılıp herbaryum dolaplarına yerleştirilerek arşivlendiği ve bitki taksonomisi, sistematik botanik, ekoloji, anatomi, morfoloji, koruma biyolojisi, biyoçeşitlilik, etnobotanik ve paleobotanik gibi birçok alanda karşılaştırmalı olarak materyal sağlayan kurum veya kuruluşlardır. Bununla birlikte eğitim amaçlarına uygun olarak araştırmacıların ve botaniğe ilgi duyan halkın eğitim ve öğretimi için gerekli ortamı sağlar (Özkul ve ark., 2020). Sanal herbaryumlar, fiziki bir herbaryumda bulunan örneklere ait bilgi ve görüntülerin internet ortamına aktarılarak, ulusal ve uluslararası araştırmacıların hizmetine sunulan ortamlardır. Bu sayede bulunduğunuz yere çok uzak bir herbaryuma ait verileri görebilme, inceleyebilme ve eldeki veriler ile karşılaştırma fırsatı sunarlar. Müze koleksiyonlarının sayısallaştırılması günümüzde oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Dünya çapında birçok doğa tarihi müzesi, botanik bahçesi, üniversite ve araştırma birimi herbaryumlarına ait sanal herbaryumlar bulunmaktadır. Bu kurumlar öncelikli olarak bilimsel çalışmalarını kolaylaştırmak ve koleksiyonlarına erişimi artırmak için sayısallaştırma işlemlerine başlamışlardır. Edinburgh Kraliyet Botanik Bahçesi (E), Kew Kraliyet Botanik Bahçeleri (K), Paris Doğa Tarihi Müzesi (P), Cenevre Herbaryumu (G), Viyana Üniversitesi (W, WU) ve Berlin-Dahlem (B) Herbaryumları gibi dünyanın en fazla sayıda bitki örneklerine sahip herbaryumlar da sayısallaştırma işlemlerini gerçekleştirmiştir (Takano ve ark., 2019). Örneklerini sayısal olarak erişime açan herbaryumların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Dünyada yaklaşık olarak en az bir herbaryuma sahip olan, 183 ülkeye kayıtlı 3567 aktif herbaryum bulunmaktadır. Bu herbaryumların ise 396 milyonun üzerinde bitki örneği barındırdığı bildirilmektedir (Thiers, 2022).

Türkiye’de ise Uluslararası Herbaryum Dizini’ne (Index Herbariorum) kayıtlı 65 herbaryum olmasına rağmen sanal herbaryum sayısı çok fazla değildir. Mevcut veri tabanlarının 7 tanesi örneklere ait görüntüleri de görebilme imkânı verirken [Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (DUOF); İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (ISTE); İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (ISTF); Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (IZEF); Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Herbaryumu (NGBB); Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Flora Uygulama ve Araştırma Merkezi Herbaryumu (VANF); İngiliz Arkeoloji Enstitüsü Herbaryumu (BIA) gibi] 4 tanesi de

sadece envanter taramasına (AIBU: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Herbaryumu; ARTH: Artvin Çoruh Üniversitesi Herbaryumu; EDTU: Trakya Üniversitesi Herbaryumu; GAZI: Gazi Üniversitesi Herbaryumu gibi) imkân vermektedir.

Sayısallaştırma işlemi birkaç temel görevi kapsamaktadır. Bunlar sırasıyla sayısallaştırma öncesi hazırlık ve evreleme, örnek görüntü yakalama, örnek görüntü işleme, elektronik veri yakalama ve coğrafi konum bilgilerinden oluşmaktadır (Nelson ve ark., 2012; Nelson ve ark., 2015; Thiers ve ark., 2016). Birçok çevrimiçi veri tabanı sadece görüntü, etiket verileri, konum bilgileri veya üçünün birleşimi olan verileri yayınlamaktadır. Örnek verilerinin çevrimiçi olarak kolayca erişilebilir ve aranabilir olması araştırma verimliliğini daha da artırmaktadır (Chapman, 2005). Daha önce koleksiyonları görmek için seyahat etmek gerektiğinden, bunun için harcanan zaman, daha çok veri toplamak için harcanabilir. Taksonomistler, türleri tanımlamak ve açıklama eklemek için genellikle sayısallaştırılmış koleksiyonları kullanabilirler. Ek olarak, örneklerin sayısallaştırılması örneklerdeki potansiyel hasarın önüne geçebilir (Schmull ve ark., 2005). Bu da tip örnekleri de dahil olmak üzere nadir ve özel örnekler için özellikle önemlidir. Erişime açık herbaryum örneklerinden oluşan çevrimiçi bir veri tabanı, kurumlar arasında bilgi paylaşımını teşvik ederek biyolojik çeşitlilik bilgi ağlarını oluştururlar. Çevrimiçi veriler, doğa tarihi koleksiyonları hakkında farkındalık yaratır ve bu zengin kaynakları eğitim ve araştırmaya açar. Botanik bilgilerini anlamak için kullanılan yeni kılavuzlar, kontrol listeleri ve diğer kaynaklar için bilgi derlemek, çevrimiçi veri tabanları tarafından büyük ölçüde kolaylaştırılmıştır (Harris ve Marsico, 2017).

Türkiye’de ilk sanal herbaryum çalışmalarına 2002 yılında 6000 örnekle IZEF herbaryumu başlamıştır (Öztürk ve Ege, 2014). Daha sonra bunu 23500 örnekle VANF takip etmiştir (Demirkuş ve ark., 2021). Yakın zamanda ise 6000 herbaryum örneği ve diğer arkeobotanik örnekleri içeren BIA Herbaryumu, sanal koleksiyonlarını oluşturmuştur, (Çayırmez ve ark., 2022). DUOF herbaryumunda ise 2018 yılında OtoburTM programının alınması ile yaklaşık 5400 örneğin tamamına yakını, sanal herbaryum üzerinden erişilebilir hale getirilmiştir. Geçen 5 yılda kalan örneklerin de taranması ile yaklaşık 11000 örnek erişilebilir hale gelmiştir. Sayısallaştırma çalışmaları ile salgın hastalık gibi olağanüstü durumlarda, ülkemizde ve dünyada bitki taksonomisi ve sistematik konularında çalışan araştırmacılar için sanal herbaryum veri tabanlarının sunmuş olduğu verilerin önemi artmıştır. Türkiye herbaryumlarının tümünü kapsayacak olan “TURKHERB: Ulusal Sanal Herbaryumlar Ağı”nın oluşturulması çalışmalarının ilk örnekleri arasında yer alan DUOF Sanal Herbaryumu, bu oluşuma önemli katkı ve altlık sağlayacaktır. Bu çalışmanın amacı,

Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbariyumu (DUOF)'nun sayısallaştırılması süreci hakkında bilgi vermek ve diğer herbariyumlar için bir örnek teşkil etmektir.

DUOF Herbariyumu'nun ve Sanal Herbariyum'un Kısa Bir Tarihi

DUOF Herbariyumu 2006 yılında kurulmuş, 2009 yılının Haziran ayında yapılan açılışla akademik camianın ve botanik bilimine meraklı araştırmacıların hizmetine açılmıştır. Kuruluşundan bugüne yaklaşık 11000 bitki örneğine DUOF barkod numarası verilerek veri tabanına kaydedilmiştir. Bu bitkiler lisans, yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları ile çeşitli araştırma projeleri ve kişisel araştırmalar kapsamında Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanmıştır.

2009 yılında veri girişi için, Microsoft Access tabanlı veri giriş programı kullanılmasına rağmen, bu program zamanla dönemin ihtiyaçlarına karşı yetersiz kalması sebebiyle veri girişi devam etmemiştir. Daha sonra Microsoft Excel programında veri girişine devam edilmiştir. 2013 yılından itibaren ise örneklerin taranması için EPSON GT-20000 A3 tarayıcı sistemi kurumun bünyesine dahil edilmiştir. 2018 yılında ilk kurumsal veri tabanımız olan ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi (NGBB) tarafından kullanılan internet tabanlı Otobur™: Botanik Bahçesi Veri Yönetim Sistemi programına bu bilgiler aktarılmıştır. Daha sonra 2022 yılında Otobur™: Botanik Bahçesi Veri Yönetim Sistemi masaüstü sürümüne geçiş yapılarak, sadece herbariyum örneklerinin kaydı değil, Düzce Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde bulunan canlı bitkilerin kayıtları da girilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda DUOF Herbariyumu'nda bulunan yaklaşık 11000 bitki örneğinin sayısallaştırılması ve veri girişi sağlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma ortamı olarak Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbariyumu belirlenmiştir. Bitki örneklerinin görüntülenmesinde EPSON GT-20000 A3 tarayıcı kullanılmaktadır. Veritabanı yönetimi programı olarak NGBB tarafından geliştirilen internet tabanlı Otobur™ (Aydıncal ve Kanoğlu, 2019) programı kullanılmaktadır. Örneklere ait görüntüleri detaylı olarak büyütme için Zoomify programı kullanılmaktadır. Örneklerin teşhis ve kurutma aşamasından sonra sırasıyla yapıştırma, etiketleme, barkodlama ve damgalama işlemleri yapıldıktan sonra, örneklere ait bilgiler Otobur™ programındaki ilgili alanlara girilmektedir. Örnekler tarandıktan sonra görüntüler "JPG" formatında saklanmaktadır. Kaydedilen bu örnekler daha sonra Zoomify programı ile işlem den geçirildikten sonra "ZIP" formatında sıkıştırılarak Otobur™ programı aracılığı ile sunucuya

yüklenmektedir ve araştırmacıların kullanımına internet üzerinden sunulmaktadır. Çalışma yöntemi olarak aşağıda listelenen süreç izlenmektedir.

2.1. Herbaryum örnekleri için hazırlık ve teşhis aşaması

İdeal bir herbaryum örneği için uyulması gereken kurallar şunlardır.

- a. Herbaryum örnekleri doğadan mümkün olduğunca doğru bir şekilde toplanarak, ait olduğu bitki türlerini en iyi şekilde temsil edebilmelidir.
- b. Bitki örnekleri, hasar görmüş veya tanımlamayı zorlaştıracak bir şekilde kurutulmamalı ve yapıştırılmamalıdır.
- c. Üzerinde herhangi bir küf mantarı, zararlı bir böceğe ait bireyler veya yumurtalar bulunmamalıdır.
- ç. Teşhis edilmeden önce örnekler derin dondurucuda en az -20 °C'de 2 gün bekletilmelidir.
- d. Bilimsel adı doğru bir şekilde teşhis edilmelidir (Bilimsel isimler çeşitli kaynak kitaplar, makaleler ve internet siteleri gibi değişik kaynaklar kullanılarak stereo-mikroskop yardımı ile tespit edilir.) (Şekil 1).
- e. Eğer bitki örneği kozalaklı ise, kozalak taramayı kolaylaştırmak için ortadan ikiye bölünebilir. Bu şekilde hem örnek daha düzgün bir şekilde taranmış olur, hem de kozalağın iç yapısı da bu vesile ile incelenmiş olur (Şekil 2).

2.2. Sayısallaştırma

2.2.1. Personel eğitimi

Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu olarak örneklerin taranmasında uzman kişilerin dışında, öğrenci ve gönüllülerden de yardım alınmıştır. Fakat öğrenci ve gönüllüler bu konuda bir bilgi sahibi olmadıklarından çalışacak kişiler kısa bir ön eğitimden geçirilerek, örneklerin taranmasına yardımcı olmuşlardır. Bunun için izlenen yol şöyledir:

Tarama öncesi

- Taranacak örnek depolandığı dolaptan çıkarılır.
- Örnek cins ve tür kapaklarından çıkarılır.
- Örneklerin gerekirse temizlenmesi ve/veya onarılması sağlanır.
- Tarayıcıya uygun bir şekilde yerleştirilerek tarama işlemi için tarayıcı yazılımı çalıştırılır.

Tarama esnasında

- Tarayıcıda 800 dpi çözünürlükte taranır.

Tarama sonrası

- Taranan örnek dosyaların adı DUOF numarası ile aynı olacak şekilde yeniden adlandırılır.
- GIMP Programı ile kırpma ve parlaklık ayarları yapılır.
- Zoomify programı ile görüntüler işlemde geçirilir.
- Örneğin tarandığına dair uygun bir yerine “tarandı” damgası vurulur.
- Örnek soğuk fumigasyondan sonra tekrar depoya kaldırılır (-20 °C, 2 gün).
- Tarayıcı standındaki toz, kir temizlenir.
- Taranan örnek tarayıcıdan kaldırılır.
- Örnek, saklama dosyasına alfabetik düzende olacak şekilde yerine koyularak dolaba kaldırılır.

2.2.2. Sayısallaştırma ilkeleri

1. Görseller, kalitesinin tutarlı olabilmesi için aynı donanım (tarayıcı veya kamera) kullanılarak görüntülenmelidir.
2. Görüntüleme aygıtları temiz tutulmalıdır. Her tarama sonrası tarayıcı üzerindeki toz, kir gibi yabancı maddeler bir fırça yardımı ile giderilmelidir.
3. Görüntüler bir ekranda % 150'ye kadar genişletilebilecek derecede yeterli bir (800

dpi) çözünürlüğe sahip olmalıdır.

2.2.3. Sayısallaştırılacak bir örnek üzerinde olması gereken öğeler

1. *Etiket*: Toplanan bitki örneği ile ilgili bilgilerin olduğu bölümdür. Bu kısımda toplanan örneğin familyası, latince bilimsel adı, toplandığı yer bilgileri (il, ilçe, mevki vb. gibi), yükseklik, habitat, koordinat (varsa), toplanma tarihi, toplayıcı ve numarası, yardımcı toplayıcılar, teşhis eden ve teşhis tarihi ve varsa notlar yer alır. Bilgisayar ortamında yazılan etiketlerde mümkün olduğunca kopyala-yapıştır hatalarından kaçınılmalıdır.
2. *Tip etiketi (eğer tip örneği ise)*: Bilim dünyasına yeni tanıtılan bir taksonu temsil eden ve üzerinden tanımı yapılan ilk örneğe tip örneği denir. Örneğin hangi tip bir örnek olduğunu belirtmek amacıyla, çoğu zaman kırmızı bir kartla veya yazıyla üzerine holotip, izotip, paratip, lektotip gibi bilgilerin yazıldığı etikettir.
3. *Barkod etiketi*: Herbaryumda saklanan örneklerin herbaryum demirbaş numarasının gösterildiği ve veri girişinin yapıldığı programda örneğe ait bilgilerin hızlıca bulunmasını sağlayan simgesel bir etikettir. Barkod etiketinde bitki örneğinin saklandığı herbaryumun, büyük harflerden oluşan uluslararası kodu ve rakamlardan oluşan herbaryum demirbaş numarası yer almalıdır (DUOF0001128 gibi).
4. *Damga*: Örneğin ait olduğu kurumun ismini gösterir.
5. *Cetvel*: Örneğin ebatları hakkında fikir edinilmesi için kullanılan gereçtir.
6. *Renk Kartı*: Renk dengesi ve kalibrasyonu için kullanılan bir palettir. Farklı bilgisayar monitörleri, yazılımlar ve internet tarayıcıları, renkleri farklı şekilde görüntüleyebilir. Renk Kartı, bir bilgisayar monitörünü kalibre etmek veya örnek görüntü yazdırılıyorsa renk ayarlamaları yapmak için kullanılır (Şekil 3).

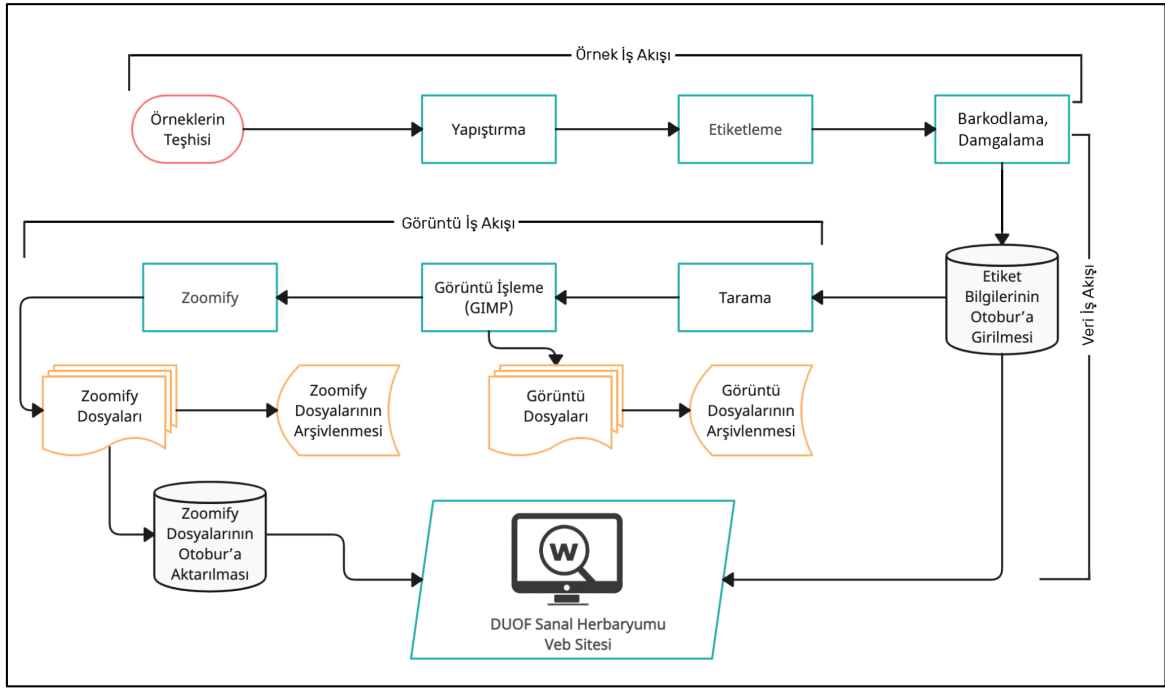


Şekil 3. Yapıştırma-etiketleme-barkodlama-damgalama aşamalarından geçmiş bir herbarium örneği.

2.2.4. Sayısallaştırılacak ve saklanacak bir örnek için iş akış şeması

Bir iş akışı şeması, bir kontrol akışını ve bir veri akışını açıkça tanımlamak için bileşenleri ve bunlar aralarındaki ilişkileri birlikte açıklayan şemalardır (Hardisty ve ark. 2022).

Herbarium örneklerinin sayısallaştırılması için, tüm sayısallaştırılma projelerinde tek bir genel iş akışının kullanılmasını sağlamak üzere modüler ve ölçeklenebilir entegre bir iş akışı mevcuttur. İş akışında üç ana unsur vardır: Örnek iş akışı, Veri iş akışı ve Görüntü iş akışı (Şekil 4).



Şekil 4. Herbaryum örneği sayısallaştırma süreci iş akışı diyagramı.

2.2.4.1. Örnek iş akışı

Örnek iş akışı, örneklerin ve klasörlerin seçilmesini ve hazırlanmasını içerir. 4 aşamadan oluşur.

- Örneklerin Teşhisi:** Örnekler uygun araç-gereç ve kaynaklarla doğru bir şekilde teşhis edilir.
- Yapıştırma:** Teşhis edilen örnekler ağaç tutkalı ile, 27×42 cm'lik kroma kartonlar üzerine uygun şekilde yapıştırılır.
- Etiketleme:** Yapıştırılan örneklere ait araziden elde edilen bilgiler, Microsoft Excel'de hazırlanan etiket şablonunda uygun yerlere yazıldıktan sonra çıktısı alınır ve örnek üzerinde uygun yere yapıştırılır. Eğer örnek, bir tip örneğine ait ise uygun yere hangi tip (holotip, izotip, paratip vb. gibi) olduğunu belirten kırmızı ile yazılmış bir tip etiketi daha yapıştırılır.
- Barkodlama ve Damgalama:** Etiketleme işlemi bittikten sonra Argox Special Edition BarTender UltraLite programı ile barkodlar Code 128 formatında DUOF numarasına göre hazırlanır ve çıktı alınır (Şekil 5). Daha sonra örnekler kuruma ait bir damga ile damgalanarak taramaya ve saklamaya hazır hale getirilir.

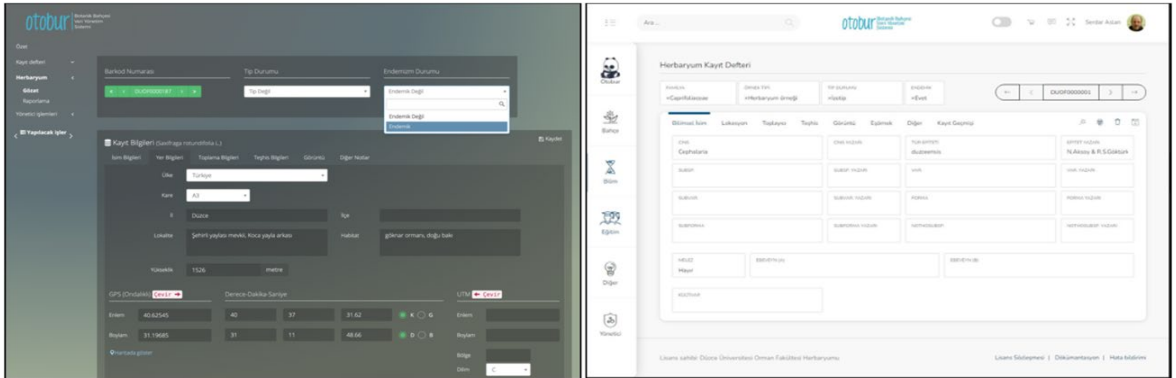


Şekil 5. Barkodlamada kullanılan Argox Special Edition Bartender UltraLite Programı, Argox Barkod yazıcı ve Zebex Barkod okuyucu.

2.2.4.2. Veri iş akışı

Veri iş akışı, örneklerle ilişkili verilerin kaydedilmesi ve yönetilmesine ilişkin tüm unsurları içerir. Bu veri tabanı oluşturma süreci, öncelikle örnek kartonu üzerindeki verilere dayanır. Veri yönetimi (Otobur™) yazılımındaki bir form, bu bilgilerin girilmesine ve kayıt oluşturulmasına olanak tanır.

Etiket Bilgilerinin Otobur™ Programına Girilmesi: Arazide toplanan ve herbaryum örneği olarak yapıştırılan bitkinin bilimsel ailesi, adı ve arazi bilgileri Otobur™ programında Bilimsel İsim, Lokasyon, Toplayıcı, Teşhis, Görüntü, Eşörnek ve Diğer modüllerine kaydedilmektedir. Otobur™ programının daha önceleri internet tabanlı sürümü kullanılırken, daha sonra botanik bahçesi veri yönetimi de dahil olmak üzere masaüstü sürümüne bu bilgiler aktarılmıştır (Şekil 6).

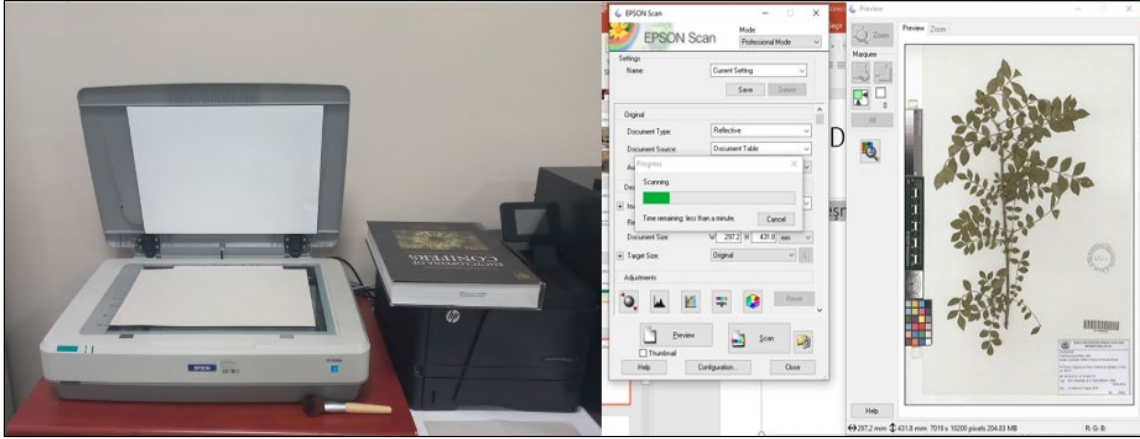


Şekil 6. Otobur™ 1.0 olan veb sürümü (solda), b. 2.0 arayüzü olan masaüstü sürümü (sağda).

2.2.4.3. Görüntü iş akışı

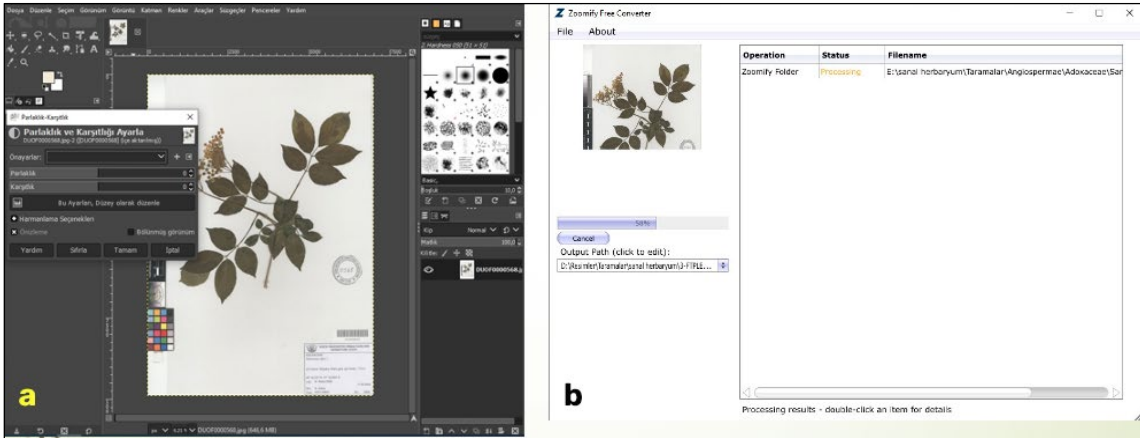
Bu iş akışı 3 aşamadan oluşur.

- a. *Tarama*: Teşhis edilen ve herbarium kurallarına göre yapıştırılan bir örnek daha sonra EPSON GT-20000 marka A3 boyutunda bir tarayıcı aracılığı ile 800 dpi çözünürlükte taranarak “jpg veya jpeg” formatında bilgisayar ortamına aktarılmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. EPSON GT-20000 model tarayıcı ve kullanıcı arayüzü.

- b. *Görüntü İşleme*: Bilgisayar ortamında GIMP yazılımı aracılığı ile kırpma, renk ve parlaklık ayarı işlemleri yapılarak görüntü kalitesi iyileştirilmektedir (Şekil 8a). Görüntü kalitesi kontrolü koleksiyonların sayılaşdırılmasının önemli bir adımındır.



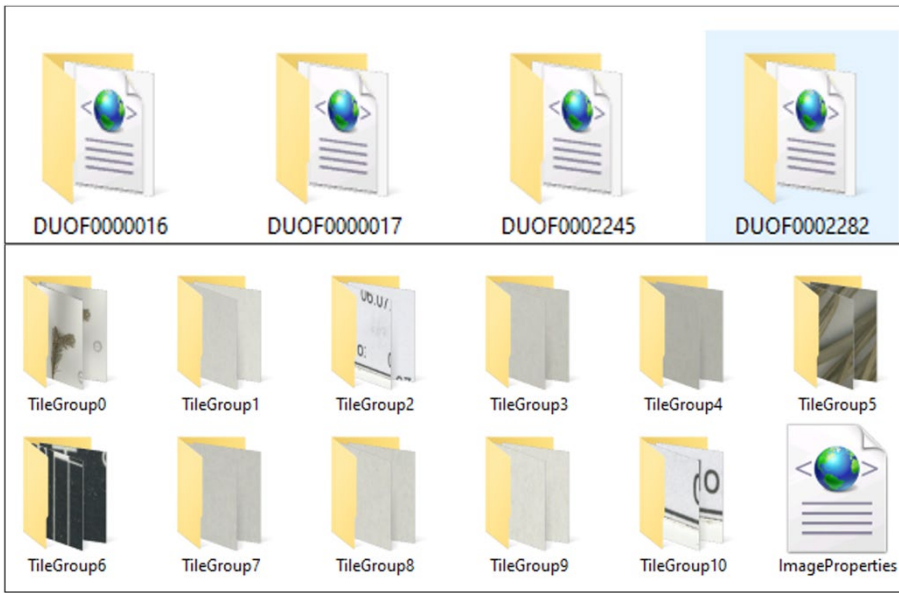
Şekil 8. a. GIMP Görüntü İşleme Programı, b. Zoomify programı arayüzü.

- c. *Görüntü Dosyalarının Arşivlenmesi*: GIMP Programı ile kırılıp, düzenlenen dosyalar uygun bir depolama ortamında Familya klasörleri altında, DUOF Barkod Numarasına göre saklanmaktadır (Şekil 9).



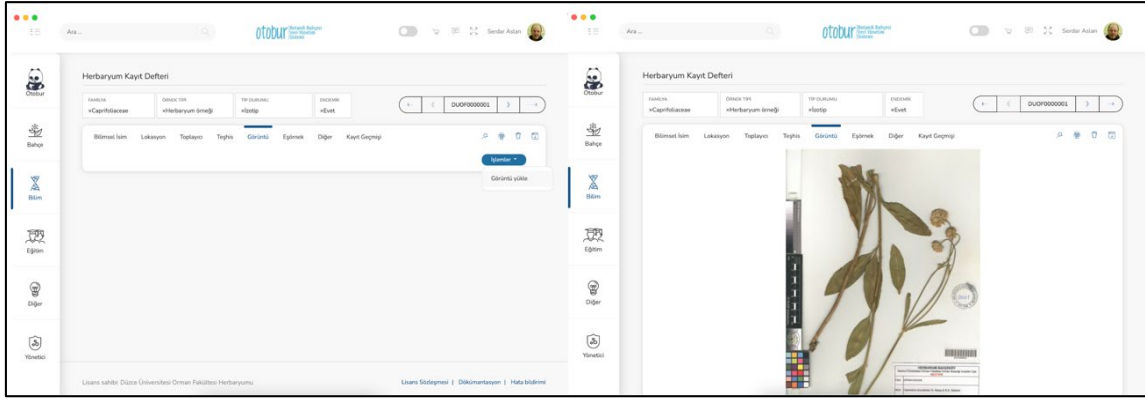
Şekil 9. Familalara ve DUOF Barkod numaralarına göre arşivlenen örnek görüntüleri.

- ç. *Zoomify*: Elde edilen bu görüntüler, internet sayfası üzerinde detaylı bir inceleme yapabilmek amacıyla, *Zoomify* programı ile işlemden geçirilir (Şekil 8b).
- d. *Zoomify Dosyalarının Arşivlenmesi*: *Zoomify* programı ile elde edilen klasör ve dosyalar uygun bir depolama ortamında DUOF barkod numarasına göre saklanmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. DUOF Barkod numaralarına göre arşivlenen *Zoomify* klasör ve alt klasörleri.

- f. *Zoomify Dosyalarının OtoBur™ Programına Aktarılması*: Taranan ve işlemden geçen örnekler için görüntüler "zip" formatında sıkıştırılarak *OtoBur™*: Botanik Bahçesi Veri Yönetim Sistemi programına aktarılmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Otobur™ programı görüntü yükleme arayüzü.

3. Bulgular

3.1. DUOF Sanal Herbariyumu internet sitesi

Çalışmanın amacı sadece herbariyum koleksiyonlarının korunması değil, aynı zamanda tanıtılması ve erişilebilir hale getirilmesidir. Bu nedenle, veri ve meta verileri yapılandırılmış ve kolay erişilebilir bir şekilde çevrimiçi olarak kullanılabilir hale getirmek için bir internet arayüzü tasarlanmış, uygulanmış ve yayınlanmıştır. Konsorsiyum (W3C) standartları olarak, özellikle HTML5, CSS, Javascript, jQuery, node.js, PHP ve Ajax kullanılmıştır. İnternet sayfası çeşitli cihazlarda ve pencere veya ekran boyutlarında deneyimlenecek şekilde tasarlanmıştır. Farklı internet tarayıcıları ve işletim sistemleriyle maksimum uyumluluğu sağlamak için son bir doğrulama adımı gerçekleştirilmiştir. İlişkilendirilen veritabanı olarak, MySQL veritabanı seçilmiştir. Otobur™ Program'ına girilen bilgiler <https://duzce.edu.tr/akademik/fakulte/of/herbariyum/e3b2/duof-sanal-herbariyumu> adresinden kolayca sorgulanabilmektedir (Şekil 10).

DUOF Sanal Herbariyumu veri tabanında 2 şekilde arama yapmak mümkündür.

3.1.1. DUOF Sanal Herbariyumu'nda klasik arama

Bu ekranda barkod numarası, familya, cins, tür epiteti, türaltı epiteti, ülke, il, ilçe, lokalite, habitat, yükseklik, toplayıcının adı-soyadı, toplayıcı numarası, örneğin toplanma tarihine göre sorgulamalar yapılabilmektedir. Ayrıca aramayı “sadece tip örnekler”, “sadece endemikler” veya “sadece görüntüsü olanlar” olarak yapabilmek de mümkündür (Şekil 12).

DUOF
Anasayfa

DUOF Sanal Herbariyumu

Klasik Arama Mekansal Arama Herbariyum Özeti

Barkod No: Örn.: 187

Familiya: Seçiniz

Cins:

Tür Epiteti: Seçiniz

Türaltı Epiteti: Acanthaceae

Ülke: Seçiniz

Lokalite:

Toplayıcı: Seçiniz

Yükseklik: metre

Toplanma Tarihi: Ay Yıl

İlçe: Seçiniz

Actinidiaceae

Adiantaceae

Adoxaceae

Alismataceae

Altingiaceae

Sadece Tipler Sadece Endemikler Sadece Görüntüsü Olanlar

Q Bul Temizle

Bu hizmet Otobur™ tarafından sağlanmaktadır.

Şekil 12. DUOF Sanal Herbariyumu internet sitesi arayüzü.

3.1.2. DUOF Sanal Herbariyumu'nda mekansal arama

Bu ekranda harita üzerinde herhangi bir noktaya tıklamak suretiyle açılan ekranda belirli parametrelere göre arama yapılabilmesi mümkündür. Örneğin; tıklanan noktanın belirli bir kilometreye kadar etrafında girilen kayıtları görüntülemek mümkündür. Ayrıca belirlenen alan içerisinde sadece Familiya, Cins, Toplayıcı Adı Soyadı, Yükseklik, Teşhis Eden, Toplama Tarihi'ne göre de aramalar yapılabilmektedir (Şekil 13). Burada önemli olan nokta, bitki kayıtlarında koordinat bilgisinin girilmiş olmasıdır. Koordinat bilgisi olmayan veriler görüntülenememektedir.

DUOF
Anasayfa

DUOF Sanal Herbariyumu

Klasik Arama Mekansal Arama Herbariyum Özeti

Azama Kriterleri

İçerikler İstenebilir etrafında

Familiya: Seçiniz

Cins: Seçiniz

Tarıhtır: Seçiniz

Yarıçap: metre

Toplama Tarihi: Ay Yıl

Sadece Tipler Sadece Endemikler

Q Bul

a

DUOF
Anasayfa

DUOF Sanal Herbariyumu

Klasik Arama Mekansal Arama Herbariyum Özeti

Sonuçlar

15 sonuç göster

Barkod	Takson	Toplanma Tarihi	Tip
DUOF000001	Capriaria ducosensis	N. Akasya 5238	İstisna
DUOF000002	Capriaria jordanii subsp. jordanii	N. Akasya 5204	İstisna
DUOF000003	Erigeron verticillatus subsp. verticillatus	N. Akasya 5279	
DUOF000004	Erigeron verticillatus	N. Akasya 5200	
DUOF000005	Asplenium trichomanes	N. Akasya 5200	
DUOF000007	Asplenium trichomanes	N. Akasya 5187	
DUOF000008	Asplenium trichomanes	N. Akasya 5200	
DUOF000010	Asplenium trichomanes	N. Akasya 5200	

b

DUOF
Anasayfa

DUOF Sanal Herbariyumu

Klasik Arama Mekansal Arama Herbariyum Özeti

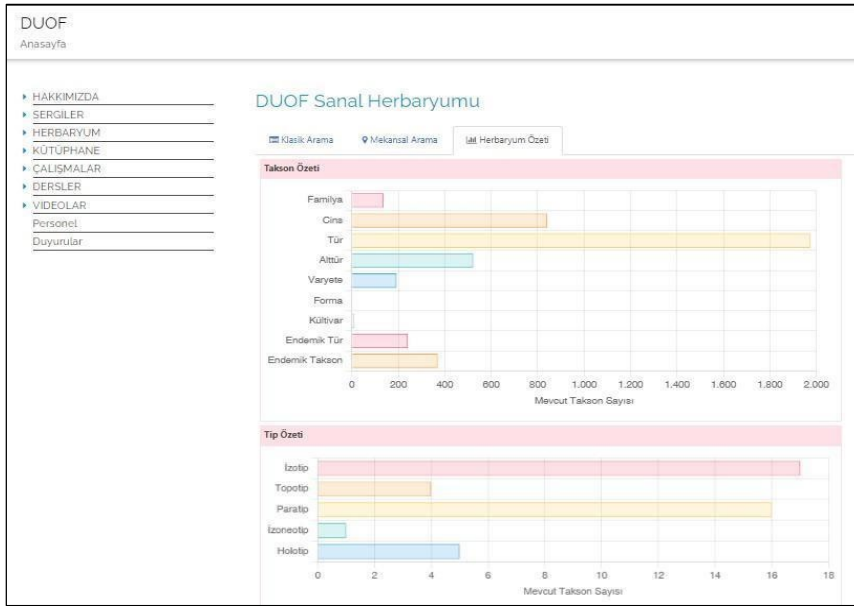
Harita

c

Şekil 13. Mekansal Arama; a. sorgu ekranı, b. sonuç ekranı, c. harita ekranı.

3.1.3. DUOF Sanal Herbariumu 'Herbarium Özeti' ekranı

Bu bölümde herbariuma girilen kayıtlar hakkında bilgilerin grafiksel olarak gösterildiği bir ekrandır. "Takson özeti" ve "Tip özeti" şeklinde iki kısımdan oluşur. "Takson özeti" kısmında herbarium içerisinde bulunan familya, cins, tür, alttür, varyete, form, kültür varyete, endemik tür ve endemik takson sayıları hakkında grafiksel bilgiler verilirken, "Tip özeti" kısmında herbariumda bulunan (holotip, izotip, paratip vb. gibi) tiplere ait sayısal bilginin grafik olarak verildiği kısımdır (Şekil 14).



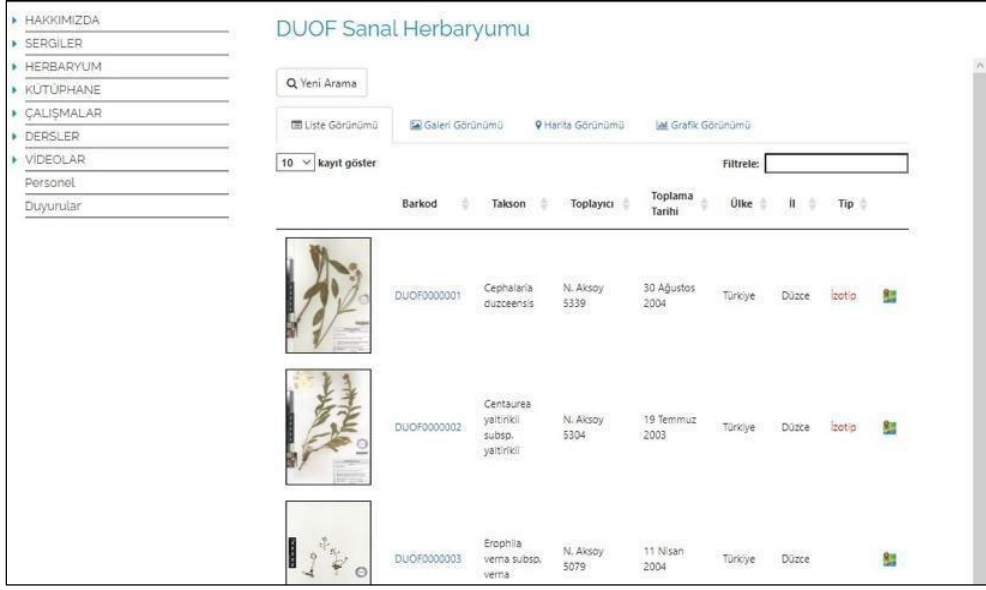
Şekil 14. DUOF Sanal Herbariumu Herbarium Özeti ekranı.

3.1.4. DUOF Sanal Herbariumu Sonuç Ekranı

DUOF Sanal Herbariumunda yapılan sorgulama 4 farklı şekilde görüntülenebilmektedir.

- Liste Görünümü

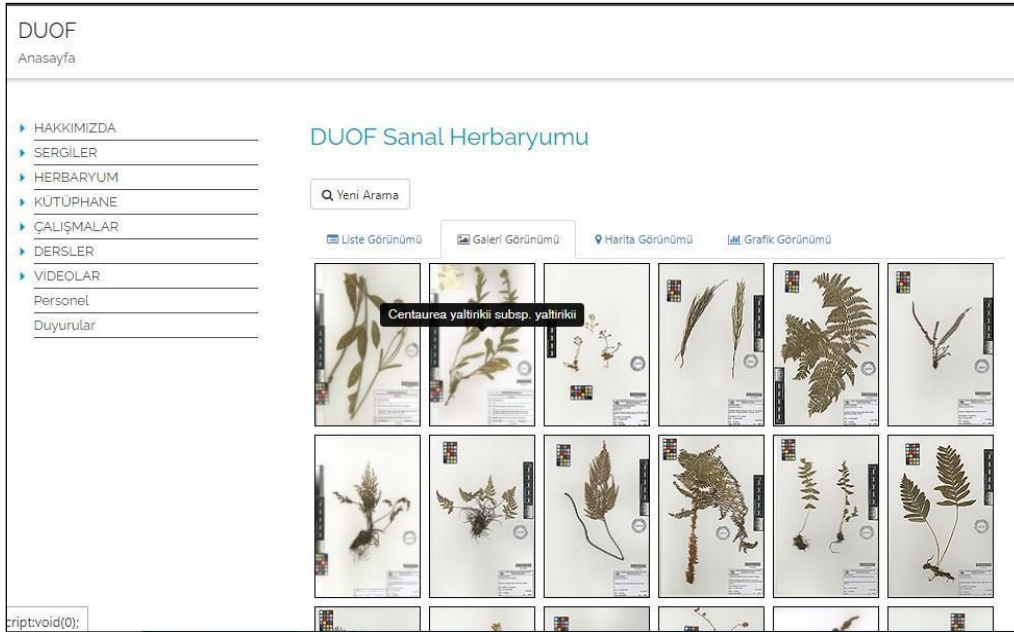
Bu sekme, aranan bilginin liste olarak görüntülediği kısımdır. Örneklere ait önizleme, barkod numarası, takson, toplayıcı ve numarası, toplama tarihi, ülke, il ve tip bilgilerinin gösterildiği özet kısımdır (Şekil 15).



Şekil 15. DUOF Sanal Herbariyumu liste görünümü ekranı.

- *Galeri Görünümü*

Bu sekme, aranan örneklerle ait görüntülerin sadece önizleme olarak listelendiği kısımdır (Şekil 16).

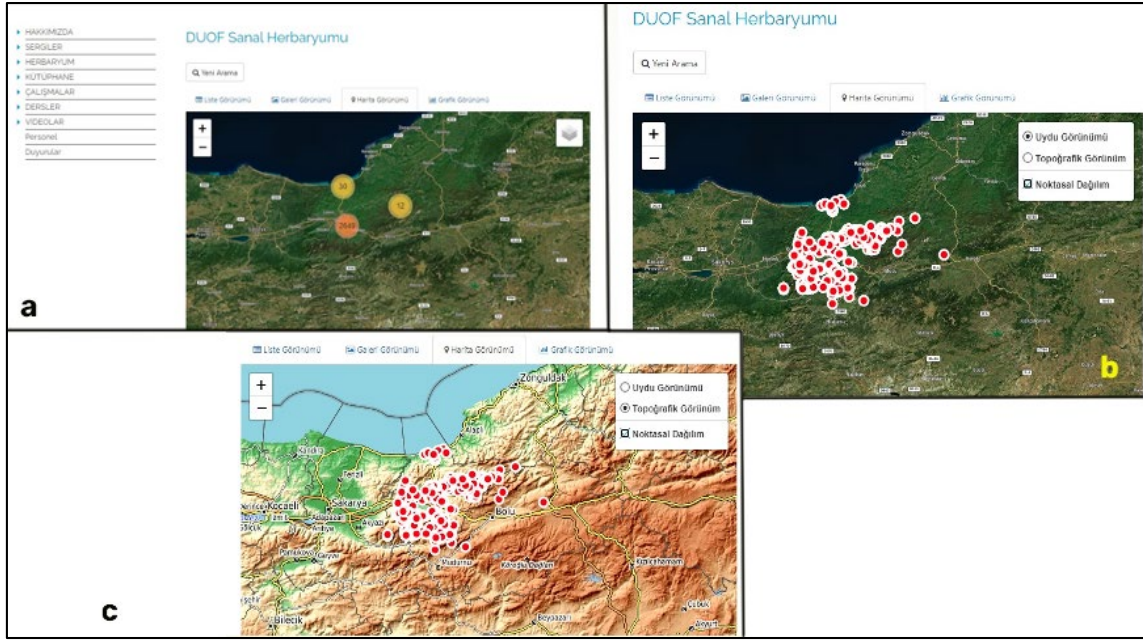


Şekil 16. DUOF Sanal Herbariyumu galeri görünümü ekranı.

3.1.5. DUOF Sanal Herbariyumu Harita Görünümü ekranı

Bu sekme, aranan örneklerle ait dağılım bilgilerinin (koordinat bilgisi varsa) harita üzerinde görüntülediği kısımdır. Harita üzerinde “Uydu Görünümü” veya “Topoğrafik Görünüm” şeklinde iki farklı seçenek mevcuttur. İlk olarak listelenen kayıtlar “Küme

Dağılımı” ile gösterilir. Harita üzerinde daha da yakınlaşarak bu kümeler alt kümelere ayrılır. Buna ek olarak “Nokta Dağılımı” seçeneği ile listelenen kayıtlar noktalar halinde gösterilmektedir (Şekil 17). Bu kısımda amaç aranan takson, toplayıcı veya il gibi bilgilere ait verilerin harita üzerinde dağılımını gösterebilmektir.

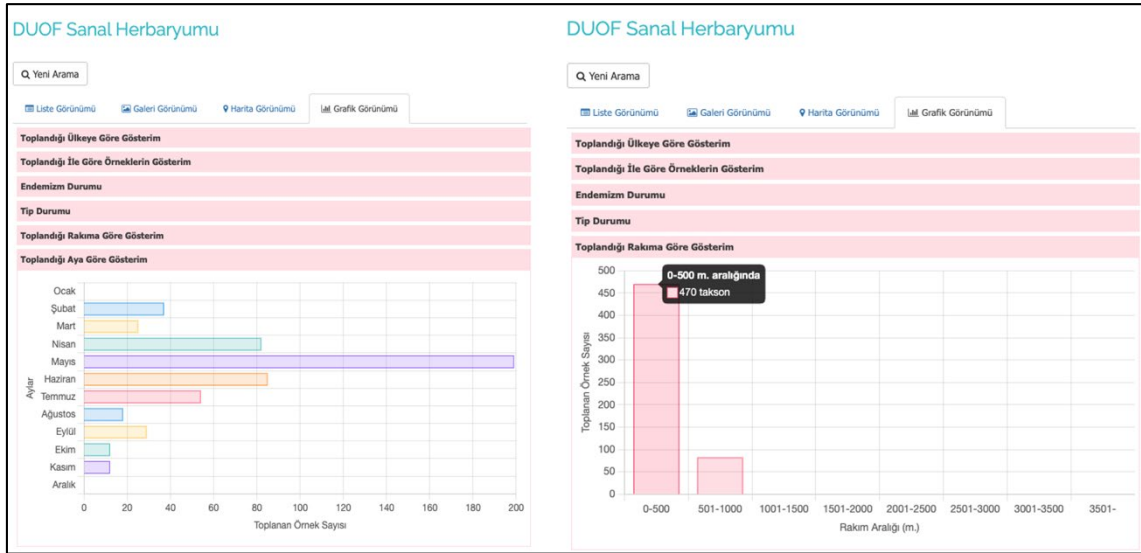


Şekil 17. Harita Görünümü Ekranı, a. Küme Dağılımı (uydu), b. Nokta Dağılımı (uydu), c. Nokta Dağılımı (topoğrafik).

3.1.6. DUOF Sanal Herbariyumu Grafik Görünümü ekranı

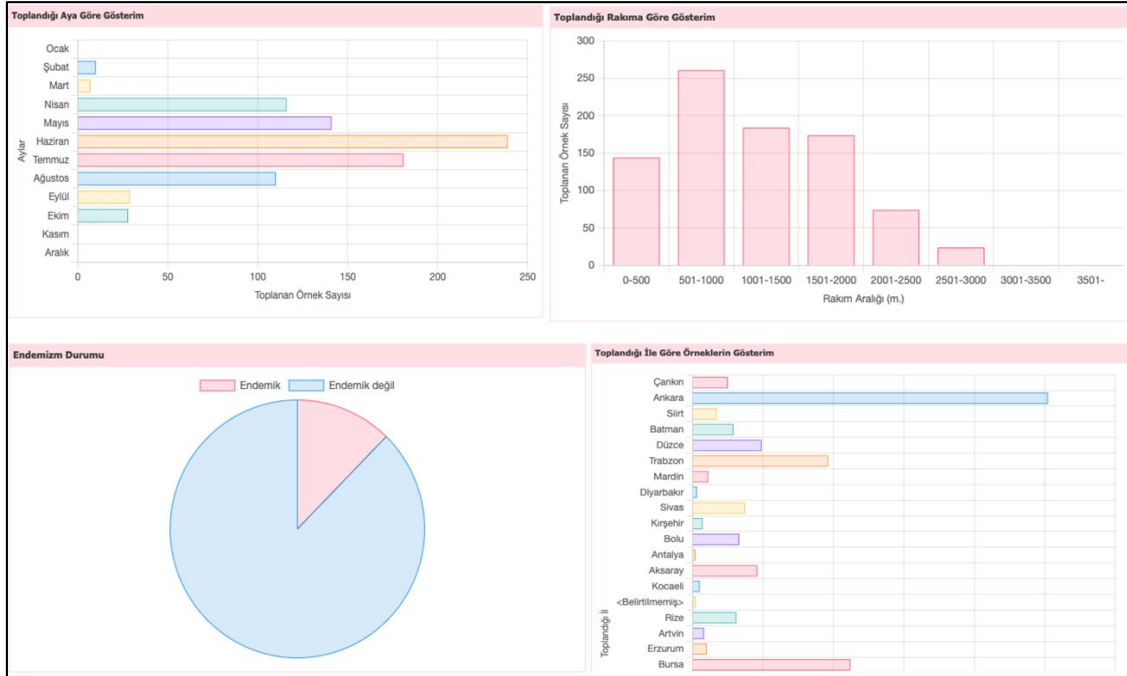
Bu sekme aranan bir bitki, il veya kişi hakkındaki grafiklerin görüntülenebildiği ekrandır. Örneğin bir tez alanı hakkında grafiksel bilgiler elde etmek istediğiniz zaman lokalite olarak arama yaptığınızda, eğer toplanan tüm örnekler kaydedilmiş ise o alanda hangi aylarda daha çok toplama yapıldığını veya endemizm durumu hakkında bilgi edinebilirsiniz. Örneklendirecek olursak;

Örnek 1; Düzce ili Hasanlar Barajı florası ile ilgili bir arama yaptığınızda çıkan sonuçlara göre en çok Mayıs ayında 199 adet örnek toplama yapılmıştır. Toplanan örneklerin yükseklik bilgisi olarak da en çok 0-500 m’ler arasında 470 takson toplanmıştır (Şekil 18).



Şekil 18. Bir tez çalışmasına ait girilen bitkilerin ay ve rakıma göre toplanan örneklerin grafiği.

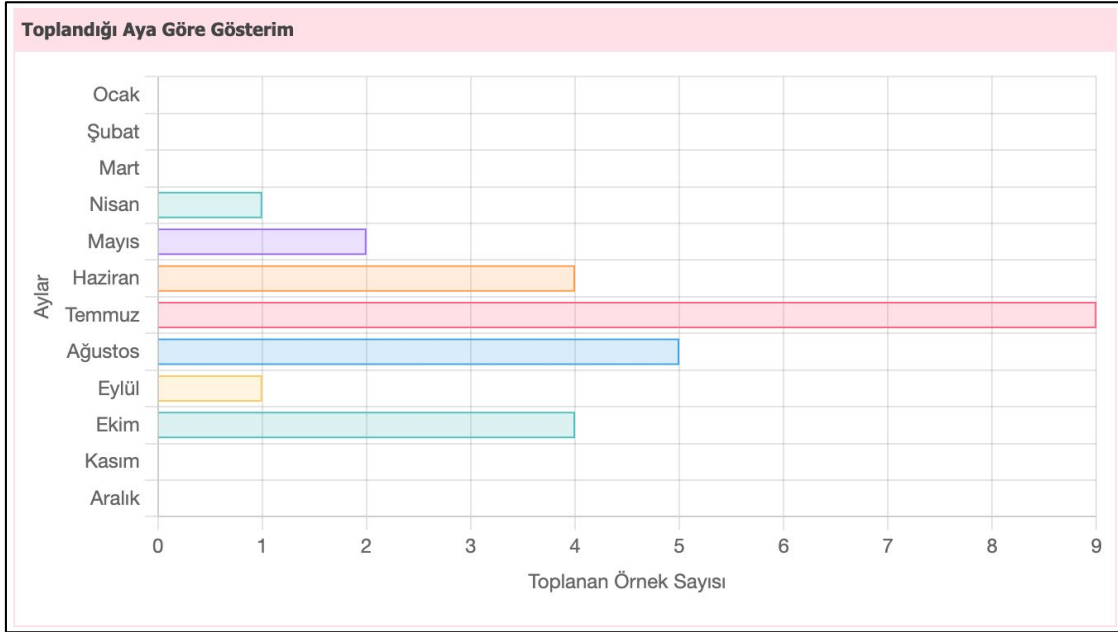
Örnek 2: Serdar Aslan adlı kişiye ait 861 bitki örneğinin, 252 adedi Ankara, 112 adedi Bursa, 96 adedi de Trabzon illerinden toplanmıştır. Toplanan bitki örneklerinin 261 taksonu 501-1000 m'ler arasında olup, %12,3'ü (84 adedi) endemiktir. Bu örneklerin 239 adedi Haziran, 181 adedi Temmuz ayında toplanmıştır (Şekil 19).



Şekil 19. Bir toplayıcı tarafından toplanan örneklere ait grafiksel gösterim.

Örnek 3: Örneğin *Hypericum perforatum* L. türüne ait fenolojik bir veri grafiği elde edebiliriz (Şekil 20). *Hypericum perforatum*'a ait herbariumda bulunan 26 örneğin aylara göre toplanma aralığı Nisan-Ekim ayları arasında gerçekleşmiştir. Bu türün daha çok

Haziran ve Ağustos ayları arasında çiçekli durumda olduğu, Eylül ayından sonra ise meyveli duruma geçtiği görülmüştür. Fenolojik tablonun doğruluğu, bir türe ait toplanan örnek sayısının artması ile doğru orantılı bir şekilde değişecektir. Ayrıca veri tabanına meyve, çiçek, kozalak ve spor gibi parametrelerin de girileceği bir bölüm gerekmektedir. Böylece hangi aylarda çiçekli veya meyveli olduğu sorgulanabilecektir.



Şekil 20. 26 adet *Hypericum perforatum* örneğinin aylara göre toplama dağılımı.

3.1.7. DUOF Sanal Herbariumuna kaydedilen örneğe ait detaylar sayfası

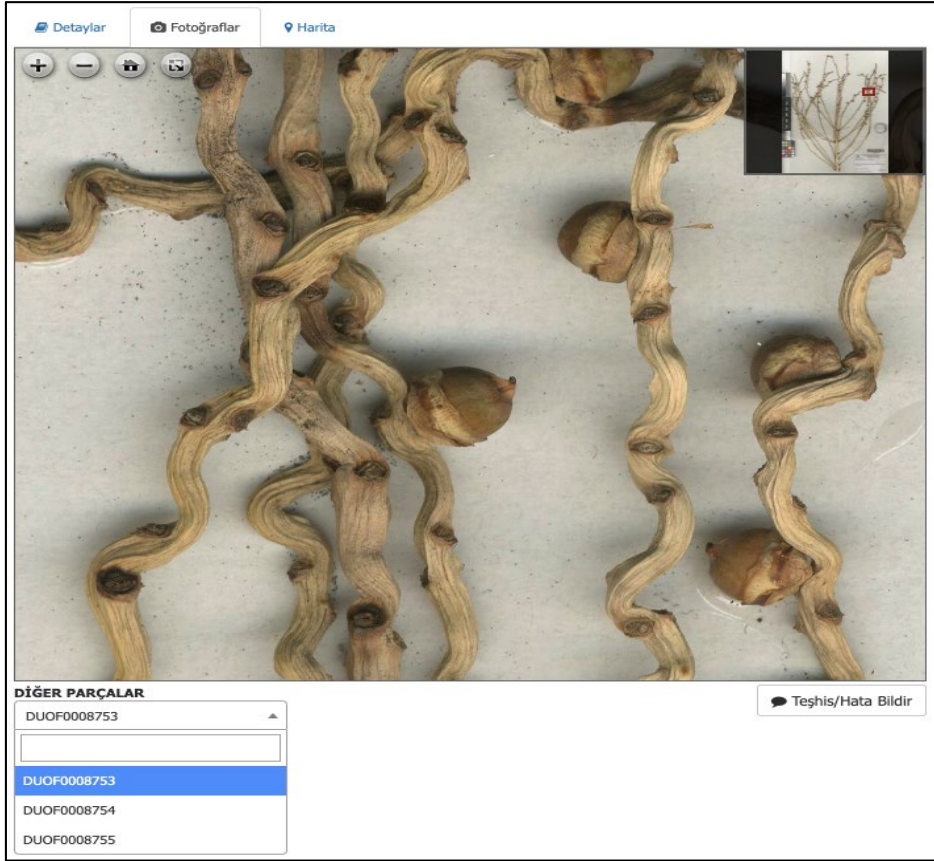
Bu sekmede toplanan örneğin Barkod numarası, Familyası, Takson Adı, Tip örnek durumu, Lokalitesi, Toplayan kişi ve Toplama Tarihi gibi bilgiler bulunmaktadır. Sayfanın en altında ise kimin tarafından hangi tarihte teşhis edildiği ve türün latince adı yer almaktadır (Şekil 21).

Detaylar		Fotoğraflar	Harita
Barkod No	DUOF0000344		
Familiya	Brassicaceae		
Takson Adı	Cardamine hirsuta L.		
Tıp Durumu			
Endemizm	Endemik değil		
Ebeveynler			
Yer Bilgisi	Türkiye, A3 Düzce: Gölyaka, Efteni gölü		
Habitat	göl kenarı		
Yükseklik	107 m		
Toplayıcılar	N. Aksoy 5045		
Toplama Tarihi	9 Nisan 2004		
Toplama Notu			
Örnek Notu			
Kaynak göstermek için:	DUOF Sanal Herbariumu (2019). [http://www.duof.duzce.edu.tr/; DUOF Barkod No: DUOF0000344; Erişim Tarihi: 26/12/2023].		
Teşhis Geçmişi			
Teşhis	Teşhis Eden	Teşhis Tarihi	Teşhis Notu
Cardamine impatiens L. var. impatiens	N. Aksoy		
Cardamine hirsuta L.	S. Aslan, N. Güneş	10 Haziran 2014	

Şekil 21. DUOF Sanal Herbariumuna girilen bir kayda ait detaylar sayfasına bir örnek.

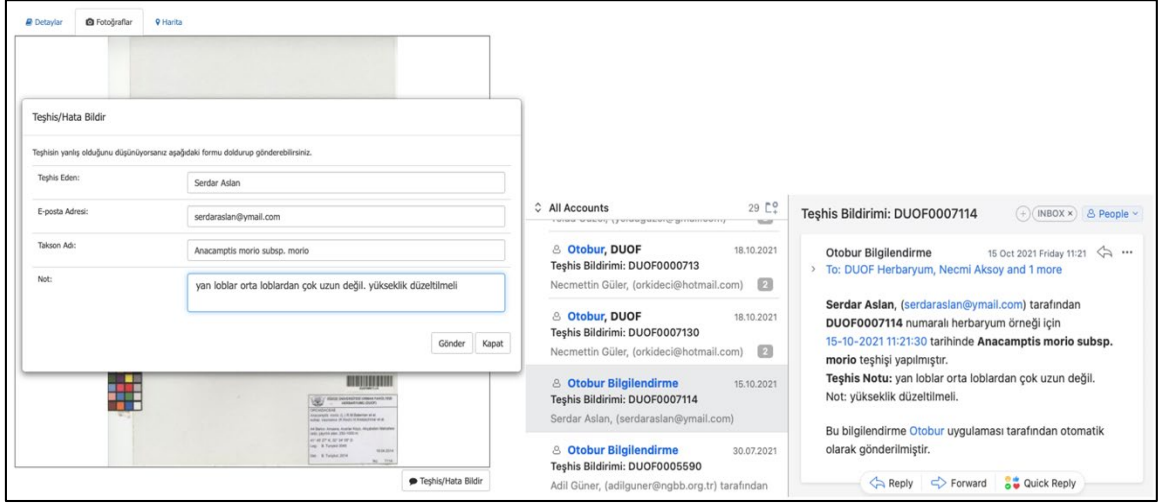
3.1.8. DUOF Sanal Herbariumuna kaydedilen örneğe ait fotoğraflar sayfası

Bu sekmede toplanan bitki örneğine ait görüntüler yer almaktadır. Ana görüntüleyici olarak Zoomify programının internet eklentisi kullanılmaktadır (Zoomify, 1999). Ayrıca sol üst köşede Zoomify kodlarına entegre edilebilen açık kaynak kodlu OpenSeadragon araçları ile görüntü büyütme, küçültme, tüm örnek görüntüsü ve tam ekran görüntüsü şeklinde kullanıma sunulan araçlar da bulunmaktadır (OpenSeadragon, 2013). Sayfanın sol altında ise eğer örnek birkaç parçadan oluşuyorsa “Diğer Parçalar” kısmı yer almaktadır. Bu kısım aracılığı ile yaprak, meyve, çiçek gibi ayrı kartonlara yapıştırılmış parçaları görüntülemek mümkündür (Şekil 22).



Şekil 22. DUOF Sanal Herbariumuna girilen bir kayda ait fotoğraflar sayfasına bir örnek.

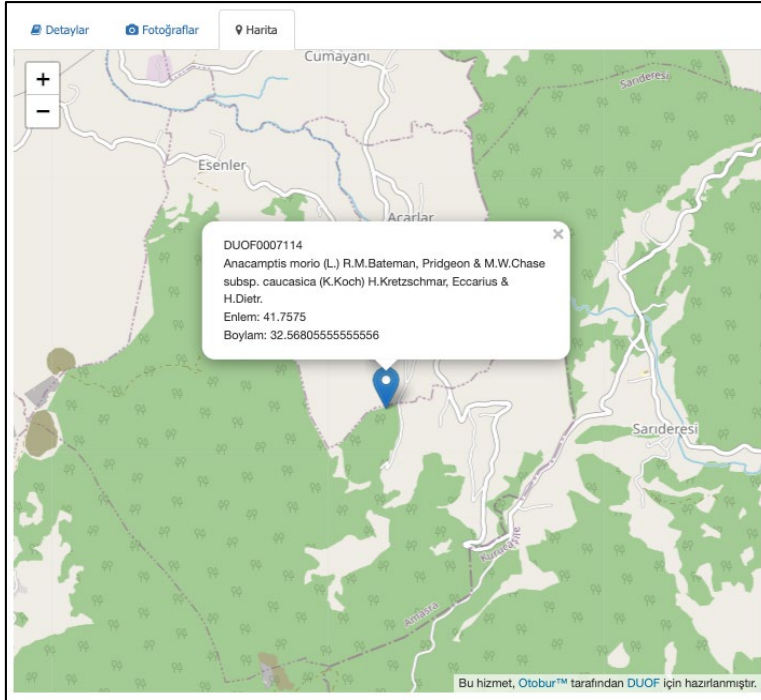
Sağ alt kısımda ise eğer örnek hatalı teşhis ise, “Teşhis/Hata Bildir” düğmesi yer almaktadır. Bu kısımda Teşhis edenin adı soyadı, e-mektup adresi, doğru olduğunu düşündüğü takson adı ve neden yanlış teşhis olduğuna dair not düşebileceği bir bölüm de bulunmaktadır. Bu alanları doldurmak zorunludur. Kişi bu bilgileri doldurup “Gönder”e tıkladığında sistem tarafından herbarium çalışanlarına bir e-mektup gönderilir ve eğer teşhisin doğru olduğu konusunda bir şüphe yok ise (çünkü sistem konu uzmanı olmayan botanik meraklısı kişilere de açıktır) gerekli düzeltmeler Otobur™ programına girilerek yapılır (Şekil 23).



Şekil 23. DUOF Sanal Herbariumuna girilen bir kayda ait “Teşhis/Hata Bildir” sayfası ve gelen bilgilendirme e-mektubu.

3.1.9. DUOF Sanal Herbariumuna kaydedilen örneğe ait harita sayfası

Bu sekmede toplanan örneğe ait (eğer varsa) koordinat bilgileri ve harita görseli yer almaktadır (Şekil 24).



Şekil 24. DUOF Sanal Herbariumuna girilen bir kayda ait harita sayfasına bir örnek.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, sanal herbaryumların biyolojik çeşitliliğin belgelenmesi, araştırılması ve korunması konusunda önemli bir araç olabileceğini göstermektedir. Geleneksel herbaryumlar, halen daha bitki örneklerini fiziksel olarak depolayarak ve koruyarak bilim dünyasına büyük katkılar sağlamaktadır. Sanal herbaryumlar ise, günümüz teknolojilerinin sunduğu avantajlar sayesinde yüzlerce yıldır depolanan bu bilgilerin uluslararası dolaşıma sokulmasında büyük bir devrim başlatmıştır.

4.1. Bilgi Erişimi ve paylaşımı

Sanal herbaryumlar, coğrafi sınırları aşarak dünya genelindeki araştırmacılara bilgiye hızlı ve kolay bir erişim imkanı sunar. Çevrimiçi erişim, araştırmacıların dünya çapında herbaryum koleksiyonlarına ulaşmalarını sağlar. Bu, bilim insanlarının türler arasındaki ilişkileri daha iyi anlamalarına ve bilgi paylaşımını artırmalarına olanak tanır ve araştırmacılar arasında işbirliğini teşvik eder.

Akademisyenler, arama formlarını kullanarak ilgilendikleri bilgilere doğrudan erişebilirken, yurttaş bilginler mevcut materyaller listesinde gezinebilir ve herbaryumu keşfedebilir. Araştırmacılar, örnekler hakkında grafiksel bilgiler elde edebilir; harita dağılımını inceleyebilir; yanlış olduğunu düşündüğü teşhisler ile ilgili formu doldurabilir; mekânsal arama ile seçtiği bölgede herbaryumdaki bitki kayıtlarını listeleyebilirler.

4.2. Veri Bütünlüğü ve güvenilirlik

Sanal herbaryumlar, sayısal ortamda bitki örneklerini depolayarak veri bütünlüğünü artırır. Fiziksel herbaryumlarda yaşanabilen kayıp, hasar veya bozulma gibi sorunlar sanal herbaryumlar sayesinde aşılabılır. Ayrıca, sayısal kopyaların kolayca çoğaltılabilir olması, bilgi kaybını en aza indirir. Sayısal veri, daha etkili analizler için kullanılabilir, bu da biyolojik çeşitlilik desenleri üzerinde bilgi derinliğini artırır. Bu da gelecekteki koruma stratejilerini planlamak için önemli bir temel oluşturabilir.

4.3. Eğitim ve kamu katılımı

Sanal herbaryumlar, geniş kitlelere bilim ve biyolojik çeşitlilik konusunda eğitim sağlama potansiyeline sahiptir. Sanal platformlar, öğrencilerin, öğretmenlerin ve halkın bilimle daha yakından etkileşimde bulunmasında fayda sağlar. Bu da biyolojik çeşitliliğin korunması konusundaki farkındalığı artırabilir ve kamu katılımını teşvik edebilir.

DUOF Herbariyumu gibi küçük bir koleksiyon bile bir bölgenin bilinen biyoçeşitliliği üzerinde büyük bir etki oluşturabilir.

4.4. Koruma çalışmalarına katkıları

a. Nadir ve tehlike altındaki türlerin belgelenmesi:

Sanal herbariyumlar, nadir veya tehlike altındaki bitki türlerinin belgelenmesinde kritik bir rol oynar. Sayısallaştırılmış bitki örnekleri, bu türlerin genetik çeşitliliğini de yansıtan fenotipik özelliklerini kaydetme ve tür koruma eylem planları için altlık oluşturma açısından önemlidir.

b. Biyolojik çeşitliliğin izlenmesi:

Sanal herbariyumlar, zaman içinde biyolojik çeşitlilikte meydana gelen değişiklikleri izleme olanağı da sunar. Bu izleme, ekosistemlerdeki değişiklikleri anlamamıza ve koruma stratejilerimizi güncellememize yardımcı olabilir.

c. Küresel işbirliği:

Sanal herbariyumlar, coğrafi sınırları aşarak bilgi paylaşımını kolaylaştırır ve küresel çapta işbirliğini teşvik eder. Bu, farklı bölgelerdeki koruma çabalarının koordinasyonunu artırarak daha etkili bir koruma sağlar.

4.5. Zorluklar ve gelecek çalışmalar

Gelecekte, sanal herbariyumların teknolojik ilerlemelerle birlikte daha da gelişmesi muhtemeldir. Ancak, standartlar, veri güvenliği ve etik konularında daha fazla çalışma ve düzenleme gereklidir. Sanal herbariyumların etkin bir şekilde kullanılabilmesi için bu konularda çözümler üretilmelidir. Korunmaya muhtaç bitkilerin belgelenmesi ve bu bilgilerin herkesle paylaşılması bazı çevrelerce kötüye kullanılabilir. Bu nedenle bilgilerin kısmi veya tamamen halka açılması konusunda bazı çekinceler olmaktadır. Fakat bilgi çağında bilginin saklanması bir çözüm olarak görmek yerine, bilginin doğru kullanılması ve etik kuralların gözetilmesi bir çözüm olarak benimsenmelidir.

Sonuç olarak, sanal herbariyumlar, biyolojik çeşitlilik araştırmalarında ve koruma çabalarında önemli bir rol oynayabilir. Ancak, bu potansiyeli tam anlamıyla ortaya çıkarabilmek için teknolojik, etik ve yönetsel zorluklara karşı aktif bir yaklaşım benimsemek önemlidir.

Çalışmamızın gelecek aşamasında DUOF sanal herbariyum uygulamasına çeşitli özellikler kazandırılması planlanmaktadır. Seçilen toplayıcının sınırlanan zamanlar

arasındaki topladığı bitki örnekleri bilgisinden harita üzerinde gösterilecek **toplayıcının arazi rotasının oluşturulması**; sanal herbaryum uygulaması kullanıcısının harita üzerinde çizdiği rotaya yılın hangi ayında arazi çalışmasına başlayacağını ve bu çalışmanın kaç gün süreceğini belirttiğinde sanal herbaryum uygulaması bu isteğe göre hangi lokasyonlardan hangi örnekleri toplayabileceğini hesaplar ve harita üzerinde gösterim yapabilecek **arazi çalışması planlayıcısı**; sanal herbaryum uygulaması araştırmacısının bilimsel örneği incelerken araştırmacının ekranına ilgili taksonomik detaylar Catalogue of Life (Bánki ve ark., 2023), Global Biodiversity Information Facilities (GBIF, 2023) veri servislerinden otomatik olarak alınarak gösterileceği **API entegrasyonu** gelecek çalışma için planlanan özelliklerden bazılarıdır. Ek olarak gelecekte bir telefon uygulaması ile belirlediğiniz mesafe kadar yakınızdaki doğal yayılış gösteren bitkileri de görebilmeniz mümkün olacaktır. Bu özellikle beraber, akıllı telefonların uygulamayı kullanan araştırmacıya arazi çalışmalarında rehberlik ederek destek olması beklenmektedir.

Ayrıca örnek sayısının daha da artmasıyla türlerin hangi aylarda çiçek, hangi aylarda meyve döneminde olduğuna dair fenolojik gözlemler de yapılabilmesi için çalışmalar yapılabilecektir. Fakat bunun için oldukça fazla sayıda örneğe ve örneğin hangi fenolojik dönemde toplandığına dair bilgilerin de veri tabanına girilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca gelecekte ksilyum ve fosilyum çalışmaları için internet sitesine eklemeler yapılması düşünülmektedir.

Bununla birlikte daha kaliteli görüntülerin elde edilebilmesi ve incelenebilmesi için üstün teknolojiye aydınlatma ve görüntüleme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bitki örneklerin herbaryum ve bilgisayar ortamına aktarılmasında emeği geçen stajyer öğrencilere, yüksek lisans öğrencilerine ve gönüllülere teşekkür ederiz. Ayrıca bize internet ortamını sağlayan Düzce Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi yönetimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aydımkal, R. ve Kanoğlu, S. (2019). Otobur in Action: Processing of various biodiversity data for botanical gardens; flowering calendar, herbarium digitization, propagation trials and scientific plant names. *Biodiv. Inform. Sci. Stand.* 3: e37043. DOI No: <https://doi.org/10.3897/biss.3.37043>
- Çayirezmez, N.A., Can, I.D., Barış Necdet Uğurman, B.N., Özger, G., Uğur, O., Uzun, N. ve Aksoy, N. (2022). The British Institute at Ankara's digital repository: Botanical Reference Collections digitisation Project, Heritage Turkey 12, December 2022, doi: 10.18866/biaa2022.14.
- Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D.R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R.E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J., Adlard, R., Adriaenssens, E. M., et al. (2023). Catalogue of Life Checklist (Version 2023-11-24). Catalogue of Life. <https://doi.org/10.48580/dfgnm>. Erişim Tarihi: 22.12.2023.
- Chapman, A.D. (2005). Uses of primary species-occurrence data. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen, Denmark. Website: <https://docs.niwa.co.nz/library/public/ChaArUses.pdf>. Erişim Tarihi: 21.03.2017.
- Demirkuş, N., Yenilmez, A., Pınar, S.M. ve İşler, S. (2021). Vanf Herbariumunda bulunan bitki örneklerinin dijital ortama aktarılması öncesinde yapılan işlemler. *Ejons Int. J. Math., Eng. Nat. Sci.* 5(20): 824-828. DOI No: 10.38063/ejons.520.
- GBIF (2023), GBIF Home Page. <https://www.gbif.org>. Erişim Tarihi: 22.12.2023.
- Hardisty, A., Brack, P., Goble, C., Livermore, L., Scott, B., Groom, Q., Owen, S. ve Soiland-Reyes, S. (2022). The specimen data refinery: A canonical workflow framework and FAIR digital object approach to speeding up digital mobilisation of natural history collections. *Data Intelligence* 4(2): 320-341. DOI No: 10.1162/dint_a_00134.
- Harris, K.M. ve Marsico, T.D. (2017). Digitizing specimens in a small herbarium: A viable workflow for collections working with limited resources. *Appl. Pl. Sci.* 5(4): 1600125. DOI No: 10.3732/apps.1600125.
- Nelson, G., Paul, D., Riccardi, G. ve Mast, A.R. (2012). Five task clusters that enable efficient and effective digitization of biological collections. *ZooKeys* 209: 19-45. DOI No: 10.3897/zookeys.209.3135.
- Nelson, G., Sweeney, P., Wallace, L.E., Rabeler, R.K., Allard, D., Brown, H., Carter, J.R., Denslow, M.W., Ellwood, E.R., Germain-Aubrey, C.C., Gilbert, E., Gillespie, E.,

Goertzen, L.R., Legler, B., Marchant, D.B., Marsico, T.D., Morris, A.B., Murrell, Z., Nazaire, M., Neefus, C., Oberreiter, S., Paul, D., Ruhfel, B.R., Sasek, T., Shaw, J., Soltis, P.S., Watson, K., Weeks, A. ve Mast, A.R. (2015). Digitization workflows for flat sheets and packets of plants, algae, and fungi. *Appl. Pl. Sci.* 3(9): 1500065. DOI No: 10.3732/apps.1500065.

Opensedragon (2013-). <https://openseadragon.github.io>. Erişim Tarihi: 27.12.2023.

Özkul, P., Kaynakçı-Elinç, Z., Göktürk, R.S. ve Aykurt, C. (2020). Herbaryumlar için tasarım önerisi: Akdeniz Üniversitesi herbariyumu örneği. *Uluslar. Müh., Tas. Teknol. Derg.* 2(1): 24-30.

Öztürk, B. ve Ege, M.A. (2014). Türkiye'nin ilk sanal herbariyumu IZEF örneği ve sanal herbaryumların bitkisel ilaç hammaddesi araştırmaları açısından önemi. *Marmara Pharm. J.* 18: 79-84. DOI No: 10.12991/mpj.2014186124.

Schmull, M., Heinrichs, J., Baier, R., Ullrich, D., Wagenitz, G., Groth, H., Hourticolon, S. ve Gradstein, S.R. (2005). The type database at Gottingen (GOET): A virtual herbarium online. *Taxon* 54(1): 251–254.

Takano, A., Horiuchi, Y., Fujimoto, Y., Aoki, K., Mitsuhashi, H. ve Takahashi, A. (2019). Simple but long-lasting: A specimen imaging method applicable for small- and medium-sized herbaria. *PhytoKeys* 118: 1-14. doi: 10.3897/phytokeys.118.29434.

Thiers, B.M., Tulig, M.C. ve Watson, K.A. (2016). Digitization of the New York Botanical Garden Herbarium. *Brittonia* 68(3): 324-333. doi: 10.1007/s12228-016-9423-7.

Thiers, B. (2022). The world's herbaria 2022: a summary report based on data from Index Herbariorum. https://sweetgum.nybg.org/science/wp-content/uploads/2023/11/The_Worlds_Herbaria_2022.pdf. Erişim Tarihi: 23.12.2023.

Zoomify (1999). www.zoomify.com. Erişim Tarihi: 27.12.2023.

Expancel Mikrokürelerinin Testliner Kağıdında Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Investigation of the Usability of Expancel Microspheres in Testliner Paper

 Hüllya VARLIBAŞ BAŞBOĞA¹,  Arif KARADEMİR¹

Özet

Hammadde tedarikinde ciddi sıkıntı yaşayan kâğıt sektöründe ormanların yanında alternatif kaynaklar konusu ve özellikle atık kağıtların daha verimli işlenmesi üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Son yıllarda kağıtların geri dönüşüme katılım oranlarının artması, kağıt üretim sistemine dahil olan geri dönüştürülmüş kağıtların kullanım miktarlarının artmasına da sebep olmuştur. Bu anlamda artan geri dönüşüm sayısı sonucu elyaf özelliklerindeki düşmelere bağlı olarak çok çeşitli katkı kimyasalları ve dolgu maddeleri kullanımı da doğal olarak artmaktadır. Kağıt üretiminde kullanılan temel maddeler lifsel maddeler, su ve lifsel olmayan yardımcı maddeler olacak şekilde genel bir sınıflandırma yapılabilir. Lifsel olmayan yardımcı maddeler arasında dolgu maddeleri, katkı maddeler, tutundurucu maddeler, su itici ve yanma geciktirici kimyasal maddeler gibi gruplara ayırmak mümkündür. Kağıtta dolgu maddeleri opaklığın artırılmasında, yüzey düzgünlüğünün sağlanmasında, baskı kalitesinin iyileştirilmesi, temini kolay ve ekonomik olması, enerji tasarrufu sağlaması gibi sebeplerinden ötürü kağıt üretiminde sıklıkla tercih edilmektedirler. Yapılan çalışmada Expancel adıyla üretilen bir kimyasal bileşenin kağıt üretiminde bir dolgu maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Sonuçlar kağıt sektörü için umut vericidir. Ayrıca elde edilen sonuçlar ışığında Expancel kullanımı ile kağıtlarda hacimsel artış olmuş, kağıtların eğilme(bükülme) değerlerini yükseltmiştir. Expancel katılımı kağıtların hava direncini artırmış, aşırı katılım da ise hava dirençlerinde düşme meydana gelmiştir. Mukavemet değerlerinde ise kısmi bir düşüş olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Expancel, hacimsel artış, kağıtta eğilme(bükülme), hava geçirgenliği

Abstract

In the paper sector, which has serious problems in the supply of raw materials, intensive researches are carried out on alternative resources besides forests and especially on the more profitable processing of waste paper. The increase in paper recycling participation rates in recent years has also led to an increase in the amount of recycled paper included in the paper production system. In this sense, the use of various additive chemicals and fillers naturally increases due to the decrease in fiber properties as a result of increasing recycling numbers. A general classification can be made as the basic materials used in paper production are fibrous materials, water and non-fibrous auxiliaries. Fillers in paper are frequently preferred in paper production due to reasons such as increasing opacity, ensuring surface smoothness, improving printing quality, being easy and economical to supply, and providing energy saving. In the study, the usability of a chemical component produced by the name of Expancel as a filler in paper production was investigated. The results are promising for the paper industry. In addition, with the use of Expancel in the light obtained, there was a bulk increase in the papers and the stiffness values of the papers increased. Expancel participation has increased the air resistance of the papers, and excessive participation causes a decrease in air resistance. There was a partial decrease in strength values.

Keywords: Air resistance, bulk, expancel, fillers, stiffness

1. Giriş

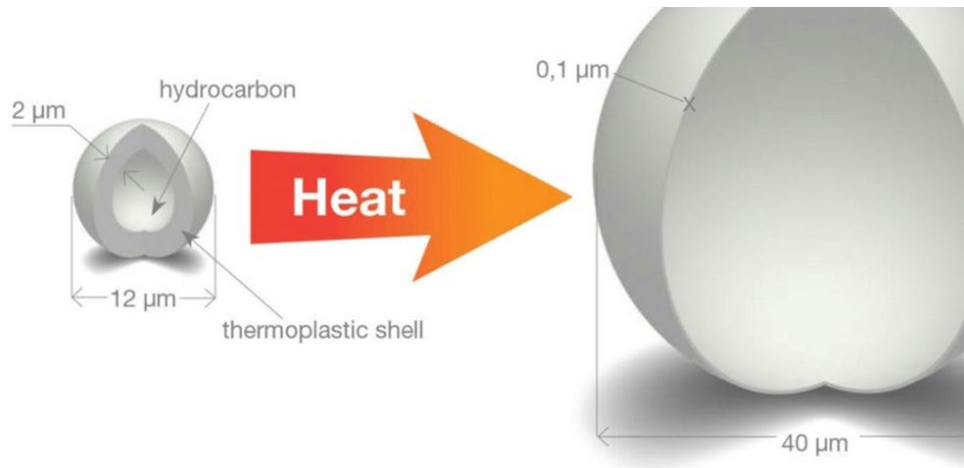
"Ambalaj sattığını korumalı ve koruduğunu da satmalı" sloganı ile kağıt, plastik, cam, metal, ahşap ve bileşik malzeme altı ana başlığa ayrılan ambalajın, en önemli işlevlerini özetlemektedir (Aboura ve ark., 2004). Kağıt ambalaj grubuna ait oluklu mukavva Türkiye’de 2016 yılında 2.280 ton üretilerek en çok üretilen kağıt ambalajlarından (Bayrak ve ark., 2020). Bu başarı, bu malzemenin ürünün iyi korunmasını sağlaması, düşük maliyetli olması ve biyolojik olarak bozunabilir olduğu kadar geri dönüştürülebilir olması gibi çeşitli özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Anonim, 2023a; Di Russo ve ark., 2023; Anonim, 2023b).

Biyobozunur ürünler, çevrenin korunmasına katkı sağladıkları için giderek daha fazla talep görmektedir. Ayrıca çevre korumaya ilişkin yeni Avrupa Birliği hükümleri, çeşitli ambalaj malzemelerinin geri dönüştürülebilirlik kotalarının yanı sıra ağırlıkta azalma sınırı getirmektedir (Allaoui ve ark., 2011). Tüketici, kağıt ürünlerinin kalitesini pürüzsüzlük, parlaklık ve his (dokunma) gibi özelliklerin kombinasyonu ile değerlendirir. Özellikle kağıt için daha yüksek bir kalınlık gösteren dokunsal geri bildirim, ürünün yüksek kalitede olduğu izlenimini verir. Bununla birlikte, kağıdı daha kalın yapmak genel olarak daha fazla kağıt hamuru kullanmayı gerektirir, böylece kağıt daha ağır ve daha pahalı olur. İlave kağıt hamuru eklemeyen daha kalın bir kağıt üretmek için, kağıt üretim endüstrisinde ağırlığı ve maliyeti düşürürken daha kalın bir kağıt hissi yaratmak için düşük yoğunluklu dolgu maddeleri olarak işlev gören bir dizi parçacıklı katkı maddesi kullanılmaktadır (Jogikalmath ve ark., 2015).

Hammadde tedarikinde ciddi sıkıntı yaşayan kağıt sektöründe ormanların yanında alternatif kaynaklar konusu ve özellikle atık kâğıtların daha verimli işlenmesi üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Son yıllarda kağıtların geri dönüşüme katılım oranlarının artması, kağıt üretim sistemine dahil olan geri dönüştürülmüş kağıtların kullanım miktarlarının artmasına da sebep olmuştur. Bu anlamda artan geri dönüşüm sayısı sonucu lif özelliklerindeki düşmelere bağlı olarak çok çeşitli katkı kimyasalları ve dolgu maddeleri kullanımı da doğal olarak artmıştır (Karademir, 2023).

Kağıt üretiminde kullanılan bazı kimyasal maddelerle kağıt mukavemet değerlerinde ciddi bir azalmaya sebebiyet vermeden daha hafif veya ağırlığın sabit kalmasıyla daha dolgun (hacimli) bir üretim gerçekleştirilebilmektedir. Bu kimyasal maddelerden birisi olan Expancel, içerisinde sıcaklıkla hacimsel artım yapan (sıvı izobütan) ve etrafı koruyucu kapsülle (vinilidin klorid ve akrilonitril kopolimeri) sarılmış, 5-6 mikron yarıçaplı küresel

parçacıklar halinde üretilmiş ve genelde %40 konsantrasyonda nakliyesi yapılan bir kağıt katkı kimyasalıdır (Wang ve ark., 2014). Expancel piyasada kağıt üretiminde alternatif bir reçete oluşturmuştur. Termal olarak genişleyen mikroküreler, ısıtıldığında genişleyen bir çekirdek/kabuk yapısına sahip polimerik parçacıklardır. Mikroküre çekirdeği düşük kaynama noktasına sahip doymuş bir hidrokarbon içerirken kabuk, hidrokarbonun kaçmasını önleyen gaz geçirmez bir termoplastik polimerden oluşmaktadır (Jonsson ve ark., 2010; Cheney ve ark., 2012). Ortam sıcaklıklarında polimer kabuk serttir. Ancak polimer kabuk ısıtıldığında yumuşar, hidrokarbon ise iç basıncı artırır. Gazın genişmesi ile iç basıncı artıracak ve dolayısıyla mikroküreleri ağırlıkta herhangi bir değişiklik olmaksızın Şekil 1’deki gibi orijinal boyutlarının 30-40 katına kadar genişletecektir (Lindberg, 2015). Mikroküreler soğutulduktan sonra, polimer kabuk genişlemiş durumda sertleşerek hacmin korunmasını sağlamaktadır. Bu şekilde mikrokürelerin yoğunluğu yaklaşık 1100 kg/m^3 ’ten yaklaşık 30 kg/m^3 ’e düşürülebilmektedir. Ayrıca mikrokürelerin özellikleri, polimer kabuk bileşimi, hidrokarbonun kaynama noktası ve mikrokürelerin boyutu gibi parametrelere bağlıdır (Jonsson ve ark., 2010). Kağıt içerisinde tutunan Expancel taneciklerinin termoplastik dış koruyucu kapsülleri, lifler arası tam olarak kuvvetli bağlar gelişmeden önce, sıcaklığın 70°C ’e çıkması ile yumuşar hacimsel artım özelliği olan içerik (sıvı izobütan) aktive olur. Normal şartlarda Expancel’in hamurda tutunum oranının, negatif yüklü koruyucu kapsül içeriğinden dolayı %50 civarında olduğu bildirilmiş bu nedenle, katılımdan sonra bir tutundurucu kullanımı önerilmiştir (Wang ve ark., 2014).



Şekil 1. Expancel mikrokürelerinin sıcaklıkla değişimi (Nie ve Lin, 2015).

Genişletilmiş mikroküreler, genişmeyen bir köpürme maddesi görevi görebileceğinden çoğunlukla hafif dolgu maddesi olarak kullanılır, ürünün yoğunluğunu azaltabilir ve titreşimleri azaltıp sesi yutabilir. Ayrıca yüksek elastikiyet özelliği ile

çatlaklara ve su emmeye karşı koruma sağlamaktadır. Sıkıştırılabilir yapısı ile şok dirençlerine karşı dayanım gösterebilmektedirler (Lindberg, 2015).

Geliştirilen ürünlerde genişletilmiş mikroküreler kullanılarak daha pürüzsüz bir yüzey elde edilebilmektedir. Expancel mikroküreler otomobillere yönelik gövde altı kaplamalarda, korozyon direnci ve gürültü azaltmada (Jonsson ve ark., 2010), suni deri için süet gibi yüzey efektlerinin yanı sıra kumaşlar ve duvar kağıdı üretiminde istenen efektleri oluşturmak için, dolgu macunlarında ve kaplamalarda, çatılarda ısı korumasında, ayakkabı tabanı üretiminde, baskı mürekkepleri, tenis topları ve ayrıca gıda ambalajlamada da (Cheney ve ark., 2012), şişe mantarlarında, kağıt bardak üretimi, tekstil, poliüretanlar, PVC-plastikler (Garbacz ve Dulebova, 2020) gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Gardfords, 2013; Gadhavve ve Gadhavve, 2022; Anonim 2023b).

Orman ürünleri alanında yapılan çalışmalarda Shalbafan ve ark., 2012' de sandviç panel üretiminde orta tabaka için expancel mikroküreleri ve polistren kullanmışlardır. Levhanın mukavemet değerlerinde polistrenin daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Kağıt ve mukavva için ise Expancel, kalınlığı artırmak ve kartonu daha hacimli yapmak için kullanıldığı ve sadece %1 Expancel ile hacim ve kalınlıkta %20 ila %25'lik bir artış elde edilebileceği belirtilmiştir. Expancel içeren bir baskı mürekkebi kullanılarak 3 boyutlu bir yüzey elde edilebileceği ise Lindberg tarafından raporlanmıştır (Lindberg 2015). Meekum ve Wangkheeree, 2017 yılında yapmış oldukları çalışmada okaliptüs liflerinden epoksi reçine yardımıyla hafif sandviç paneller üretmişlerdir. Sandviç panellerin orta tabakasında ise expancel mikroküreleri, etil asetat ve 4,4' oksibis (benzen sülfonil hidrazit) üç farklı köpük ajanı kullanılmıştır. Ayrıca başka bir çalışmada, daha hafif yonga levhalar elde edilmesi amacıyla, yonga levha üretiminde orta tabakada expancel mikroküreleri kullanılmıştır (Monteiro, 2020). Bir başka çalışmada ise Expancel mikroküreleri düşük yoğunluklu lif levhaların üretiminde kullanılmıştır (Monteiro ve ark., 2018). Triantafillopoulos ve Koukoulas (2020), tek kullanımlık kağıt kahve bardaklarında expancel mikroküreleri kullanılmıştır. Chehade, (2022) ise karton üretiminde expancel mikroküreleri kullanmıştır. Yapılan çalışmada kartonun fiziksel özelliklerinde iyileşmeler olduğunu belirtmiştir (Chehade, 2022). Expancel mikroküreleri birçok alanda kullanılmasına rağmen kağıt üretiminde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle ağırlığın ve mukavemetin önemli olduğu kağıt ambalaj sektöründe bu tip hafif malzemelerin tercih edilmesi avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple yapılan önceki çalışmalar Expancel mikrokürelerinin oluklu mukavva üretiminde kullanılabilirliğini araştırmak için ilham kaynağı oluşturmuşlardır.

Türkiye’de kağıt ve karton ürünleri, üretiminde hammadde ve girdi tedarikinde rakipleri ile karşılaştırıldığında sınırlı olanaklara sahiptir ve selüloz temininde önemli ölçüde dışa bağımlıdır. Atık kağıtların yeniden değerlendirilmesi ile dışa bağımlılık azaltılmaya çalışılsa da yeryüzündeki lifsel hammaddenin azalmasıyla kullanılan kimyasal maddelerin miktarı artmaya başlamıştır. Yapılan bu çalışmada Expancel kimyasal maddesinin oluklu mukavvada kullanılan testliner kağıt üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılabilme olanakları ile daha az lif kullanılarak daha kalın ve esnek bir testliner kağıdı elde edilebilirliği araştırılmıştır. Ayrıca çalışmada iki farklı CK Expancel mikroküreleri kullanılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, ince elekten geçmiş ve herhangi bir kimyasal madde içermeyen Kahramanmaraş Kağıt Fabrikasından (KMK) temin edilen testliner hamuru kullanılmıştır. Dolgu kimyasalı olarak ise Caran Kimya’dan temin edilen Caran Expancel (CK Expancel) numuneleri; PST 50 A (P5) ve PST 850 W (P8) kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

100 gr/m² gramajda deneme kağıtları yarı otomatik Rapit Köthen cihazında üretilmiştir. Cihazın formasyon eleği kısmında önce hava tahrikli karıştırma aşaması, süzülme ve vakum sistemi mevcuttur. Elek üzerinde oluşan, vakumlanan ve ıslak preslenen kağıtlar, cihazın kurutma kısmında, tek tarafı 110°C sıcak yüzey teması ve diğer tarafı oluşan buharı vakumlayan tabla arasında, emici kağıtlar arasına sıkıştırılmış olarak %5 rutubet derecesine ulaşıncaya kadar kurutulmuştur.

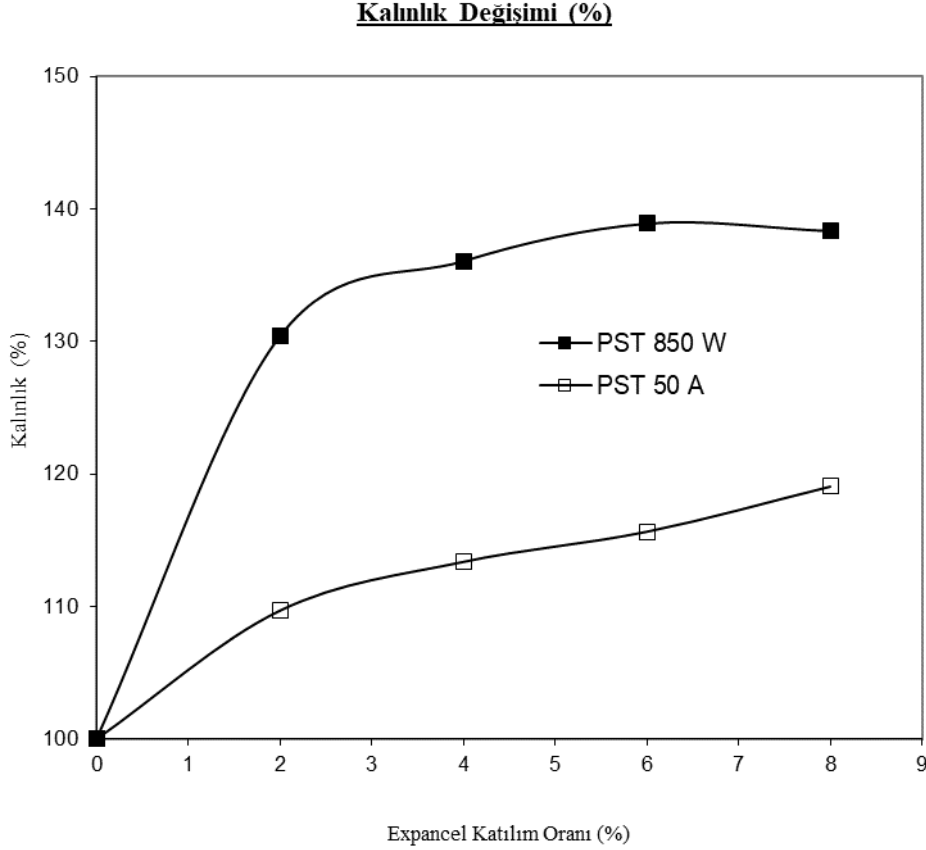
CK Expancel numuneleri firmadan temin edildiği şekli ile kullanılmış ekstra herhangi bir seyreltme işlemi yapılmamıştır. Kimyasallar, tam kuru lif gramajına oranla sırasıyla %2, 4, 6 ve 8 değerlerinde, %1 kesafetteki hamur süspansiyonuna katılmış ve yeterli süre homojen karıştırma yapılmıştır. Kimyasal katılım aşamasından sonra hamur kesafeti % 0,5 civarına düşürülmüş ve el kağıtları üretilmiştir. Kağıt üretim sırasında hamurun pH değerinde herhangi bir ayarlama yapılmamış ve başka hiçbir kimyasal (tutunma, mukavemet vb) kullanılmamıştır. Üretim sırasında hamur pH değerinin 7,0 ve 7,3 civarında olduğu belirlenmiştir. Üretilen kağıtlar ilgili standartlara (TAPPI T 402 om-88) göre kondisyonlandıktan sonra, sırasıyla gramaj (TAPPI T 410 om-08), kalınlık (TAPPI T 411 om-89), kopma (TAPPI T 404 om-87), hava geçirgenliği (TAPPI T 547 om-12) ve

Lorentzen & Wettre (L&W) kağıtların eğilme (bükülme) değerleri (TAPPI T 489 om-92) test edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Oluklu mukavva hamuru ile CK Expancel (CKE) kimyasalları kullanılarak 100 gr/m² gramajda el kağıtları başarılı bir şekilde üretilmiştir. Yapılan testler sonucunda CKE'lerin katılımı ile kağıtların bazı özelliklerinde ciddi değişimler olduğu görülmüştür. Üretilen kağıtların hacimsel değişimlerini belirlemek için yüzdece kalınlık değişimleri belirlenmiştir. Üretilen el kağıtlarının CKE kullanım oranı ile yüzdece kalınlık değişim oranını gösteren etkileşim grafiği Şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 2'deki etkileşim grafiği incelendiğinde kağıt matris yapısında tutunmuş olan kapsüllerin şişmesi ve genişlemesi neticesinde, kağıt kalınlık değerlerinde oldukça fark edilir bir artış olduğu görülmektedir. İçerisinde CKE içermeyen kontrol grubu kağıt örnekleri ile CKE içeren kağıt örnek gruplarını karşılaştırıldığında yüzdece kalınlık artışının olduğu dolayısıyla kullanılan her iki CKE kimyasalının kağıt içerisinde tutunduğunu ve matris içerisinde olduğunu söylemek mümkündür. Wang ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada Expancelin hamurda tutunum oranının, negatif yüklü koruyucu kapsül içeriğinden dolayı %50 civarında olduğunu bildirilmiş bu nedenle, katılımından sonra bir tutundurucu kullanılmasını önermişlerdir (Wang ve ark., 2014). Rahmaninia ve Khosravani 2015 yılında yaptıkları çalışmada herhangi bir tutundurucu kimyasal madde kullanmadan ürettikleri testliner kağıtlarında tutunma oranlarının % 50 ile % 55 arasında olduğunu belirtmiştir. Literatürden yola çıkılarak çalışma kapsamında tutunma oranı yaklaşık % 50 olarak ele alınmıştır (Rahmaninia ve Khosravani, 2015). Şekil 2'deki yüzdece kalınlık artım grafiğinden görüldüğü üzere, CKE' nin kullanım miktarının artması ile üretilen el kağıtlarının hacimleri de buna paralel olarak artmaktadır. P8 kimyasalının kullanıldığı kağıt gruplarının kalınlık artışları P5 grubu kağıt gruplarının aynı kullanım oranına göre belirgin bir şekilde daha yüksek elde edilmiştir. Her iki CKE kimyasalının %2'lik ilk yüklemesi ile kalınlık artış değerleri keskin bir şekilde artsa da sonra ki yüklemelerde grafikteki artış eğiminin azaldığı görülmektedir. Özellikle P8 grubu Expancel kimyasalının kullanıldığı grupların %6 kullanım oranından sonra CKE miktarındaki artışın kağıtların kalınlık artışında bir etkisinin olmadığı ve %8 kullanılan grupların kalınlık artış değişimi ile %6 kullanılan kağıt grupların değerlerinin birbirine yakın aralıkta olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanı sıra P5 CKE kimyasalının kullanım oranının artması ile kalınlık değerlerinde ki artış eğimi her ne kadar azalsa da kalınlık değerlerinde yükselme devam etmektedir. Fakat daha az kimyasal kullanımı bakımından düşünüldüğünde P8 CKE

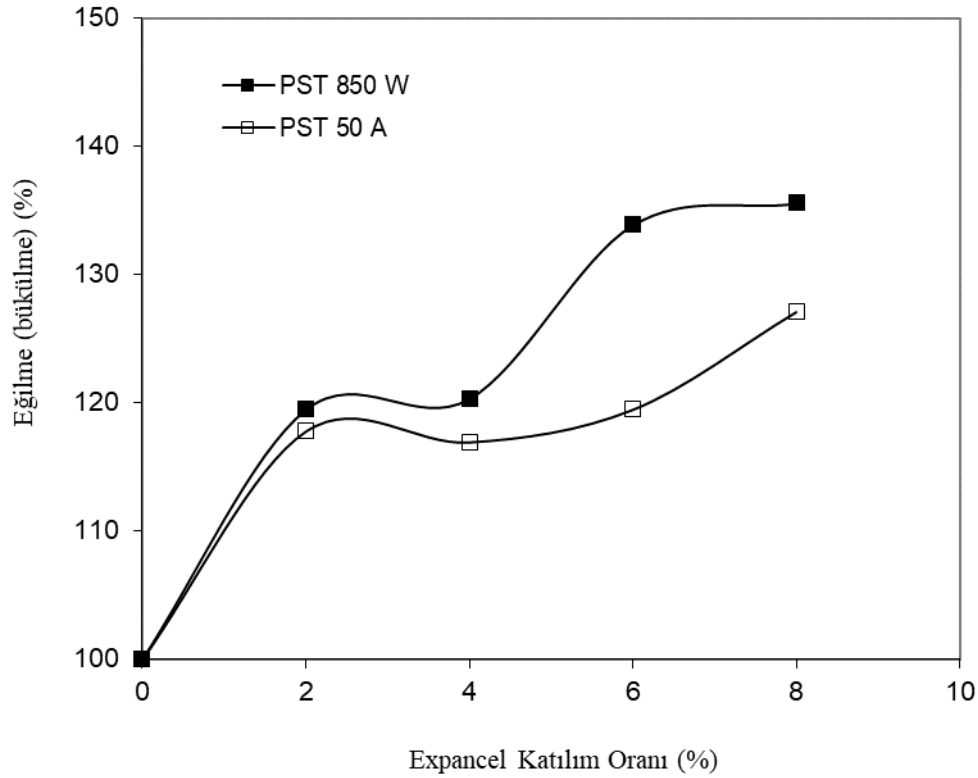
kimyasalının %2 kullanılması ile P5 CKE kimyasalının %8 kullanıldığı kağıt gruplarına göre daha yüksek hacimde kağıtlar elde edildiği görülmektedir. Bir anlamda CK Expancel kağıt içerisinde kapalı hava kapsülleri (close cell) oluşturmuş, lifler arasını açmış ve böylece hacimsel kabarma (bulk increase) meydana getirmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda expancel mikrokürelerinin kullanımıyla üretilen kartonun hacminin arttığı belirtilmiştir (Chehade, 2022). Elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 2. CK Expancel mikrokürelerinin testliner kağıdının kalınlık özelliklerine etkileri.

Kalınlıktaki artış, kütle artışından değil, sadece lifler arası boşluk alanlarının artmasından dolayı olduğu için, elde edilen kağıtların eğilme (bükülme) değerlerinde de yükselme görülmüştür (Şekil 3). Hacimsel artış ile kağıtların eğilme (bükülme) değerleri de yükselmiştir. Sertlik değerleri incelendiğinde kalınlık değerlerinde daha fazla artış gösteren hafif dolgu malzemesi olarak da bahsedilen P8 CKE kürelerinin %2 katılım oranından başlayarak aynı kullanım oranında P5 CKE kürelerinin kullanıldığı gruplara göre daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Her iki CKE kürelerinin kullanım miktarının artması ile kalınlık değerlerine benzer olarak sertlik değerlerinde de artışlar meydana gelmiştir. Kalınlığın artmasıyla kağıtların eğilme (bükülme) değerlerinin arttığı sonucu literatürde de benzer olarak raporlanmıştır (Wang, 2007).

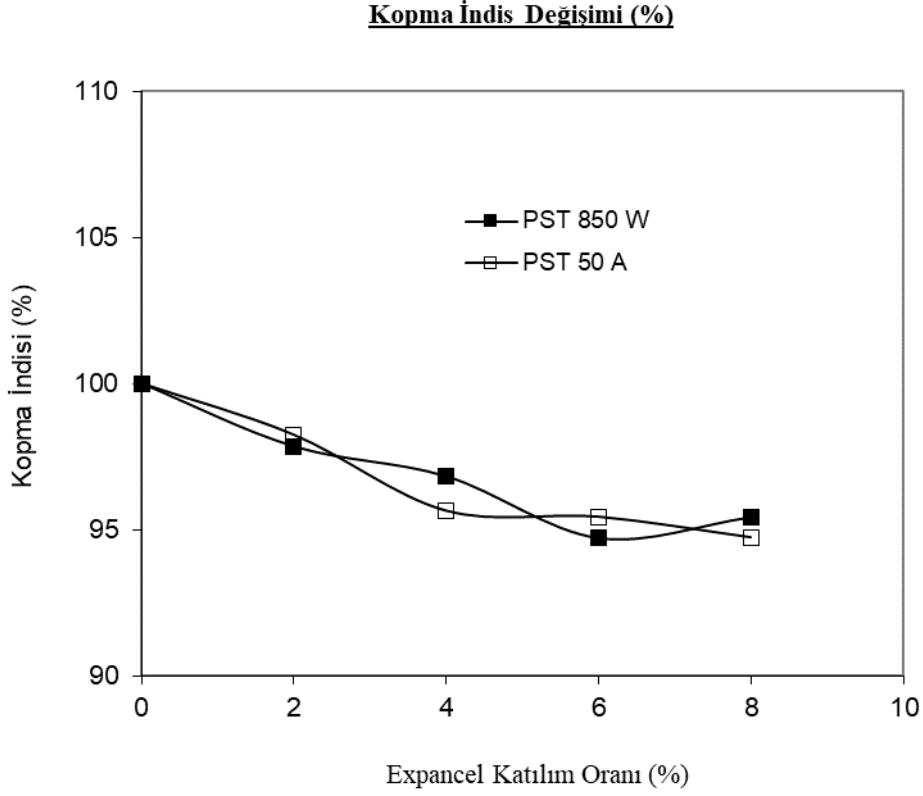
Eğilme (bükülme) Değerinde Değişim (%)



Şekil 3. CK Expancel mikrokürelerinin testliner kağıdının eğilme (bükülme) özelliklerine etkileri.

CKE kürelerinin kağıtlarda meydana getirdiği hacimsel artış, kopma indisi ve kopma uzunluğu değerlerinde beklendiği gibi düşüş olarak kendini göstermiştir (Şekil 4 ve 5). Ağırlık sabit iken, meydana gelen hacimsel artış, lifler arası temas alanlarının küçülmesine, dolayısıyla oluşabilecek lif-lif bağlarının azalmasına neden olmaktadır. Lifler arası temas alanının azalması, doğrudan kağıt mukavemetini olumsuz etkileyecektir (I'anson ve ark., 2006). Şekil 3 ve 4 incelendiğinde Expancelin meydana getirdiği hacimsel artışa rağmen kağıtların kopma indisi ve kopma uzunluk değerlerini en fazla %5 oranında düşürdüğü görülmektedir.

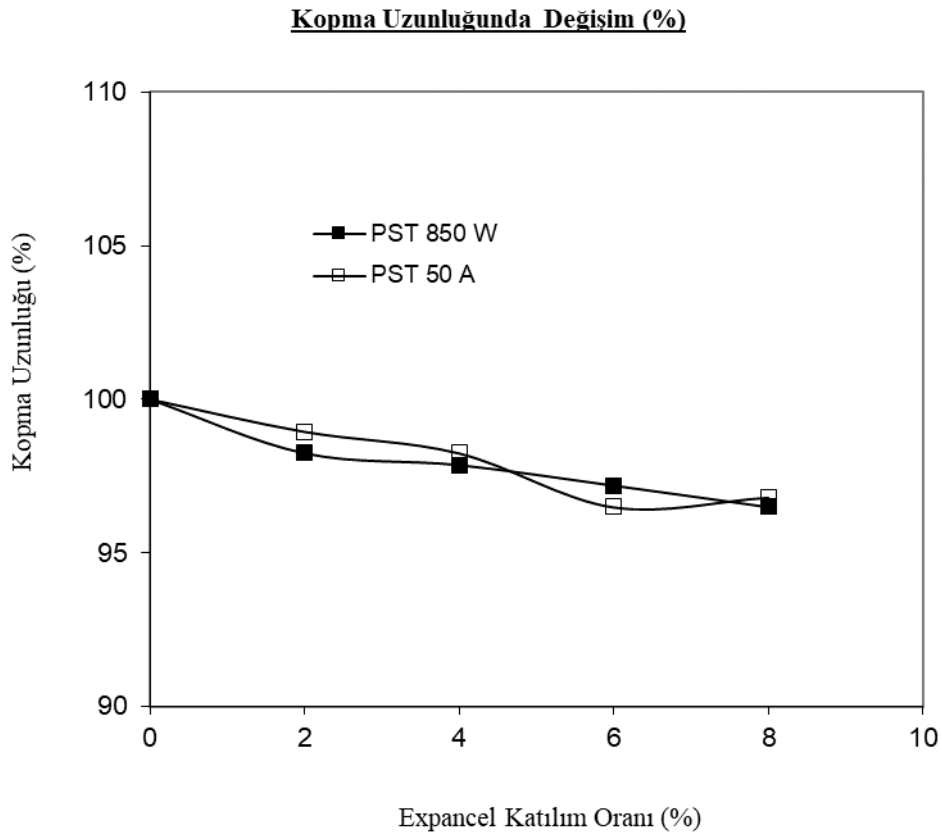
Hacimsel artım yapan taneciklerin, genleşmeleri ile lifler arasını açmalarına rağmen, taneciklerle veya tanecik kapsülleri ile lifler arasında da belli oranda bir bağlanmanın gerçekleştiği söylenebilir. Aksi takdirde, bu araştırmada görülen hacimsel artım, sadece liflerin temas alanlarının azalması sonucu oluşmuş olsaydı, mukavemet değerlerindeki düşmeler çok daha büyük olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4. CK Expancel mikrokürelerinin testliner kağıdının kopma indisi özelliklerine etkileri.

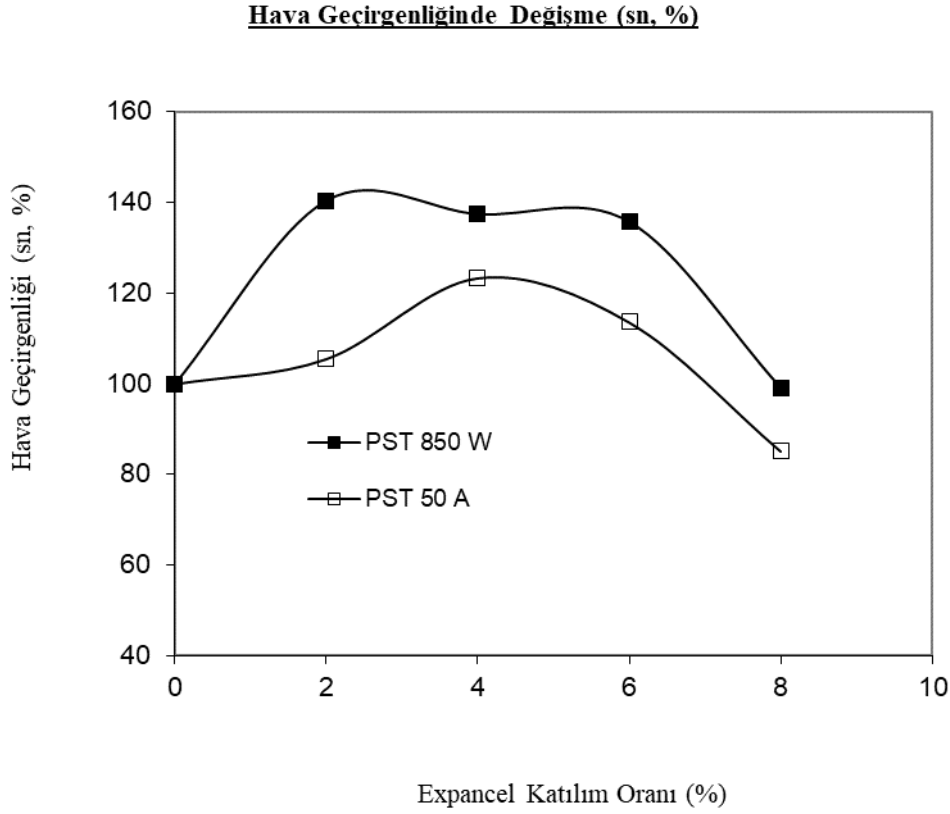
Mukavemet değerlerinde yaklaşık %5'lik düşüş her iki expancel mikrokürelerinin kullanıldığı test kağıtlarında da benzer şekilde bulunmuştur. Kısaca özetle şunu söylemek mümkündür; CK Expancel, lif-lif temas alanını azaltmakta ise de bunun yerine lif-tanecik (veya kapsül)-lif alanları oluşturmakta ve böylece kağıtlarda kopma indisindeki azalmalar çok aşırı meydana gelmemektedir.

P8 ve P5 koduyla üretilen test kağıtlarının kopma uzunluğunun verildiği Şekil 5 incelendiğinde başlangıçları 100 birim sayılan mukavemet değerlerinin yaklaşık %5 oranında azalma gösterdiği kopma indisi sonuçları ile paralel şekilde ilerlemiştir. Aynı zamanda kullanılan expancel mikrokürelerinin kopma uzunluğunda birbirlerine benzer sonuçlar vermişlerdir.



Şekil 5. CK Expancel mikrokürelerinin testliner kağıdının kopma uzunluklarına etkileri.

CK Expancel katılımının, kağıtların hava geçirgenliği değerlerinde meydana getirdiği değişim Şekil 6'da görülmektedir. Hava geçirgenliği testi, bir kağıdın 6,4 cm² alanlık kısmının bir yüzeyinden diğer yüzeyine 100 cm³ hacmindeki havanın sabit basınç altında geçmesi için gereken zamanın saniye olarak değeri şeklinde hesaplanmıştır. Dolayısıyla Şekil 6'da referans kâğıdının değeri 100 kabul edilerek yapılan hesaplamada, değerin 100 üzerine çıkması kağıtların hava geçirgenliğinin azaldığını ifade etmektedir.



Şekil 6. CK Expancel mikrokürelerinin testliner kağıdının hava geçirgenliği özelliklerine etkileri.

Kağıtların hava geçirgenliği, kağıtlar içerisinde bulunan boşluk alanlarından ziyade, alt ve üst yüz arasında bağlantılı olan geçiş kanallarıyla doğrudan orantılıdır. Dolayısıyla kağıt içerisindeki boşlukların açık veya kapalı ve birbirlerine bağlantılı olup olmadığı çok önemlidir. Kısaca literatürde “open cell-close cell” diye tabir edilen teoriye göre, içerisinde kapalı hava kapsülleri olan bir kağıdın hava geçirgenliğine karşı göstereceği direnç yüksek olacaktır. Diğer bir ifade ile hava geçirgenliği değeri yükselecektir. Expancel katılımı ile aslında kağıt içerisinde çok sayıda kapalı hücreler, hava kapsülleri meydana getirilmiştir. Dolayısıyla ilk katılım seviyelerinde kağıtların hava direnci belli seviyede artmışken, ilerleyen dozajlama sonunda, kapsüller arası kapiler geçiş bölgeleri oluştuğu için hava geçişinin kolaylaştığı tahmin edilmektedir.

4. Sonuçlar

Araştırma sonunda şunları söylemek mümkündür;

- CK Expancel mükemmel derecede kağıtlarda hacimsel artış yapmakta, buna karşın oldukça düşük seviyede ve kaçınılmaz olarak kopma indisi ve kopma uzunluk değerlerinde düşmelere neden olmaktadır.
- Kağıtlarda hacimsel artış ve kağıtların eğilme değerlerinde yükseltme özellikleri açısından PST 850 W numunesi, PST 50 A'ya göre çok daha etkili olmuştur.
- CK Expancel tutunumunu artırmak için kimyasal dozajı sonrası bir tutundurucu kullanılması önerilebilir.
- Özellikle kartonlarda orta katta (ara katlarda) kullanılması tavsiye edilebilir. Orta katta meydana gelen hacimsel artış sonucu oluşabilecek mukavemet düşmeleri st ve alt katların desteği ile çok daha aza indirilebilir, etkisiz hale getirilebilir.
- CK Expancel, dereceli artan bir sıcaklık rejiminde ve silindirli kurutucular kullanıldığında daha iyi fonksiyon yapmaktadır.
- CK Expancel, kağıtların eğilme değerlerini yükseltmektedir.
- Kağıtların hava geçirgenliği CK Expancelin ilk dozajlarında düşmekte, ilerleyen katılımlarda artış göstermektedir.
- Expancel malzemede hacimsel artım yaptığı için, özellikle ısı ve ses yalıtımı için üretilen levha, kağıt ürünleri ve bazı kompozitlerin üretiminde kullanılabilir.

Teşekkür

Bu alışmada CK Expancell kimyasalını temin eden Caran Kimya'ya teşekkür ederiz. Atık kâğıtların temin edilmesi, hamurlaştırma ve kağıt yapma süreçlerinin gerçekleştirilmesi ve özellikle sonuçların değerlendirilmesinde katkı yapan Kahramanmaraş Kağıt Fabrikası ve Varaka Kağıt Sanayi A.ř. teknik ekibine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, (2023a). <https://www.ankutsan.com/tr/blog/oluklu-mukavva-ve-surdurulebilirlik#:~:text=Oluklu%20mukavva%2C%20esnek%20ve%20yumu%C5%9Fak,nakliye%20ara%C3%A7lar%C4%B1nda%20minimum%20yer%20kaplar.> Erişim Tarihi: 18.09.2023.
- Anonim, (2023b). <https://www.youtube.com/watch?v=2jPBemBUWIk>. Erişim Tarihi: 26.04.2023.
- Aboura, Z., Talbi, N., Allaoui, S. & Benzeggagh, M.L. (2004). Elastic behavior of corrugated cardboard: experiments and modeling. *Composite Structures*. Volume 63, Issue 1, January 2004, Pages 53-62.
- Allaoui, S., Aboura, Z. & Benzeggagh, M.L. (2011). Contribution to the modelling of the corrugated cardboard behaviour *Physics arXiv: Classical Physics Corpus* arXiv:1110.5417, Doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1110.5417>.
- Bayrak, H., Bayrak, C. ve Güvendikler, M.E. (2020). Doğu Marmara Kağıt Sektör Raporu. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı İzmit/KOCAELİ Erişim Adresi: www.marka.org.tr. Erişim Tarihi: 26.04.2023.
- Cehade, A. (2022). Expancel mikrosfärernas påverkan på bestyrkningsmet och bestruken kartong(The impact of Expancel microspheres on coating and coated paperboard). Karlstads Universitet. Sağlık, Doğa ve Teknoloji Fakültesi Kimya Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, İsveç.
- Cheney, S.S., Thellen, C. & Ratto, J.A. (2012). Investigation of Expandable Polymeric Microspheres for Packaging Applications. U.S. Army Natick Soldier Research, Development and Engineering Center Natick, Massachusetts 01760-5018. Technical Report Natick/Tr-12/020.
- Di Russo, F.M., Desole, M.P., Gisario, A. & Barletta, M. (2023). Evaluation of wave configurations in corrugated boards by experimental analysis (EA) and finite element modeling (FEM): the role of the micro-wave in packaging design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2023;126(11-12):4963-4982. doi: 10.1007/s00170-023-11397-y. Epub 2023 Apr 25.
- Gadhve, R. & Gadhve, C. (2022) Application of thermally expandable microspheres in adhesives: review. *Open Journal of Polymer Chemistry*, 12, 80-92. doi: 10.4236/ojpcchem.2022.122005.

- Garbacz, T. & Dulebova, L. (2020). Processing of selected properties of extruded recycled plas-tics. *Chemistry, Technology and Application of Substances*. Vol. 3, No. 1, 2020.
- Gardfords, T. (2013). Synthesis and Evaluation of Expancel® Microspheres. ‘Degree Project in Engineering Chemistry’, Umeå University, Sweden.
- I’anson, S.J., Karademir, A. & Sampson, W.W. (2006). Specific contact area and the tensile strength of paper, *APPITA Journal*, 59(4):297-301.
- Jogikalmath, G., Soane, D.S. & Schneider, A. (2015). Bulk and Stiffness Enhancement in Papermaking. U.S.Patent No. 8,926,796 B2, 2015
- Jonsson, M., Nordin, O., Kron, A.L. & Malmström, E. (2010). Thermally expandable microspheres with excellent expansion characteristics at high temperature. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 117, 384–392.
- Karademir, A. (2023). *İnsan, Kağıt ve Medeniyet*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sanat Fabrikası Konferansı 09 Mayıs 2023 İstanbul/Türkiye.
- Lindbergh, E. (2015). ‘Investigation of making nonwoven textiles with wood fibres and papermaking technique’. Degree project in surface coating technology, second level. KTH, Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.
- Meekum, U. & Wangkheeree, V. (2017). Designing the wood foam core for manufacturing of lightweight sandwich structure engineered wood. *BioResources*, 12(4), 9001-9023.
- Monteiro, S., Martins, J., Magalhães, F.D. & Carvalho, L. (2018). *Lightweight wood composites:challenges, production and performance springer series on polymer and composite materials* (SSPCM) Ed. Susheel Kalia Lignocellulosic Composite Materials. S:293-322.
- Monteiro, S.C.C. (2020). ‘Development of low-density particleboards bonded with starch-based adhesive’. Doktora Tezi, Faculty of Engineering of the University of Porto. S.67.
- Nie, Z. & Lin, Y. (2015). Fabrication of porous alumina ceramics using hollow microspheres as pore-forming agent. *Journal of the korean society of manufacturing technology engineers* · August 2015, 24(4):368-373.
- Rahmaninia, M. & Khosravani, A. (2015). Improving the Paper Recycling Process of Old Corrugated Container Wastes. *Cellulose Chemistry And Technology* 49 (2), 203-208.
- Shalbfan, A., Luedtke, J., Welling, J.& Thoemen, H. (2012). Comparison of foam core materials in innovative lightweight wood-based panels. *Eur. J. Wood Wood Prod.* , 70, 287–292.

- TAPPI T 402 om-88, (1988). Kağıt Örneklerinin 23 C %50 bağıl nemde kondisyonlanması standardı, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- TAPPI T 410 om-08, (2013). Kağıt örneklerinin gramaj ağırlıklarının belirlenmesi, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- TAPPI T 411 om-89, (1989). Kağıt örneklerinin kalınlıklarının belirlenmesi, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- TAPPI T 404 om-87, (1987). Kağıt örneklerinin kopma değerlerinin belirlenmesi, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- TAPPI T 547 om-12, (2012). Kağıt örneklerinin hava geçirgenliği değerlerinin belirlenmesi, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- TAPPI T 489 om-92, (1992). Kağıt örneklerinin Lorentzen & Wettre (L&W) eğilme (bükülme) değerlerinin belirlenmesi, Technical Association for the Pulp, Paper, and converting Industry. Amerika.
- Triantafillopoulos, N. ve Koukoulas, A.A. (2020). The future of single-use paper coffee cups: current progress and outlook. *BioResources* 15(3) 7260-7287.
- Wang, H. (2007). 'Predicting the physical properties of paper and optimizing the bending stiffness of paperboards through numerical modeling'. Yüksek Lisans Tezi, Zhengzhou Üniversitesi Çin.
- Wang, L., Yang, X., Zhang, J., Zhang, C. & He, L. (2014). The compressive properties of expandable microspheres/epoxy foams. *Composites: Part B* 56, 724–732.

Ölçek Bazında Çalışma Sermayesi Yönetim Etkinliği: Ağaç ve Ağaç Ürünleri ve Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri Sektörü

Working Capital Management Efficiency of The Basis of Scale: Wood and Wood Products and Paper and Paper Products Sector

 Abdi ATILGAN¹,  İlker AKYÜZ²,  Kadri Cemil AKYÜZ²,  Nadir ERSEN^{3*}

Özet

Bu çalışmada, Bhattacharya (1997) tarafından önerilen endeks yöntemi kullanılarak yıllara göre Türkiye'deki ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin ölçek bazında çalışma sermayesi yönetim etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, sektör ve ölçek bazında performans, kullanım ve etkinlik endeks değerleri karşılaştırılmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) tarafından yayınlanan çalışma kapsamındaki sektörlerdeki farklı ölçekli işletmelerin 2009-2022 yıllarına ilişkin sektör bilançoları ve gelir tabloları kullanılmıştır. Analiz sonucunda, ağaç ve ağaç ürünleri alanında faaliyet gösteren mikro işletmelerin ortalama endeks değerleri kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki mikro işletmelere göre daha düşük çıkarken, küçük, orta ve büyük işletmelerin ortalama endeks değerleri baz alındığında ağaç ve ağaç ürünleri sektörü kâğıt ve kâğıt ürünlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Ölçek temelinde karşılaştırıldığında, en yüksek performans ve etkinlik endeks değerlerine sahip ölçek grubunun ağaç ve ağaç ürünleri alanındaki büyük işletmelerin olduğu gözlemlenirken, en yüksek kullanım endeks değerine sahip ölçek grubunun kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki mikro işletmelerin olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çalışma sermayesi, endeks yöntemi, etkinlik, orman ürünleri sektörü

Abstract

In this study, using the index method suggested by Bhattacharya (1997), it was tried to determine the working capital management activities of the enterprises operating in the wood and wood products and paper and paper products sector in Turkey on a scale basis by year. Moreover, performance, usage and effectiveness index values were compared on the basis of sector and scale. To achieve this aim, sector balance sheets and income statements for the years 2009-2022 of different (micro, small, medium and large) scale enterprises operating in the sectors within the scope of the study published by the Central Bank of the Republic of Turkey (CBRT) were used. As a result of the analysis, the average index values of micro-scale enterprises operating in the field of wood and wood products were lower than those of micro-scale enterprises operating in the field of paper and paper products, whereas the average index values of small, medium large-scale enterprises operating in the field of wood and wood products were higher than those of small, medium large-scale enterprises operating in the field of paper and paper products. When compared on a scale basis, it was observed that the scale group with the highest performance and efficiency index values was large-scale enterprises in the field of wood and wood products, while the scale group with the highest usage index value was observed to be micro-scale enterprises in the field of paper and paper products.

Keywords: Working capital, index method, efficiency, forest products sector

Geliş Tarihi:24.01.2024, Düzeltme Tarihi:28.02.2024, Kabul Tarihi:25.03.2024

Adres: Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Afyonkarahisar

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

³ Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Artvin

E-mail:nadirersen20@artvin.edu.tr

1. Giriş

Kıt olan kaynakların ihtiyaçlar dâhilinde paylaşılması ve bu paylaşımın faydanın en üst düzeyde elde edilmesine yönelik olması ekonominin temel kurallarından biridir. Üretim kaynaklarından biri olan sermayenin elde edilmesi ve uygun alanlarda değerlendirilmesi piyasa koşullarında rekabet üstünlüğünde önemlidir. Sermayenin kıtlık ve fayda ilkeleri doğrultusunda kullanılması özel uzmanlık isteyen ve sürekli analizler yapılmasını gerekli gören bir konu niteliğindedir. Başarı ve güç, doğru teşhis-doğru çözüm sayesinde elde edilecektir.

Varlık yönetimi olarak da adlandırılan ve amacı firmaların faaliyetlerini aksatmadan devam ettirebilmesi olan finansal yönetim, konusu sermaye olan tüm iktisadi unsurları kapsamaktadır (Kaya ve ark., 2022). Varlık ve kaynakların yönetilmesi finansal yönetimin sorumluluğunda olup, başarı firma tarafından belirlenen amaçlara ulaşılma seviyesi ile ilişkilendirilmektedir. Başarı olarak kabul edilen kriterler kar, piyasa payı, rekabet gücü, prestij ve müşteri memnuniyeti gibi bir çok farklı nitelikte olmakla birlikte gerek firma içi ve gerekse firma dışı unsurlar nedeniyle çeşitli risklerle karşı karşıyadır. Risklerin en az seviyeye indirilmesi yapılacak analiz ve alınacak tedbirlerle mümkündür.

Firmaların sahip olduğu varlık ve kaynak yapılanması firmalar ile ilgilenen farklı grupların sürekli takibinde olan finansal veriler niteliğindedir. İlgi gruplarının amaçlarına göre değişmekle birlikte analizlerin yapıldığı ve firma hakkında karar verilmesine neden olan rakamlar, finansal yönetim tarafından toplanmakta ve finansal tablolar eşliğinde sunulmaktadır. İktisadi değerler toplamını oluşturan, dönen ve duran varlık olarak iki grupta yer alan varlıklar kaynak yapılanması altında yer alan borç ve özsermaye tarafından finanse edilmektedir.

Dönen varlıklar bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıkları tanımlarken, çalışma sermayesi tutarlarının ne olması ve nasıl finanse edilmesi gerektiğinin gözlemlendiği bölümü temsil etmektedir, duran varlıklar ise bir yıldan daha uzun vadede nakde dönüşebilecek olan varlıkları kapsamaktadır. Dönen varlıklar firmaların kısa dönemli üretim, satış ve alacak tahsili ile ilgili kararların sonuçlarının sergilendiği verilerden oluşması yanında sürekli koordinasyon halinde ve eş zamanlı izlenmesi gereken finansal kalemlerden oluşmaktadır (Kandil Göker, 2018). Net çalışma sermayesi dönen varlıklardan kısa vadeli borçların çıkarılması sonucunda elde edildiği için çalışma sermayesi ile ilgili yapılacak tüm değerlendirmeler varlık ve kaynak yapılanması ile ilgili boyuttur. Dolayısıyla sermaye bütçelenmesi, sermaye yapısı ve çalışma sermayesi yönetimi

konularında uzun ve kısa vadeli kararlar alan finansal yönetim (Aygün, 2012) sürekli daha uygun ve etkin sermaye yönetimi arayışları içindedir.

Literatürde işletme sermayesi ile eş anlamda kullanılan çalışma sermayesi, firmanın üretime başlayabilmesi, günlük faaliyetlerini sürdürebilmesi ve üretimin kesintisiz devam edebilmesi için firmanın nakit ya da kısa sürede nakde dönüştürebilme özelliğine sahip olan varlıklarını tanımlamaktadır (Günay, 2021; Demirtaş ve Gençtürk, 2022).

Başarılı bir finansal konum için likidite ve karlılık arasında güçlü bir ilişki kurulmasını gerektiren İşletme sermayesi, firmanın faaliyetlerine göre sürekli değişim gösteren, üretim ve yönetim giderlerinin karşılanması sağlayan, firmanın yükümlülüklerini karşılayamama riskini azaltan, kredi değerini yükselten, cari varlıklara gereksiz yatırımların yapılmasını engelleyen ve firmanın dinamik duruma geçmesini sağlayan bir görevi yerine getirmektedir (Akgüç, 1998; Ceylan, 2001; Eljelly, 2004; Usta, 2008).

Firmaların nakit çıkışı ve nakit girişi arasında geçecek olan sürenin uzunluğuna ve yapılması gereken işlerin niteliğine bağlı olarak sürekli izlenmesi gereken, firma değeri ve prestiji gibi görünür olan ve olmayan birçok durum üzerinde etkili olan, çalışma sermayesi miktarının ne düzeyde olması gerekliliği finans yöneticilerinin sürekli takip etmek zorunda oldukları konuların başında gelmektedir. Bir yanda yükümlülüklerin yerine getirilmesi zorunluluğu diğer yanda uygun yatırım fırsatlarının kaçırılmaması gerekliliği, nakit, stok ya da alacak olarak sınıflandırılan çalışma sermayesi boyutunun belirleyicileri olmaktadır. Piyasalar ve rakiplerin pozisyon değişikliklerine karşı hareket serbestisi sağlayacak olan çalışma sermayesi (Appuhami, 2008), kaynak maliyetinin minimum, getiri oranının maksimum olmasını sağlamalıdır (Brealey ve ark., 2001).

Çalışmada firma faaliyetlerinin aksamadan yürütülebilmesi ve satışların arttırılarak yükümlülüklerin yerine getirilebilmesinde önemli bir konumda bulunan çalışma sermayesinin etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) tarafından yayınlanan çalışma kapsamındaki sektörlerde faaliyet gösteren mikro, küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerin sektör bilançoları ve gelir tabloları kullanılarak ölçek bazında yıllara göre işletmelerin çalışma sermayelerini etkin bir şekilde kullanıp kullanmadığı tespit edilmeye ve sektöre ve ölçek bazında işletmelerin çalışma sermaye yönetim etkinliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bhattacharya (1997) tarafından geliştirilen endeks yöntemi kullanılarak yapılan çalışma 2010-2022 yıllarını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

1.1. Literatür taraması

Çalışma sermayesinin etkinliğinin ölçülmesinde literatürde farklı yöntemler yardımıyla yapılan birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmaların çoğunda panel veri analizi kullanılarak çalışma sermayesinin farklı bilanço ya da gelir tablosu kalemlerinden elde edilen değerler-oranlar ile nasıl bir ilişki düzeyinde olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bhattacharya (1997) tarafından geliştirilen etkinlik indeksi yönteminin kullanıldığı çalışmalar ise literatürde sınırlı sayıda yer almaktadır. Bhattacharya tarafından geliştirilen etkinlik indeksi, performans ve kullanım indeksi olmak üzere iki alt unsurun çarpımından oluşan bir gösterge niteliğindedir. Performans indeksi, işletmelerin cari varlıkları içindeki çeşitli hesap kalemlerinin ortalama performanslarını ifade ederken; kullanım indeksi ise işletmelerin cari varlıkların kullanarak satış yaratma yeteneğini diğer bir ifadeyle dönen varlıklarını kullanma derecesini göstermektedir (Güler ve Konuk, 2019).

Uluslararası literatürde etkinlik analizinin Hindistan ve yakın coğrafyasında ağırlıklı olarak çalışıldığı görülmektedir. Hindistan sanayinde faaliyet gösteren 20 adet çimento şirketinin 1992-2002 yıllarını kapsayan süreç içinde etkinlik analizini yapan Ghosh ve Maji (2004), şirketlerin kabul edilen standart ölçülere ulaşamamış olduklarını yani etkin bir çalışma sermayesi yönetimine sahip olmadıklarını belirlemişlerdir. Hindistan sanayi kapsamında yapılan bir başka çalışmada kağıt sanayi işletmelerinin etkinlik analizini yapan Ramachandran ve Janakiraman (2009) firmaların ortalama düzeyde etkin olduklarını belirlemişlerdir. Pakistan çimento sanayi genelinde firmaların çalışma sermayelerinin etkinlik düzeyini inceleyen Afza ve Nazir (2011), firmaların başarılı bir çalışma sermayesi yönetimi düzeylerine sahip olduklarını belirlemiştir. Tahran Borsasında 72 firma verileri kullanılarak yapılan etkinlik analizinde Valipour ve Jamshidi (2012) performans ve kullanım indeksi ile karlılık arasındaki ilişkiyi araştırmış ve pozitif ilişki varlığı belirlemiştir. Karlılık ve etkinlik indeksi arasındaki ilişkiyi araştıran bir başka çalışmada Shehzad ve arkadaşları (2012), Karachi Borsasında işlem gören tekstil firmalarını incelemiş ve doğrusal ilişki varlığı belirlemiştir. Kaur ve Singh (2013) Bombay Menkul Kıymetler Piyasasında faaliyet gösteren 14 adet firmanın 2000-2010 yılları arasındaki etkinlik indeksini hesaplamış ve 12 adet firmanın etkin bir çalışma sermayesi yönetimine sahip olduklarını belirlemiştir. Hindistan şeker fabrikaları üzerinde etkinlik analizi yapan Praveena ve Mahendran (2013) tüm firmaların etkinlik değerinin 1'in üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Nairobi menkul kıymetler borsasında 42 farklı firmanın çalışma sermayesi etkinliği ve kurumsal yönetim düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen Kamau ve Basweti (2013), anlamlı bir sonuç elde

edememiştir. Kaur (2014), ayrıca sağlık sektöründe faaliyet gösteren 13 adet firmanın etkinlik analizlerini yapmış ve firmaların çoğunun istenilen standart değer üzerinde bir etkinlik düzeyine sahip olduklarını belirlemiştir. Kavitha ve Shanmugam (2015) Hindistan ilaç sektörü firmalarında çalışma sermayesi yönetim etkinliğini ölçeksel bazda incelemiş ve küçük ölçekli işletmelerin daha etkin bir çalışma sermayesi yönetimine sahip olduklarını belirlemiştir. Malezya’ da küçük ve orta ölçekli işletmelerin çalışma sermayesi yönetimini etkinlik analizi ile inceleyen Kasiran ve arkadaşları (2016), küçük ölçekli işletmelerin çalışma sermayesi yönetiminde daha başarılı olduklarını belirlemiştir. Hindistan çay endüstrisi genelinde yapılan çalışmada Sharma (2019) firmaların farklı etkinlik değerlerine sahip olduklarını belirlemiştir. Rahman ve arkadaşları (2022) çalışmalarında Hindistan'daki seçilmiş dört tekerlekli binek otomobil üretimi yapan şirketlerin çalışma sermayesi yönetiminin etkinliğini ele almışlardır. Çalışma sonuçları, incelenen şirketlerin çoğunun çalışma sermayesi performansı, mevcut varlık kullanımı ve çalışma sermayesi etkinliği açısından iyi performans gösterdiğini göstermektedir. Yousaf (2022) endeks yöntemini kullanarak Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı (EFQM) Mükemmellik Modelinden sertifikalı Çek firmaların çalışma sermayesi yönetim etkinliğini tahmin etmeye çalışmıştır. EFQM Modelinden sertifika alan firmaların, satış oluşturmak için mevcut varlıklarını etkin bir şekilde kullanmamaları nedeniyle çalışma döneminde iyi performans göstermedikleri ve Covid-19’un çalışma sermayesi yönetim etkinliğini etkilediği belirlenmiştir.

Ülkemizde etkinlik endeksi kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, Borsa İstanbul bünyesinde (BİST) faaliyet gösteren Gıda sektörü firmaları üzerine yapmış olduğu çalışmada Kandil Göker (2018), 24 adet firmanın verilerini incelemiş ve firmaların ortalama değerlerinin 1 üzerinde olduğunu belirlemiştir. Güler ve Konuk (2019), Borsa İstanbul’da (BİST) işlem gören 21 işletmenin 2009-2016 yıllarını kapsayan verileri incelenmiş ve işletmelerin toplam varlıklarını ve alt hesap gruplarını etkin yönetebildiklerini belirlemiştir. Perakende sektöründe faaliyet gösteren ve BİST ‘de işlem gören 8 adet şirketin yıllık verileri üzerinden çalışma sermayesi etkinlik düzeyleri analiz eden Ceylan (2020), çalışma sonucunda şirketlerin çalışma sermayelerini etkin yönettikleri belirlemiştir. İtik (2021) Borsa İstanbul bünyesinde faaliyet gösteren 12 adet Teknoloji şirketi üzerine yapmış olduğu çalışmada tüm şirketlerin indeks değerinin 1’den büyük yani dönen varlıklara yapılan yatırımların satış hasılatını arttırdığını bulmuştur. Günay (2021), BİST bünyesinde Yiyecek-İçecek, Konaklama ve Havayolu Ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren işletmeleri düzeyinde çalışma sermayesinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla etkinlik analizi yöntemini kullanmış ve yiyecek içecek ve konaklama işletmeleri etkinliğinin

dalgalı, havayolu işletmeleri etkinliklerinin ise dengeli olduğunu belirlemiştir. Günay ve Cokins (2021) Borsa İstanbul'da işlem gören ve turizm sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin çalışma sermayesi etkinliğini endeks yöntemiyle ölçülmeye ve karşılaştırmaya çalışmıştır. Ayrıca, indeks yönteminin sağlamlığını regresyon analizi tekniği ile kontrol edilmiştir. Şirketlerin 2020 yılının üçüncü çeyreğinde verimli, Covid-19 öncesi yılın ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyreğinde verimli, ilk çeyreğinde ise verimsiz yönetildiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma 2020 ve önceki yedi yılı kapsamakta ve çeyrek dönemlik veriler kullanılmıştır. Türkiye'de perakende sektöründe faaliyet gösteren 15 şirketin 2011-2018 yılları arasında çalışma sermayesi yönetimi etkinliğini hesaplayan Sakınç (2021), çoğu şirketin çalışma sermayesini etkili bir şekilde yönettiğini belirlemiştir. 2009-2018 yılları arasında BİST bünyesinde işlem gören halka açık 127 imalat işletmesinin çalışma sermayesi etkinlik düzeyini indeks yöntemiyle inceleyen Kaya ve arkadaşları (2022), firmaların %45'inin sektörün üstünde, %4'ünün sektörle eşit, %51'nin ise sektörün altında başarı gösterdiği saptanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Bhattacharya (1997) tarafından geliştirilen endeks yöntemi kullanılarak Türkiye'deki Ağaç ve Ağaç ürünleri ve Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri sektörlerinin son on üç yıllık (2010-2022) çalışma sermayesi yönetim etkinlikleri ölçek bazında değerlendirilmiş ve sektörlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmanın amacını gerçekleştirmek için ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerine ait ölçek bazında sektör bilanço ve gelir tabloları kullanılmıştır. Çalışmadaki performans, kullanım ve etkinlik endeks değerlerinin elde edilmesinde kullanılan bilanço ve gelir tabloları TCMB'nin kurumsal internet sitesinden elde edilmiştir (TCMB, 2023a; TCMB 2023b).

Önceki çalışmalara bakıldığında geleneksel olarak finansal oranların çalışma sermayesinin etkinliğini ölçmede en önemli araçlar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Bhattacharya (1997), çalışma sermayesi yönetiminin etkinliğini belirlemek amacıyla performans ve kullanım endeklerini içeren toplam etkinlik düzeyini gösteren bileşik bir endeks geliştirmiştir (Bhattacharya, 2007). Bu çalışmada da çalışma sermayesi yönetimi etkinliğini ölçmek için Bhattacharya (1997) tarafından geliştirilen endeks yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sermayesi yönetiminin performans endeksi, dönen varlıkların çeşitli bileşenlerinin ortalama performans endeksini temsil etmektedir. Çalışma dönemlerinde satışlardaki oransal artış, dönen varlıklardaki oransal artıştan daha büyükse, bir işletmenin çalışma sermayesini verimli bir şekilde yönettiği söylenebilir. Sayısal olarak, 1'den büyük

bir performans endeksi, işletmelerin etkin çalışma sermayesi yönetimini gösterir. Çalışma sermayesi yönetiminin genel etkinliğini ölçmek için öncelikle aşağıdaki denklem uygulanarak çalışma sermayesi yönetimi performans endeksi hesaplanmıştır (Rahman ve ark., 2022).

$$\text{Performans Endeksi (PI)} = \frac{I_s \sum_{i=1}^n \frac{W_i(t-1)}{W_{it}}}{N} \quad (1)$$

$I_s (S_t/S_{t-1})$: Satış endeksi,

W_i : Dönen varlık alt hesap grubunun tutarı,

W_{it} : i şirketinin t dönemindeki dönen varlık alt hesap grubunun tutarı,

N: Dönen varlık alt hesap grubu sayısı

Kullanım endeksi, bir şirketin mevcut varlıklarının kullanım derecesini gösterir. Dönen varlıklarda, satışlardaki artışla doğrulanan herhangi bir artış, dönen varlıkların etkin kullanımını temsil eder. Kullanım endeks değerinin 1'den büyük olması arzu edilmektedir. Aşağıdaki denklem yardımıyla çalışma sermayesi kullanım endeksi hesaplanmıştır (Rahman ve ark., 2022).

$$\text{Kullanım Endeksi (UI)} = A_{t-1}/A_t \quad (2)$$

A: Dönen varlıklar / Satışlar

Çalışma sermayesi yönetimi etkinlik endeksi ise performans endeksi ve kullanım endeksinden oluşan nihai verimlilik seviyesinin bir ölçüsüdür (Kasiran ve ark., 2016).

$$\text{Etkinlik endeksi (EI)} = PI_{wcm} \times UI_{wcm} \quad (3)$$

PI_{wcm} : Çalışma sermayesi yönetimi performans endeksi

UI_{wcm} : Çalışma sermayesi yönetimi kullanım endeksi

Ayrıca, performans endeksi, kullanım endeksi ve etkinlik endeksi sonuçları çalışma sermayesinin seviyesine ve satışlardaki değişim durumuna bağlıdır (Günay, 2021). Çalışma sermayesi ve satışların duruma göre performans, kullanım ve etkinlik endekslerinin sonuçlarının nasıl değiştiği Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Etkinlik endeks yönteminde olası durumlar, koşullar ve sonuçlar (Günay, 2021).

Durum		Koşul	Sonuç		
Satışlar	Çalışma sermayesi				
$\Delta S=0$	$\Delta WC_N=0$		PI=1	UI=1	EI=1
$\Delta S=0$	$\Delta WC_N < 0$		PI>1	UI>1	EI>1
$\Delta S=0$	$\Delta WC_N > 0$		PI<1	UI<1	EI<1
$\Delta S < 0$	$\Delta WC_N > 0$		PI<1	UI<1	EI<1
$\Delta S > 0$	$\Delta WC_N < 0$		PI>1	UI>1	EI>1
$\Delta S < 0$	$\Delta WC_N = 0$		PI=UI<1		EI<1

$\Delta S > 0$	$\Delta WC_N = 0$		PI=UI>1		EI>1
$\Delta S < 0$	$\Delta WC_N < 0$	% $\Delta S > \% \Delta WC_N$	PI<1	UI<1	EI<1
			PI>1		EI>1
$\Delta S < 0$	$\Delta WC_N < 0$	% $\Delta S < \% \Delta WC_N$	PI<1	UI>1	EI<1
			PI>1		EI>1
$\Delta S < 0$	$\Delta WC_N < 0$	% $\Delta S = \% \Delta WC_N$	PI<1	UI=1	EI<1
			PI>1		EI>1
$\Delta S > 0$	$\Delta WC_N > 0$	% $\Delta S < \% \Delta WC_N$	PI<1	UI<1	EI<1
			PI>1		EI>1
$\Delta S > 0$	$\Delta WC_N > 0$	% $\Delta S > \% \Delta WC_N$	PI<1	UI>1	EI<1
			PI>1		EI>1
$\Delta S > 0$	$\Delta WC_N > 0$	% $\Delta S = \% \Delta WC_N$	PI<1	UI=1	EI<1
			PI>1		EI>1

3. Bulgular ve Tartışma

Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinin ölçek bazda performans, kullanım ve etkinlik endeks değerlerine ilişkin sonuçlardan bahsedilmeden önce ilk olarak çalışma kapsamındaki sektörlerdeki işletmelerin ölçek bazında araştırma dönemindeki sayıları hakkında bilgiler verilmiştir. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinde yer alan ve TCMB'ye finansal tablolarını sunan işletmelerin ölçek bazında 2009-2022 yılları arasındaki sayıları Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Sektör temelinde ölçeklere göre sayıları.

Sektör	Ölçek	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	Mikro	1991	1953	1868	1733	1571	1474	1445	1464	1478	1794	1895	2048	2152	2446
	Küçük	620	655	734	796	823	821	872	878	936	726	749	814	970	1054
	Orta	99	107	130	151	134	166	169	179	199	151	141	155	208	239
	Büyük	17	23	26	30	26	30	34	36	43	25	20	23	36	39
	Toplam	2727	2738	2758	2710	2554	2491	2520	2557	2656	2696	2805	3040	3366	3778
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	Mikro	950	942	899	859	896	892	891	906	984	1319	1481	1604	1712	1869
	Küçük	521	563	598	624	729	772	799	850	846	739	735	853	998	1041
	Orta	175	190	197	219	214	241	266	285	305	236	250	272	318	306
	Büyük	61	68	87	96	73	84	101	104	130	72	80	98	148	126
	Toplam	1707	1763	1781	1798	1912	1989	2057	2145	2265	2366	2546	2827	3176	3342

Çizelge 2 incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki işletme sayıları hem ölçek bazında hem de genel olarak yıllara göre sürekli artış gösterdiği ve bu sektörlerdeki işletmelerin büyük çoğunluğunu mikro ve küçük ölçekli işletmelerin oluşturduğu görülmektedir. Orman ürünleri sektörü düşük teknoloji, sermaye ve

emek yoğun faaliyet gösteren işletmelerin hakim olduğu bir sektördür (Mutlu ve ark., 2012). Kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki orta ve büyük ölçekli işletme sayısı ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki işletme sayısına göre daha yüksektir.

Çalışmada, ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki işletmelerin ölçek bazında çalışma sermaye yönetim etkinlikleri belirlenmesi amacıyla farklı çalışma sermayesi yönetimi oranlarını analiz eden klasik yöntemlerinin aksine, dönen varlık bileşenlerinin ortalama performansını, toplam dönen varlıkların satışlarla ilgili kullanım derecesini ve çalışma sermayesinin yönetimindeki verimliliği temsil eden üç endeks değeri kullanılmıştır. İşletmelerin performans, kullanım ve etkinlik endekslerinin belirlenirken sırasıyla denklem 1,2 ve 3'ten yararlanılmıştır. Ayrıca, endeks değerlerinin hesaplanmasında kullanılan toplam dönen varlıklar, nakit ve nakit benzerleri, menkul kıymetler, ticari alacaklar, diğer alacaklar, stoklar ve diğer dönen varlıklar olmak üzere altı bileşene ayrılmıştır. Çizelge 3'te ağaç ve ağaç ürünleri kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinde mikro ölçekli işletmelerin son on üç yıllık (2010-2022) kullanım, performans ve etkinlik indeks değerleri verilmektedir.

Çizelge 3. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki mikro ölçekli işletmelerin endeks değerleri.

Sektör	Endeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	<1
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	PI	0.79	1.14	0.99	0.77	0.57	0.62	1.16	1.81	1.84	0.72	0.97	1.05	1.39	1.063	6
	UI	0.81	0.98	0.89	0.9	1.03	0.89	1.05	0.88	1.58	0.89	0.9	1.31	1.28	1.029	5
	EI	0.64	1.11	0.89	0.69	0.58	0.55	1.21	1.60	2.90	0.64	0.87	1.38	1.77	1.142	6
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	PI	1.09	0.82	0.83	0.99	1.05	0.66	1.07	5.36	1.46	0.73	0.96	0.60	2.36	1.384	6
	UI	0.61	1.16	0.95	0.96	1.23	0.79	1.06	0.84	1.86	0.89	0.93	1.05	1.66	1.075	6
	EI	0.67	0.95	0.79	0.96	1.29	0.52	1.13	4.47	2.72	0.65	0.89	0.63	3.92	1.507	5

Çizelge 3'te görüldüğü gibi, ağaç ve ağaç ürünleri imalat sektöründeki mikro ölçekli işletmelerin performans endeks (PI) değerleri 2011-2016-2017-2018-2021-2022 yıllarında 1'in üstünde gerçekleşirken, kâğıt ve kâğıt ürünleri imalat sektöründeki mikro işletmelerin PI değerleri 2010-2014-2016-2017-2018-2022 yıllarında 1'in üstünde gerçekleşmiştir. Mikro işletmelerin bu yıllarda çalışma sermayesi ile dönen varlıkların alt gruplarının her birini etkin bir şekilde yönetme konusunda başarılı olduğu söylenebilir. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki mikro işletmelerin PI değerleri en yüksek sırasıyla 2018 (1.84) ve 2017 (5.36) yılında çıkarken, en düşük sırasıyla 2014 (0.57) ve 2021 (0.60) yılında çıkmıştır. Çalışma kapsamındaki sektörlerdeki mikro işletmelerin kullanım endeks (UI) değerlerine bakıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri imalat sektöründeki mikro

ölçekli işletmelerin PI değerleri beş yılda (2014-2016-2018-2021-2022) 1'in üstünde iken, kâğıt ve kâğıt ürünleri imalat sektöründeki mikro işletmelerin PI değerleri altı yılda (2011-2014-2016-2018-2021-2022) 1'in üstünde çıkmıştır. Çıkan bu sonuçla bu yıllarda işletmelerin dönen varlıklarını bir bütün olarak kullanımın işletme satışlarını desteklediği söylenebilir. Her iki sektörde de mikro işletmelerin en yüksek kullanım endeksi düzeyi her iki sektörde 2018 yılında gerçekleşirken, en düşük kullanım düzeyi her iki sektörde 2010 yılında gerçekleşmiştir. Mikro işletmelerin etkinlik endeks (EI) değerleri incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki mikro işletmelerin altı yıl (2011-2016-2017-2018-2021-2022) ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin beş yıl (2014-2016-2017-2018-2022) hem dönen varlıklarını toplam olarak hem de dönen varlıkların alt grubunda yer alan her bir kalemi ayrı ayrı daha etkin ve verimli kullandığı gözlemlenmiştir. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinde etkinlik değerinin en yüksek olduğu yıl sırasıyla 2018 ve 2017 iken, en düşük olduğu yıl her iki sektörde de 2015 yılı çıkmıştır. Sektörün incelenen dönemin ortalama PI, UI, EI değerleri bakımından, incelenen sektörlerdeki mikro işletmelerin ortalama PI, UI ve EI değerleri 1'in üstünde olmasına rağmen kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki mikro işletmelerin PI, UI ve EI değerleri ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki mikro işletmelerinden daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki küçük ölçekli işletmelerin endeks değerleri.

Sektör	Endeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	<1
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	PI	0.94	0.69	1.21	0.81	1.31	0.86	0.99	0.80	0.83	0.85	0.79	1.09	1.39	0.967	4
	UI	1.13	1.02	1.05	0.93	1.002	0.90	1.02	1.003	1.12	0.95	0.97	1.12	1.32	1.041	9
	EI	1.06	0.70	1.27	0.75	1.31	0.78	1.01	0.80	0.94	0.81	0.76	1.22	1.84	1.020	6
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	PI	1.04	0.67	0.91	0.99	0.92	0.80	0.85	0.93	1.03	0.84	0.74	0.99	1.20	0.916	3
	UI	1.01	1.05	1.08	0.97	0.96	0.999	0.93	1.02	1.11	0.96	0.96	1.13	1.17	1.027	7
	EI	1.06	0.70	0.99	0.96	0.88	0.80	0.79	0.95	1.14	0.81	0.71	1.12	1.40	0.947	4

Çizelge 4 çalışma kapsamındaki sektörlerdeki küçük işletmelerin performans, kullanım ve etkinlik endeks değerlerini göstermektedir. Ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki küçük işletmelerin dört yıl (2012-2014-2021-2022) ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin üç yıl (2010-2018-2022) haricinde diğer yıllarda PI değerlerinin 1'in altında gerçekleştiği ve bu yıllarda işletmelerin çalışma sermayesinin alt grup kalemlerini etkin yönetme noktasında başarısız olduğu gözlemlenmiştir. Analiz döneminde PI değerinin en yüksek olduğu yılın 2022, en düşük olduğu yılın ise 2011 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen küçük işletmelerin UI değerlerine bakıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri imalat

sektöründeki küçük ölçekli işletmelerin 2013-2015-2019-2020 yıllarında dönen varlıklar ile satış yaratma konusunda başarısız olduğu belirlenirken, kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki küçük ölçekli işletmelerin 2013-2014-2015-2016-2019-2020 yıllarında dönen varlıklar ile satış yaratmada başarısız olduğu belirlenmiştir. Yani, bu yıllardaki işletmelerin UI değerleri 1'in altında çıkmıştır. Diğer yıllarda incelenen küçük işletmelerin UI değerleri 1'in üstündedir. Her iki sektörde küçük işletmelerin dönen varlıklar ile satış yaratma yeteneğinin en yüksek olduğu yıl 2022 olarak bulunmuştur. Küçük işletmelerin EI değerleri incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki işletmelerin 2010-2012-2014-2016-2021-2022 yıllarında ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin 2010-2018-2021-2022 yıllarında EI değerleri 1'in üstünde gerçekleşmiştir. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki işletmelerin hem dönen varlıklarını bir bütün olarak hem de dönen varlıkların alt grubunda yer alan her bir kalemi ayrı ayrı daha etkin kullandığı yıl 2022 iken, en az etkin kullandığı yıl ise her iki sektörde 2011 yılı çıkmıştır. Sektörün incelenen dönemin ortalama PI, UI, EI değerleri bakımından, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki küçük işletmelerin ortalama UI ve EI değerleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin UI değeri 1'in üstünde çıkmıştır. Her iki sektörün ortalama PI, UI ve EI değerleri karşılaştırıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki küçük işletmelerin hesaplanan bütün endeks değerlerinde kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelere nazaran daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 5. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki orta ölçekli işletmelerin endeks değerleri.

Sektör	Endeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	<1
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	PI	1.12	4.37	0.60	0.98	1.18	0.86	0.89	1.04	0.998	0.82	0.88	0.94	1.12	1.215	5
	UI	1.02	1.09	1.09	0.93	0.97	0.98	0.98	0.99	1.09	0.87	1.09	1.12	1.16	1.028	7
	EI	1.14	4.78	0.66	0.91	1.14	0.84	0.87	1.02	1.09	0.71	0.96	1.05	1.31	1.267	7
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	PI	0.80	0.79	0.95	1.16	0.73	0.99	0.71	1.02	0.88	1.07	0.74	0.75	1.34	0.917	4
	UI	1.07	1.01	0.89	1.07	1.01	0.91	0.89	1.12	1.03	1.07	0.95	0.91	1.28	1.015	8
	EI	0.85	0.80	0.85	1.24	0.74	0.90	0.63	1.14	0.90	1.15	0.70	0.68	1.71	0.945	4

Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri imalat sektörlerindeki orta büyüklükteki işletmelerin endeks değerlerini gösteren Çizelge 5 incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki orta büyüklükteki işletmelerin PI değerleri 2010-2014-2017-2022 yıllarında 1'in üstünde ve özellikle 2011 yılında 4'ün üstünde çıkmıştır. Kâğıt ve kâğıt ürünlerinde faaliyet gösteren orta büyüklükteki işletmelerin PI değerleri ise 2013-2017-2019-2022 yıllarında 1'in üstünde çıkmıştır. Diğer yıllarda işletmelerin PI değerleri ise 1'in

altındadır. İncelenen orta büyüklükteki işletmelerin UI değerlerine bakıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri sektörlerindeki orta büyüklükteki işletmelerin 2013 ile 2017 yılları arasında ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki işletmelerin 2012-2015-2016-2020-2021 yıllarında satış üretmek için mevcut varlıklarını bir bütün olarak kullanma kabiliyeti noktasında başarısız olduğu bulunmuştur. Diğer yıllarda ise çalışma kapsamındaki işletmelerin UI değerleri 1'in üstünde çıkmıştır. Elde edilen sonuç bu yıllarda işletmelerin dönen varlık alt kalemlerine yapılan yatırımların satış gelirini artırdığını ifade etmektedir. İncelenen sektörlerdeki orta büyüklükteki işletmelerin UI değerlerinin en yüksek olduğu yıl 2022 olarak belirlenmiştir. Orta büyüklükteki işletmelerin EI değerleri analiz edildiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri alanında faaliyet gösteren orta büyüklükteki işletmelerin EI değerleri yedi yılda 1'in üstünde ve altı yılda 1'in altında olduğu gözlemlenirken, kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki işletmelerin EI değerleri ise 2013-2017-2019-2022 olmak üzere dört yılda 1'in üstünde çıkmıştır. Ağaç ve ağaç ürünleri alanındaki orta büyüklükteki işletmelerin 2011 yılında 4'ün üzerindedir ve bu yılda işletmelerin çalışma sermayesi oldukça etkin ve verimli bir şekilde yönettiği söylenebilir. EI değerlerinin 1'in üstünde olması işletmelerin bu yıllarda dönen varlıklarının toplamını ve dönen varlıkların alt grubunda yer alan her bir kalemi ayrı ayrı etkin bir şekilde yönettiği anlamına gelmektedir. Sektörün incelenen dönemin ortalama PI, UI, EI değerleri bakımından, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki orta büyüklükteki işletmelerin ortalama bütün endeks değerleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki işletmelerin UI değeri 1'in üstünde çıkmıştır. Her iki sektörün ortalama PI, UI ve EI değerleri karşılaştırıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki orta büyüklükteki işletmelerin PI, UI ve EI değerlerinde kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki orta büyüklükteki işletmelere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 6. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki büyük ölçekli işletmelerin endeks değerleri.

Sektör	Endeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	<1
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	PI	0.64	1.01	1.20	0.68	1.38	0.73	0.89	0.96	3.09	1.47	0.73	17.17	1.37	2.409	7
	UI	1.02	0.99	0.94	0.94	0.99	1.002	0.93	1.04	1.12	1.04	0.999	1.09	1.20	1.024	7
	EI	0.65	1.002	1.13	0.64	1.37	0.73	0.83	1.004	3.44	1.53	0.73	18.73	1.65	2.572	8
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	PI	0.94	1.74	0.74	0.67	0.96	0.76	0.82	0.96	0.81	0.91	0.90	0.86	1.63	0.976	2
	UI	0.98	0.98	1.04	0.89	1.004	0.93	1.01	0.96	0.96	1.03	0.96	0.87	1.20	0.986	5
	EI	0.92	1.69	0.77	0.59	0.96	0.70	0.83	0.92	0.78	0.94	0.87	0.75	1.95	0.976	2

Çizelge 6'da görüldüğü üzere, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki büyük ölçekli işletmelerin PI değerleri yedi yılda 1'in üzerinde çıkmış olup, özellikle 2021 yılında

incelenen büyük işletmelerin çalışma sermayesinin alt grup kalemlerine yönelik oldukça etkin bir yatırım politikası uyguladığı görülmektedir. Kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki büyük işletmelerin PI değerleri ise sadece 2011 ve 2022 yıllarında 1'in üstünde çıkmıştır. Büyük ölçekli işletmeleri UI değerleri incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri alanında faaliyet gösteren büyük işletmelerin UI değerleri 2011 ile 2014 arasında ve 2016 ve 2020 yılında 1'in altında gerçekleşirken, kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki işletmelerin UI değerleri 2012-2014-2016-2019-2022 yıllarında 1'in üstünde gerçekleşmiştir. İki sektörde de büyük işletmelerin yıllara göre UI değerleri oldukça birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. İki sektördeki büyük işletmelerin EI değerlerine bakıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri alanındaki büyük işletmelerin beş yılda EI değerleri 1'in altında olup, 2018 yılında ise işletmelerin EI değeri 18.73 çıkmıştır. Kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki büyük işletmelerin EI değerlerinin ise 2011 ve 2022 haricindeki yıllarda 1'in altında olduğu belirlenmiştir. Sektörün incelenen dönemin ortalama PI, UI, EI değerlerine göre, ağaç ve ağaç ürünleri alanındaki büyük ölçekli işletmelerin ortalama PI, UI ve EI değerleri 1'in üstünde çıkarken, kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki büyük işletmelerin bütün endeks değerleri 1'in altında çıkmıştır. İki sektör birbiriyle kıyaslandığında, ağaç ve ağaç ürünleri alanındaki büyük işletmelerin ortalama bütün endeks değerleri kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründeki büyük işletmelere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 7. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerindeki incelenen işletmelerin tamamının endeks değerleri.

Sektör	Endeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	<1
Ağaç ve Ağaç Ürünleri	PI	0.85	0.88	0.84	0.79	0.96	0.76	0.86	0.99	1.17	0.79	0.74	1.48	1.26	0.951	3
	UI	1.03	1.01	0.98	0.94	0.997	0.98	0.96	1.02	1.11	0.98	1.01	1.13	1.21	1.028	7
	EI	0.87	0.89	0.82	0.74	0.95	0.74	0.83	1.02	1.30	0.77	0.75	1.68	1.52	0.991	4
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	PI	0.89	1.01	0.81	0.72	0.89	0.79	0.83	0.92	0.83	0.91	0.87	0.79	1.55	0.907	2
	UI	0.98	1.02	1.02	0.93	1.02	0.93	0.98	0.998	0.99	1.02	0.96	0.91	1.22	0.998	5
	EI	0.88	1.03	0.82	0.67	0.91	0.73	0.80	0.92	0.82	0.93	0.83	0.72	1.89	0.919	2

Çizelge 7'deki çalışma kapsamındaki sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin tamamının endeks değerleri incelendiğinde, iki sektöründe PI ve EI değerleri 1'in üstünde olduğu yıl sayısı oldukça az olduğu görülmektedir. Ağaç ve ağaç ürünleri sektöründeki işletmelerin tamamının UI değerleri 2012-2013-2014-2015-2016-2019 yıllarında 1'in altında iken, diğer yıllarda 1'in üstündedir. Kâğıt ve kâğıt ürünleri alanındaki işletmelerinin UI değerlerine bakıldığında beş yılda UI değerleri 1'in üstündedir. İki sektörün genel olarak ortalama PI, UI, EI değerleri analiz edildiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri sektörünün PI ve EI

değerlerinin 1'in altında ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörünün PI, UI ve EI değerlerinin 1'in altında olduğu görülmektedir. Ortalama endeks değerleri açısından sektörler karşılaştırıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri sektörünün ortalama bütün endeks değerleri kâğıt ve kâğıt ürünlerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Son olarak ölçek bazında karşılaştırıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründe PI ortalama değerinin en yüksek gerçekleştiği ölçek grubunun büyük ölçekli işletmelerin ve en düşük gerçekleşen grubun küçük ölçekli işletmelerin olduğu tespit edilmiştir. Kâğıt ve kâğıt sektörlerinde PI ortalama en yüksek gerçekleştiği ölçek grubunun mikro ölçekli işletmelerin ve en düşük ise küçük ve orta ölçekli işletmelerin olduğu gözlemlenmiştir. UI ortalama değerleri bakımından, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründe en yüksek küçük ölçekli işletmeler çıkarken kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe en yüksek mikro ölçekli işletmeler çıkmıştır. İki sektörde de en düşük UI değerine sahip ölçek grubu ise büyük ölçekli işletmeler olarak bulunmuştur. EI ortalama değerleri incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri alanında EI değerinin en yüksek olduğu ölçek grubu büyük ölçekli işletmeler iken, EI değerinin en düşük olduğu ölçek grubu küçük ölçekli işletmelerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe en yüksek ortalama EI değerine sahip ölçek grubu mikro ölçekli işletmelerdir. Kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe faaliyet gösteren ve en düşük EI değerine sahip olan ölçek grubu bakımından işletmeler ise orta ölçekli işletmelerin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer farklı ülkelerde çalışmalar yapılmış olup, Kavitha ve Shanmugam (2015) Hindistan'da ilaç sektöründe faaliyet gösteren küçük ölçekli işletmelerin daha etkin bir çalışma sermayesi yönetimine sahip oldukları tespit etmiştir. Kasiran ve diğerleri (2016) Malezya'daki küçük ve orta ölçekli işletmelerin çalışma sermayelerini yönetmede daha az etkin ve orta ölçekli işletmelerin ise küçük ölçekli işletmelere göre daha düşük bir performansa sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır.

4. Sonuçlar

Çalışmada, ölçek temelinde ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri alanında faaliyet gösteren işletmelerin çalışma sermayesini etkin yönetip yönetmediği 2010 ile 2022 yılları arasında analiz edilmiştir. Aynı zamanda, sektör ve ölçek bakımından çalışma sermayesi yönetim kullanım, performans ve etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır. Etkinlik, çalışma sermayesi yönetimi oranının hesaplanması yerine, performans ve kullanım endeksine dayalı çalışma sermayesi yönetiminin toplam etkinlik endeksi ile temsil edilmiştir.

Çalışma sonucunda, ağaç ve ağaç ürünleri sektöründe PI ve EI değerlerinin 1'in üstünde gerçekleşen yıl sayısının büyük ölçekli işletmelerde ve UI değerinin 1'in üstünde gerçekleşen yıl sayısının küçük ölçekli işletmelerde daha fazla olduğu bulunmuştur. Kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe ise PI ve EI değerlerinin 1'in üstünde gerçekleşen yıl sayısının mikro ölçekli işletmelerde ve UI değerinin 1'in üstünde gerçekleşen yıl sayısının hem küçük ölçekli hem de orta ölçekli işletmelerde daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ağaç ve ağaç ürünleri sektöründe en yüksek ve en düşük EI değerinin olduğu yıl ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe en düşük EI değerinin olduğu yıl ölçek bazında farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Kâğıt ve kâğıt sektöründe EI değerlerinin küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde en yüksek olduğu yıl 2022 iken, mikro ölçekli işletmelerde EI değerinin en yüksek olduğu yıl 2017 olarak tespit edilmiştir. Ağaç ve ağaç ürünleri ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinin ortalama endeks değerleri karşılaştırıldığında, ağaç ve ağaç ürünleri alanında faaliyet gösteren küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerin PI, UI ve EI değerleri kâğıt ve kâğıt ürünleri alanında faaliyet gösteren aynı ölçekteki işletmelere göre daha yüksek çıkmıştır. Mikro işletmelerde ise kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörünün bütün endeks değerlerinin ağaç ve ağaç ürünleri sektörüne nazaran daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. EI ortalama değerleri ölçek temelinde incelendiğinde, ağaç ve ağaç ürünleri alanında EI değerinin en yüksek olduğu ölçek grubu büyük ölçekli işletmeler iken, kâğıt ve kâğıt ürünleri alanında EI değerinin en yüksek olduğu ölçek grubu mikro ölçekli işletmelerin olduğu saptanmıştır. Ölçek grubu açısından en düşük EI değerine sahip işletmelerin ise ağaç ve ağaç ürünleri alanında küçük işletmelerin ve kâğıt ve kâğıt ürünleri alanında orta ölçekli işletmelerin olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma sermayesinin yanlış yönetilmesi, varlıkların verimsiz kullanılmasına yol açacak ve kısa vadede yatırımların azalmasına neden olacaktır. Ayrıca şirket, kısa vadeli likidite krizi yaşayacağı ve şirketin notunun düşeceği için işini büyütmek için birçok fırsatı kaybedecektir. Çalışma sonuçları ağaç ve ağaç ürünleri ve özellikle kâğıt ve kâğıt ürünleri endüstrisine yönelik endişe verici sinyaller sağlayabilir. Çünkü çalışma sermayesinin verimsiz yönetimi orman ürünleri endüstrisi başarısızlığının önemli bir nedeni haline gelebilir. Bununla birlikte, devletin dirençli ulusal ekonominin katalizörlerinden biri olarak orman ürünleri endüstrisinin gelişimine daha fazla vurgu yapma hamlesi göz önüne alındığında, bu çalışma Türkiye'deki çalışma sermayesi literatürüne katkı yaratabilir. Orman ürünleri endüstrisi örneğinde çalışma sermayesinin verimli yönetimini etkileyebilecek faktörlerin ölçülmesinde derin bir analiz de hayati önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Afza, T., & Nazir, M. S. (2011). Working capital management efficiency of cement sector of Pakistan. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 2(5), 223-235.
- Akgüç, Ö. (1998). *Finansal yönetim*. İstanbul: Avcıol Basım Yayın.
- Appuhami, B. A. (2008). The impact of firms' capital expenditure on working capital management: an empirical study across industries in Thailand. *International Management Review*, 4(1), 8-21.
- Aygün, M. (2012). Firma performansı üzerinde çalışma sermayesinin etkisi: türk imalat sektörü üzerine bir uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 12(2), 215-223.
- Bhattacharya, H. (1997). *Total management by ratios*, New Delhi: Sage Publications.
- Bhattacharya, H. (2007). *Total management by ratios: an analytic approach to management control and stock market valuations*. New Delhi: Sage Publications
- Brealey, R. A., Myers, S.C., & Marcus, A. J. (2001). *İşletme finansının temelleri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Ceylan, A. (2001). *İşletmelerde finansal yönetim*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Ceylan, I. E. (2020). Measuring efficiency of working capital management: Index method. *Journal of Economics, Business and Organization Research*, Special Issue, 238-246.
- Demirtaş, İ., & Gençtürk, M. (2022). Çalışma sermayesi yönetiminin sistematik derleme yöntemine göre incelenmesi (2002-2021). *Vizyoner Dergisi*, 13(36), 1287-1304.
- Eljelly, A. M. (2004). Liquidity-profitability trade off: an empirical investigation in an emerging market. *International Journal of Commerce and Management*, 14(2), 48-61.
- Ghosh, D. S. K., & Maji, S. G. (2004). Working capital management efficiency: a study on the Indian cement industry. *Management Accountant*, 39(5), 363-372.
- Güler, E., & Konuk, F. (2019). Çalışma sermayesi etkinlik ölçümünde alternatif bir araç: indeks yöntemi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 84, 35-48.
- Günay, F. (2021). Çalışma sermayesi etkinliği ölçümünde endeks yöntemi: borsa İstanbul yiyecek-içecek, konaklama ve havayolu ulaştırma işletmelerinde bir uygulama. *Alanya Akademik Bakış*, 5(3), 1411-1431.
- Günay, F., & Cokins, G. (2021). *Comparative measurement of working capital efficiency for Borsa Istanbul restaurants and hotels for the COVID-19 period and previous quarters*. In C. Cobanoglu, V. Della Corte (Eds.), *Advances in global services and retail management* (pp. 1-17). USA: USF M3 Publishing. <https://www.doi.org/10.5038/9781955833035>

- İtik, Ü. M. (2021). Çalışma sermayesi etkinlik ölçümünde indeks yöntemi: teknoloji şirketlerinde bir uygulama. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(41), 3534-3551.
- Kamau, S. M., & Basweti, K. A. (2013). "The relationship between corporate governance and working capital management efficiency of firms listed at the Nairobi securities exchange. *Research Journal of Finance and Accounting*, 4(19), 190-199.
- Kandil Göker, İ. E. (2018). Çalışma sermayesi yönetiminde etkinlik durumunun tespiti: bist gıda sektörü firmaları üzerine bir araştırma. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 6(3), 69-79.
- Kasiran, F. W. Mohamad, N. A., & Chin, O. (2016). Working capital management efficiency: a study on the small medium enterprise in Malaysia. *Procedia Economics and Finance*, 35, 297-303.
- Kaur, H. V. (2014). Efficient management of working capital: a study of healthcare sector in India. *Management Strategies Journal, Constantin Brancoveanu University*, 25(3), 53-65.
- Kaur H. V., & Singh S. (2013). Managing working capital efficiency in capital goods sector in India. *Global Business Review*, 14(2), 343–355.
- Kavitha, R., & Shanmugam, R. (2015). A Study on working capital management efficiency. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*, 5(3), 196-208.
- Kaya, E., Konuk, F., & Kaya Ö. (2022). Halka açık şirketlerin indeks yöntemi ile çalışma sermayesi etkinlik düzeylerinin tespit edilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 717-733.
- Mutlu, O. A., Yılmaz, A., & Başer, B. C. (2012). *TR81 düzey2 bölgesi mobilya ve orman ürünleri sektör analizi raporu*. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, Zonguldak.
- Praveena S., & Mahendran K. (2013). Working capital management efficiency of sugar sector in India. *Agriculture Update*, 8(3), 425-432.
- Rahman., A., Parameshwara, Kulal, A., & Dongol, P. (2022). Using the index method: Working capital management efficiency. *Pacific Business Review (International)*, 15(6), 37-49.
- Ramachandran, A., & Janakiraman, M.(2009). The relationship between working capital management efficiency and EBIT. *Managing Global Transitions: International Research Journal*, 7(1), 61-74.

- Sakınç, A. Ö. (2021). *İşletme sermayesinin etkinliğinin ölçülmesi ve BİST'te bir uygulama*. In Ş. Karabulut (Ed.), *Ulusal, Uluslararası ve Küresel Ölçekte Finans Uygulamaları* (411-428). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sharma, A. K. (2019). Working capital management efficiency: a study on some selected proprietary tea estates in Jorhat District of Assam. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(5), 169-183.
- Shehzad, F., Kamran, A., Saba, S., Faiza, S., & Yasir, M. (2012). The relationship between working capital management efficiency and ebit: Evidence from textile sector of Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(5), 211-224.
- TCMB (2023a). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ağaç, Ağaç Ürünleri ve Mantar Ürünleri İmalat Sektör Bilançoları. Erişim adresi: <https://www3.tcmb.gov.tr/sector/#/tr/C/16/agac-agac-urunleri-ve-mantar-urunleri-imalati-mobilya-haric-saz-saman-ve-benzeri-malzemelerden-orulerek-esyalarin-imalati>. Erişim Tarihi: 31.12.2023.
- TCMB (2023b). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalat Sektör Bilançoları. Erişim adresi: <https://www3.tcmb.gov.tr/sector/#/tr/C/17/kagit-ve-kagit-urunlerinin-imalati>. Erişim Tarihi: 31.12.2023.
- Usta, Ö. (2008). *İşletme finansı ve finansal yönetim*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Valipour, H., & Jamshidi, A. (2012). Determining the optimal efficiency index of working capital management and its relationship with efficiency of assets in categorized industries: evidence from Tehran Stock Exchange (TSE). *Advances in Management & Applied Economics*, 2(2), 191-209.
- Yousaf, M. (2022). Working capital management efficiency: a study of certified firms from the EFQM Excellence Model. *Financial Internet Quarterly*, 18(3), 21-34.

Investigate of Landscape Design Use Possibilities of Some Native Ericaceae Family Plants in Turkey

Türkiye'deki Bazı Doğal Ericaceae Familyası Bitkilerinin Peyzaj Tasarımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması

 Müberra PULATKAN¹,  Gülçay ERCAN OĞUZTÜRK²

Abstract

The family Ericaceae is a large family of Angiosperms spread throughout the temperate regions of the Northern and Southern Hemispheres. It includes plants, shrubs and trees that are often found in acidic and inefficient growing conditions. Many species of the Ericaceae family are naturally found in the mountainous and forested areas of Turkey, which is a very rich country in terms of plant species diversity with its geographical location and climate characteristics. Landscape designs created using natural vegetation offer ecologically based and sustainable alternatives. However, in urban areas, natural vegetation is not utilized sufficiently and efficiently. These plants, which create a visual impact with the beauty of their forms, leaves, flowers and fruits in the rural landscape of Turkey, have not found sufficient use in the urban landscape, despite the favorable conditions in terms of climate and growing environment. In this study, the morphological characteristics and landscape usage possibilities of some Ericaceae family plants that grow naturally in Turkey and can be used to create effective landscapes with their aesthetic properties were investigated. It is aimed to encourage the use of these natural species, which have high potential in terms of sustainable and economic applications, in open-green areas.

Keywords: Ericaceae family, Natural plants, Urban landscape, Planting design, Visual effect

Özet

Ericaceae ailesi, Kuzey ve Güney Yarımkürelerin ılıman bölgelerine yayılmış geniş bir Angiosperm ailesidir. Genellikle asidik ve verimsiz yetiştirme koşullarında bulunan bitkileri, çalıları ve ağaçları içerir. Coğrafi konumu ve iklim özellikleriyle bitki tür çeşitliliği açısından oldukça zengin bir ülke olan Türkiye'nin dağlık ve ormanlık alanlarında Ericaceae familyasına ait pek çok tür doğal olarak bulunmaktadır. Doğal bitki örtüsü kullanılarak oluşturulan peyzaj tasarımları ekolojik temelli ve sürdürülebilir alternatifler sunmaktadır. Ancak kentsel alanlarda doğal bitki örtüsünden yeterli ve verimli bir şekilde yararlanılamamaktadır. Türkiye kırsal peyzajında formlarının, yapraklarının, çiçeklerinin ve meyvelerinin güzelliği ile görsel etki yaratan bu bitkiler, iklim ve yetiştirme ortamı açısından uygun koşullara rağmen kentsel peyzajda yeterli kullanım alanı bulamamıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de doğal olarak yetişen ve estetik özellikleriyle etkili peyzajlar oluşturmak için kullanılacak bazı Ericaceae familyası bitkilerinin morfolojik özellikleri ve peyzaj kullanım olanakları araştırılmıştır. Sürdürülebilir ve ekonomik uygulamalar açısından potansiyeli yüksek olan bu doğal türlerin açık-yeşil alanlarda kullanımının teşvik edilmesi amaçlanıyor.

Anahtar Kelimeler: Ericaceae familyası, Doğal bitki, Kent peyzajı, Bitkilendirme tasarımı, Görsel etki

1. Introduction

Turkey is of great importance with its natural beauties, vegetation, and flora richness due to its geographical location and climate diversity. It is divided into three phytogeographic regions due to the difference in climate characteristics and topographic structure: European-Siberian, Mediterranean, and Irano-Turanian flora regions. Thanks to its location at the intersection of these three regions, Turkey is the center of origin and change of many genera and sections (Davis, 1965; Güner et al., 2012). In addition, Turkey hosts one of the richest flora in the world, with approximately 11,707 Pteridophyta and Spermatophyta taxa and approximately 3,649 endemic plant taxa (endemism rate 31.82%) (Güner et al., 2012). However, many plants with aesthetic qualities found in natural landscapes are not well known and cannot be used in urban landscapes despite appropriate temperature, rainfall, and soil conditions. Success in planting practices can be achieved by using natural plants in natural plant compositions (Yıldırım et al., 2017).

In plant design, aesthetic, functional and ecologically sustainable landscapes can be created by using different types of plants such as trees, shrubs, and ground cover (Sarı and Karışah, 2018). Apart from aesthetic, functional and economic services, plants are also of great importance in landscape areas in terms of ecological urban health. With the increase in population and the decrease in the number of green areas in cities, people's desire for a healthy life also increases. Increasing the amount of these green areas is directly proportional to the increase in the quality of life and productivity of city users. This situation brings the planting requirements in urban areas to the agenda.

Urban green areas are the natural environment of the city, the immediate surroundings of the city, and its extension within the city. It contributes to the healthy development of the city, brings nature to the city/urbanites with its vegetation and other living species, and gives peace and vitality to people (Aydemir, 2004). Plant materials used in urban landscapes are complementary elements that support the provision and maintenance of comfort requirements for the city and its citizens. Plants found in the city provide many valuable ecosystem services such as improving air quality, absorbing, reflecting or filtering extreme heat, controlling wind, reducing noise pollution, carbon sequestration, energy saving and microclimate regulation and rainwater management (Walker, 1985; Austin, 2001; Trowbridge and Bassuk, 2004; Roy et al., 2012). In line with these contributions and the demands of users, environmental regulation awareness has been gained, and versatile use in the selection of plant materials to be used in these arrangements has become widespread. In

urban landscaping, it is important to choose natural plant species that are resistant to local climatic factors and environmental conditions. Due to the difficult urban conditions, care should be taken in the plant species to be selected.

Although there are many plant taxa with ornamental plant value in the natural flora, the use of exotic plants in landscape designs is common. This situation may cause economic and ecological losses such as adaptation problems to local conditions and maintenance costs (Sarı and Öztürk, 2023). These species must be able to adapt to their environments and provide the desired aesthetic and functional effect. At this point, natural species specific to the region gain importance. In addition, the use of natural species in plant designs, both ecologically and economically, is effective in reducing the budgets required for planting and post-facility maintenance work.

Ericaceae family, woody plants spread in the temperate regions of the northern and southern hemispheres and mostly found in acid and inefficient growing conditions, is a large family of angiosperm plants that includes shrubs and trees. It contains 124 genera and approximately 4250 species (Christenhusz and Byng, 2016). It is represented by 9 species and 19 taxa in Turkey (Davis, 1962; Kayacık, 1966; Yaltrık 1967; Yaltrık, 1971). In our country, they naturally create a visual impact in forest areas and rural landscapes with their beauty of form, leaves, flowers, and fruits.

Ericaceae family plants are generally evergreen or deciduous shrubs and trees. Leaf blades are wide or narrow like needle leaves, opposite each other on the shoot or arranged in 3 or 4 circles. Flowers are found on the shoots one by one or in numerous clusters. The fruits of the family plants are mostly grape-like (Sleumer, 1960; Yaltrık, 1971; Stevens et al., 2004). Fruits of the Ericaceae family are rich in oils and proteins. It is high quality and nutritious for birds and wildlife animal species. Its flowers are also a quality food source for bees (Luteyn, 1983).

It has been known that the chemical components of some species of the Ericaceae family have beneficial effects on health since ancient times. It has been proven that especially the phenolic compounds contained in its leaves and their antioxidant properties have protective activities against many diseases (Spencer et al., 2012; Shahidi and Ambigaipalan, 2015; Bravo, 1998; Zafra-stone et al., 2007; Ștefănescu et al., 2019).

Ericaceae family is a valuable family among other families with the beauty of the form, leaves, flowers and fruits of its plant's. Many of its plants also have healing properties. In addition, successful results can be achieved in aesthetic, functional and ecologically valuable

planting designs with different usage areas. Due to these features, in this study, some Ericaceae family plants that grow naturally in Turkey and can be used to create effective landscapes with their aesthetic properties were introduced with their morphological features and the possibilities of using these species in landscaping were investigated.

2. Materials and Methods

Within the scope of the study, some Ericaceae family plants naturally distributed in Turkey were selected as study materials. The visual effects and functional properties of these plants were investigated, and their usage possibilities in Landscape Architecture were determined.

Among the taxa of this family that grow naturally and are common in Turkey, some are presented below:

- *Arbutus* (*A. andrachne* L., *A. unedo* L.)
- *Calluna* (*C. vulgaris* (L.) Hull.)
- *Erica* (*E. arborea* L., *E. verticillata* Forsk.)
- *Rhododendron* (*R. ponticum* L., *R. luteum* Sweet., *R. caucasicum* Pall., *R. simirnowi* Trautv., *R. ungemii* Trautv.)
- *Vaccinium* (*V. arctostaphylos* L., *V. myrtillus* L.) (Yaltrık, 1971; TUBİVES, 2004).

Natural and less well-known taxa in Turkey are given below:

- *Epigaea* (*Epigaea gaulttherioides* (Boiss. & Balansa)
- *Bruckenthalia* (*B. spiculifolia* (Salisb.) Reichenb.)
- *Rhodothamnus* (*R. sessilifolius* Davis)
- *Pyrola* (*P. rotundifolia* L., *P. chlorantha* Sw., *P. minor* L., *P. media* Sw.)
- *Orthilia* (*O. secunda* L.)
- *Moneses* (*M. uniflora* L.)
- *Monotropa* (*M. hypopithys* L.)
- *Andromeda* (*A. polifolia* L.) (Yaltrık, 1971; TUBİVES, 2004).

Rhodothamnus sessilifolius and *Epigaea gaulttherioides*, which are little-known taxa in Turkey from the Ericaceae family, are endemic plants for our country that do not grow anywhere other than Turkey and have a very local distribution (Yaltrık, 1971). *Rhodothamnus sessilifolius* is considered critically endangered plants category according to IUCN red list criteria. It is known from only two places in Northeastern Anatolia, both of which are very close to each other (Ekim, et.al., 2014). *Epigaea gaulttherioides* (Boiss. &

Bal.) Takht. has a natural distribution in Turkey, the Caucasus and Georgia, between altitudes of 900-2300 meters. It is a relic and rare species and is the Euxine element (Yaltrık, 1971; Stevens, 1978; Eminağaoğlu, 2014).

The form, leaf and flower characteristics of some species of the Ericaceae family are explained using references Yaltrık (1971), Burnie et al. (2004) and Mamıkoğlu (2007).

Arbutus andrachne L.

Form: Mostly 3-5 m., sometimes 10-12 m. It is a small evergreen tree and shrub. Its body is shiny, as if it was polished in a reddish color. As the bark ages, it peels off like onion skin, like in plane trees.

Leaf: Leaves are egg-shaped, 5-10 cm. size and usually with full edges, rarely with an irregular bottom.

Flower: The flowers are whitish in color and bloom between March and May.

Fruit: Fruit is 1-1.5 cm. It is about the size of orange yellow and light red in color and is less sugary than the other type (Figure 1).



Figure 1. Leaves, flowers (Anonim 2023a) and fruits (Anonim, 2023b) of *Arbutus andrachne*.

Arbutus unedo L.

Form: It is generally 4-6 m. A tall shrub is sometimes 8-10 m. It is an evergreen plant in the form of a small tree.

Leaf: The leaves are long, elliptical in shape, with toothed edges, pointed tips, hard like leather, and hairless on both sides.

Flower: The flowers are off-white or cream, light pink in color and in compound cluster type, and bloom intensively from March to May, sometimes in autumn.

Fruit: Hazelnut-sized, very decorative fruits first turn yellow, orange, and red when ripe (Figure 2).



Figure 2. Leaves, flowers (Anonim, 2023c) and fruits (Anonim, 2023d) of *Arbutus unedo*.

***Calluna vulgaris* (L.) Hull**

Form: It is generally 30-50 cm. It is a dwarf evergreen shrub that can sometimes grow up to 1 m tall.

Leaf: 1-3 mm. long, stemless needle leaves are arranged in four rows opposite each other on the shoots.

Flower: Flowers in white, cream, rose, pink and light purple colors are collected in clusters on a long stem. They bloom between July and November (Figure 3).



Figure 3. Form, leaves and flowers (Anonim, 2023e) of *Calluna vulgaris*.

***Erica arborea* L.**

Form: It is mostly a few meters, sometimes 4-5 m.

Leaf: Needle leaves, in 3-7 cm long, are arranged in 3-4 circles on the shoots. It is hairless on the neck, blunt at the tip, and deeply striped on the underside.

Flower: Compound panicle type flowers bloom in March-April. Their color is white-off-white and slightly scented (Figure 4).



Figure 4. Form, leaves and flowers (Anonim, 2023f) of *Erica arborea*.

***Rhododendron ponticum* L.**

Form: It is an evergreen shrub or tree, 3-5 m tall, with a round and irregular form.

Leaf: It has leaves that are hard like leather, full-edged, 8-12cm long, 2.5-4cm wide, shiny dark green on the upper surface, hairless on the upper and lower surfaces.

Flower: Flower buds begin to burst in the second half of April and show flowering that lasts up to the 7th and sometimes the 8th month. The flowers, which appear in the form of compound clusters, have long stems, hairy tops, colors in purple and shades of purple, and are very decorative (Figure 5). The bees that make honey from these flowers contain Ericolin and Andromedotaxin glycosides in their honey.



Figure 5. Form, leaves and flowers of *Rhododendron ponticum*.

***Rhododendron luteum* Sweet**

Form: It is a shrub that sheds its leaves in winter, can grow up to 3-4m tall, and generally forms a broad form.

Leaf: The leaves are mostly broad, spear-like, with finely toothed edges and covered with fine hairs on both sides. Autumn coloration is very decorative. In autumn, leaf coloration is observed, which is yellow, orange and eventually red and sometimes burgundy.

Flower: It has bright yellow and pungently scented flowers, which usually start before the leaves and are very densely located on the plant (Figure 6). Its flowers are poisonous, and their scent is intoxicating. Bees get the famous mad honey from the Black Sea coast from their flowers.



Figure 6. Leaves, flowers and autumn foliage of *Rhododendron luteum*.

Vaccinium myrtillus L.

Form: It is a shrub, maximum 30-50cm tall, that sheds its leaves in winter.

Leaf: The leaves are oval-shaped, pointed, and have toothed edges. Red leaf coloration in autumn is quite aesthetic.

Flower: Its flowers, which bloom in May, are pale pink and bell-shaped.

Fruit: Edible fruits are small, dark blue, smoky, and sweet (Figure 7). It is valued for its taste and healing properties.



Figure 7. Fruits (Anonim, 2023g) and autumn foliage (Anonim, 2023h) of *Rhododendron luteum*.

Epigaea gaulttherioides (Boiss. & Balansa)

Form: It is an evergreen, creeping plant that grows up to 40 - 50 cm.

Leaf: The leaf is elliptical in shape, hard as leather, full-edged, and both sides are covered with sparse, coarse hairs.

Flower: The petals of the flowers, which bloom between May and July, are white and pink, 2-6 cm in diameter and funnel shaped (Figure 8).



Figure 8. Flowers of *Epigaea gaulttherioides* in nature habitat.

Bruckenthalia spiculifolia (Salisb.) Reichenb

Form: It is an evergreen, woody plant that can grow up to 25 cm.

Leaf: The leaves, which have become narrow leaves, are arranged in a circle of 4.

Flower: Many of the pink flowers that bloom between July and August form terminal, dense spike-type plants together (Figure 9).

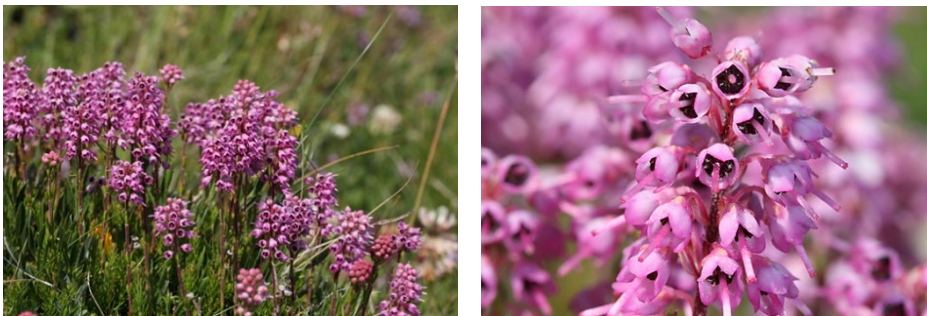


Figure 9. Form and flowers (Anonim, 2023i) of *Bruckenthalia spiculifolia*.

Rhodothamnus sessilifolius Davis

Form: 10 cm. It is a tall, evergreen, woody plant.

Leaf: The leaves are inverted egg-shaped, sessile, and full-edged (Figure 10).

Flower: The petals of the flowers, located one by one at the ends of the shoots, are pink - purple in color and bloom in June-July.



Figure 10. *Rhodothamnus sessilifolius* in nature habitat.

***Pyrola rotundifolia* L.**

Leaf: Leather-like leaves are 3-4 cm long and have a round shape.

Flower: The flowers, which bloom in June and July, are in the form of a cluster consisting of 3 to 10 hanging flowers on a long stem and are greenish white in color (Figure 11).























Figure 11. Form, leaves and flowers of *Pyrola rotundifolia* (Anonim, 2023j).


3. Results and Discussion




In the study, the forms, leaf, flower and fruit states, visual effects and areas of use in landscape architecture of the plants of the Ericaceae family, which are naturally spread and found locally in Turkey and have landscape value, are presented in Table 1. While creating the table, references in the literature and observations were used (Davis, 1962; Yaltrık, 1971; Davis, 1978; Stevens, 1978; Clarke, 1982; Burnie et al., 2004; Ansin and Ozkan, 2006; Eminağaoğlu, 2014).


Table 1. The forms, leaf, flower and fruit states, visual effects and areas of use in landscape architecture of the some Ericaceae family plants.

Scientific name	Habitat	Form	Foliation feature	Visual effect	Functional feature	Usage area in landscape
<i>Arbutus andrachne</i>	Maquis formation Arid lands and rocky areas		Evergreen		Sweet and medicinal fruit, Hedge plant Wind screen Shade tree	Urban green areas Areas under marine influence Areas affected by wind Children's playgrounds with the beauty of form, fruits and flowers
<i>Calluna vulgaris</i>	North facing slopes, arid and poor lands, Acidic volcanic rocks		Evergreen		Groundcover Hedge plant Resistance to saline soils and salt spray	Urban green areas with the beauty of form and flowers Beach regulations Salty soils Sunny areas
<i>Erica arborea</i>	Pseudomachia plant Mixed sparse forest undergrowth Acidic, arid, sandy, poor soils, gravelly environments and sunny regions		Evergreen		They have no ecological demands An ideal hedge, border embankment or barrier plant Soil stabilizer Making a broom from its branches and a pipe from its wood	Residential gardens and Rock gardens with the beauty of form and flowers Creating fences, borders, sets or barriers Highway slope stabilization Median plantings
<i>Rhododendron ponticum</i>	Leafy and needle Prefers damp places under leafy forests		Evergreen		Border element Background plant Resistance to air pollution Semi-Shade plant	Urban areas, parks with the beauty of form and flowers Highway slope stabilization Median plantings Border element, hedge-like and flowering hedge plant Back ground plant
<i>Rhododendron luteum</i>	Needle Beneath and bordering the leafy forests, In open areas, Loves moisture but can also		Deciduous		Border and fence element Groundcover Soil stabilizer The honey made from its	Urban areas, parks with the beauty of flowers and autumn foliage It is used in boundary element and fence construction, in

	tolerate dry conditions				flowers is medicinal	green areas in cities with air pollution It should not be used in children's playground due to its flowers. In median plantings In shade and semi-shade humid places
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Kazdağ, Uludağ, Ugazdağ and the high altitudes of the Eastern Black Sea Region coniferous forests such as Karacam, Sarıcam and Goknar in the regions under In loose and acidic soils		Deciduous		Border and fence element Groundcover Soil stabilizer Its fruit, flowers, roots and leaves are medicinal. Fruit is healing	Residential gardens Rock gardens Children's playgrounds Urban areas parks and gardens with the beauty of form, flowers and autumn foliage
<i>Epigaea gaultherioides</i>	It spreads locally in Northeastern Anatolia, In <i>Picea - Abies</i> mixed forests with <i>Rhododendron ponticum</i> L. <i>Vaccinium arctostaphylos</i> L. and <i>Daphne ponticum</i> L. The dead crawls on the blanket and lies down		Evergreen		Groundcover Border element Soil stabilizer	Residential gardens Rock gardens Border plantings Urban areas Ground cover in parks and gardens
<i>Bruckenthalia spiculifolia</i>	In Southeastern Europe and Anatolia, alpine meadows, among dwarf <i>Juniper</i> and <i>Rhododendron</i> On steep slopes covered with bushes		Evergreen		Groundcover, Border element Soil stabilizer	Residential gardens, Rock gardens Border plantings Urban areas Ground cover in parks and gardens
<i>Rhodothamnus sessilifolius</i>	It is located on rock outcroppings in a small area at an altitude of 2000-2300m on Tiryal Mountain in Murgul district of Artvin province.		Evergreen		Ground cover Border element Soil stabilizer	Residential gardens Rock gardens Border plantings Urban areas Ground cover in parks and gardens Accent element
<i>Pyrola rotundifolia</i>	In Northern Anatolia, between 1350-2100 m,		Evergreen		Ground cover	Residential gardens Rock gardens

under fir forests and among <i>Rhododendron</i>		Border element Accent element	Border plantings Urban areas Ground cover in parks and gardens
---	---	--	---

 : Tree  : Shrub  : Groundcover

 : Leaf, flower and fruit effect

4. Results

Nature offers unique beauties with its existing plant compositions. Many plants with their aesthetic properties in the natural landscape are not used in the urban landscape despite the appropriate conditions in terms of temperature, precipitation, and soil. However, successful planting practices can be achieved with the use of natural plants found in plant compositions in nature.

One of the reasons why natural plant species are not used enough in herbal practices is that the plant material is not well known. Studies aimed at recognizing, describing, and promoting Turkey's natural vegetation are increasing day by day.

Ecological conditions are very important for the plant to provide the desired aesthetic and functional effect. The fact that the tree species planted are suitable for the climate and soil conditions of the region is effective in ensuring continuity.

Using natural species can minimize maintenance measures. The use of exotic species instead of natural species causes nature-rich vegetation to remain in rural areas. Natural woody species has aesthetic properties and a wide variety of functional uses such as the beauty of flowers and fruits, autumn colors, general forms, etc. It has aesthetic properties and a wide variety of functional uses. They create beautiful landscapes because of their ability to change throughout the four seasons. Due to these features, planting applications will be more successful and effective.

Ericaceae family plants, which are naturally found in our country, are among the plants that should be evaluated in urban planting designs with their functional features as well as the beauty of their leaves, flowers, and forms. They are generally more durable and provide a more natural appearance than exotic species frequently used in landscaping applications. With their advantages, they can be used in recreational landscaping applications.

It is thought that Ericaceae plants will increase the success of planting designs in rural and urban landscapes when evaluated from a functional perspective due to their ecological properties as well as their aesthetic properties. In addition, since they are natural species for

Turkey, they will minimize maintenance costs by ensuring the continuity of planting designs. For this reason, it is very important to cultivate natural plant species, investigate their adaptation abilities, and incorporate them into landscape applications.

References

- Anonim, (2023a). https://www.stervinou.fr/en/a1000_arbutus-andrachne.html. Erişim tarihi 27.10.2023.
- Anonim, (2023b). <https://mursidindemircan.com/2016/11/arbutus-cinsinden-bir-agac-sandal-agaci-gecmisten-gelecege>. Erişim tarihi 27.10.2023.
- Anonim, (2023c). <http://yabanicicekler.com/flower/arbutus-unedo-671> Erişim tarihi 27.10.2023.
- Anonim, (2023d). <https://tuncbotanik.com/urun/kocayemis-arbutus-unedo-fidani/2164> Erişim tarihi 27.10.2023.
- Anonim, (2023e). <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/calluna-vulgaris> Erişim tarihi 28.10.2023.
- Anonim, (2023f). https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=503719 Erişim tarihi 28.10.2023.
- Anonim, (2023g). <https://thessfyta.gr/en/fruit-trees/39-blueberry-vaccinium-myrtillus.html> Erişim tarihi 28.10.2023.
- Anonim, (2023h). https://www.tripadvisor.com.tr/LocationPhotoDirectLink-g274958-d290980-i112779384-Tallinn_Botanic_Garden-Tallinn_Harju_County.html Erişim tarihi 28.10.2023.
- Anonim, (2023i). https://bgflora.net/families/ericaceae/bruckenthalia/bruckenthalia_spiculifolia/bruckenthalia_spiculifolia_en.html Erişim tarihi 28.10.2023.
- Anonim, (2023j). <https://www.first-nature.com/flowers/pyrola-rotundifolia.php> Erişim tarihi 28.10.2023.
- Ansin, R., & Ozkan, Z.C. (2006). *Seed Plants (SPERMATOPHYTHA) Woody Taxons*. KTU Publication Number: 167, Forestry Faculty Release Number: 19. KTU Printing Office, 512p. Trabzon, Turkey.
- Austin, R.L. (2001). *Elements of Planting Design*. John Wiley&Sons Inc., United State of America.
- Aydemir, S. (2004). *Kentsel Alanların Planlanması ve Tasarımı*. Akademi Kitabevi, Trabzon, Türkiye.

- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- Burnie, G., Forrester, S., Greig, D., Guest, S., Harmony, M., Hobley, S., & Ryan, S. (2004). *Botanica*. Konemann: Tandem Verlag GmbH, 1020 p. Italy.
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The Number of Known Plants Species in The World and Its Annual Increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217.
- Clarke, J.H. (1982). *Getting Started with Rhododendrons and Azaleas*. Timber Press, 268p. USA.
- Davis, P.H. (1965). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Vols. 1-9. Edinburgh:
- Davis, P. H. (1962). *Rhodothamnus sessilifolius* PH Davis. *Icones Plantarum*, 36, 3575.
- Davis, P.H. (1978). *Flora of Turkey*. Edinburgh University Press. 580p. Edinburgh.
- Ekim, T., Terzioğlu, S., Eminağaoğlu, Ö., & Coşkunçelebi, K., (2014). *Red List of The Endemic Plants Of The Caucasus: Turkey*. *Red List of the Endemic Plants of The Caucasus*. Missouri Botanical Garden Press, (Pp.209-242), Missouri, USA.
- Eminağaoğlu, Ö. (2014). *Rhodothamnus Reichb.* In Ü. Akkemik (Ed), *Türkiyenin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çaluları 2, Angiospermler*. OGM Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara, Türkiye.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Ed.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi Damarlı Bitkiler*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmalı Derneği Yayını, Flora Dizisi 1, İstanbul, Türkiye.
- Kayacık, H. (1966). *Orman ve park ağaçlarının özel sistematigi*, III. Cilt, *Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul, Türkiye.
- Luteyn, J. L. (1983). Ericaceae: Part I. Cavendishia. *Flora Neotropica*, 35, 1-289.
- Mamıkoğlu, N. G. (2007). *Türkiye'nin Ağaçları ve Çaluları*. Doğuş Grubu İletişim Yayıncılık ve Ticaret AŞ, İstanbul, Türkiye.
- Roy, S., Byrne, J. & Pickering, C. (2012). A Systematic Quantitative Review of Urban Tree Benefits, Costs, And Assessment Methods Across Cities İn Different Climatic Zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363.
- Sarı, D. & Karaşah, B. (2018). Bitkilendirme Tasarımı Öğeleri, İlkeleri ve Yaklaşımlarının Peyzaj Tasarımı Uygulamalarında Tercih Edilirliği Üzerine Bir Araştırma. *MEGARON*, 13(3), 470-479.

- Sarı, D. & Öztürk, Z. (2023). Etnobotanik Kullanımı Olan Bazı Doğal Bitkilerin Peyzaj Değerleri: Maçka (Trabzon) Örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 7(2), 189-209.
- Shahidi, F.; Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and Polyphenolics In Foods, Beverages and Spices: Antioxidant Activity and Health Effects—A Review. *Journal of functional foods*, 18, 820–897.
- Sleumer, H. (1960). Ericaceae. *Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta*, 6(1), 469-914.
- Spencer, J.P.E., Crozier, A., Rodriguez-Mateos, A., Del Rio, D., Tognolini, M., & Borges, G. (2012). Dietary (Poly) Phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. *Antioxid. Redox Signal*, 18, 1818–1892.
- Ștefănescu, B. E., Szabo, K., Mocan, A., & Crișan, G. (2019). Phenolic Compounds From Five Ericaceae Species Leaves and Their Related Bioavailability and Health Benefits. *Molecules*, 24(11), 2046.
- Stevens, P. F., Luteyn, J., Oliver, E. G. H., Bell, T. L., Brown, E. A., Crowden, R. K., & Weiller, C. M. (2004). *Ericaceae*. In *Flowering Plants: Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales* (Pp. 145-194). Berlin.
- Trowbridge, J.P., & Bassuk, N.L. 2004. *Trees in The Urban Landscape*. John Wiley&Sons Inc., United State of America.
- TUBIVES. (2004). Turkish Plants Data Service.
- Walker, D.T. (1985). *Planting Design*. PDA Publishers Corporation. Arizona, USA.
- Yaltrık, F. (1967). Contribution to The Taxonomy of Woody Plants in Turkey. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, 28(1), 9-10.
- Yaltrık, F. (1971). Ericaceae Familyasının Memleketimizde Az Tanınan Taksonlarına Toplu Bakış. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 71-85.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M., & Turna, İ. (2017). Effects of Different Medium on Seed Germination of *Spartium junceum* L. with Medicinal and Aromatic Importance. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3, Special Issue 2), 376-383

İçme Suyu Havzalarındaki Ekosistem Öğelerinin Koruma Kuşakları Belirlenmesinde Önemi*

Importance of Drinking Water Basin Elements in Determining Protection Areas

 Şevval YÜZER¹,  Mustafa VAR²

Özet

Su, tüm canlılar için temel yaşam kaynaklarından biri olup hayati öneme sahiptir. Ekonomik kaygılarla gerçekleşen fiziki planlar, hızlı ve plansız kentleşme, sanayileşme ve planlama politika ile uygulamaların yetersiz kalması ve iklim değişikliği sonucunda zaman içerisinde doğal kaynaklar tahrip olmaya başlamış, su kaynakları da bu durumdan etkilenmiştir. Su kaynaklarının azalması, ekonomik, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması için korumaya yönelik uygulamaları gündeme getirmiştir. İçme – kullanma suyu temini için büyük öneme sahip olan içme suyu havzaları birçok bileşeni içinde barındırır. Bu bileşenler doğal bir denge içerisinde olup her bir havzanın hassasiyetinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. İçme suyu havzalarında koruma – kullanma dengesinin sağlanabilmesi için havzaya özgü değerlerin ve hassasiyetlerinin tespit edilmesi ve her havza için farklı değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Ancak, Türkiye’de birbirinden farklı topoğrafya, jeoloji, hidrojeoloji, hidroloji, toprak, flora ve kirletici unsurları barındıran havzalarda kuş uçuşu sabit mesafeye göre koruma sınırları belirlendiği görülmektedir. Dünyada gerçekleştirilen içme suyu havzalarındaki koruma alanları Türkiye’den birçok özellik bakımından farklılaşmaktadır. Bu çalışmada, içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde gerekli olan öğeleri, Türkiye ile seçilmiş ülkelerin koruma alanlarını belirlemeye yönelik yaklaşımlarının irdelenerek, uyguladığımız sistemin eksiklikleri ve gerekli öneriler vurgulanmıştır. Diğer ülke örneklerinden yararlanılarak, oluşturulması gereken koruma kuşaklarına ekosistem unsurlarının etkisi açıklanmıştır.

Abstract

Water is one of the basic life resources for all living things and is of vital importance. As a result of physical plans realized with economic concerns, rapid and unplanned urbanization, industrialization inadequate planning policies and practices, and climate change, natural resources began to be destroyed over time and water resources were also affected by this situation. The decrease in water resources has brought up the applications for its protection to ensure economic, ecological and social sustainability. Drinking water basins, which are of great importance for consuming water use, contain many elements. These elements are in a natural balance and are important in determining the sensitivity of each water basin. To ensure the protection-usage balance in drinking water basins, basin-specific values and sensitivities should be determined, and different evaluations should be made for each basin. However, it is seen that protection areas are determined according to the euclidean distance measurement system in the drinking water basins with different topography, geology, hydrogeology, hydrology, soil, flora and polluting elements in Turkey. Drinking water protection areas in the world differ from Turkey in many features. In this study, the necessary elements in the determination of drinking water protection areas, the approaches of Turkey and selected countries to determine the protection areas are examined and the deficiencies of the system we apply and the necessary recommendations are emphasized. Using examples from other countries, the impact of ecosystem elements on the protection zones that need to be implemented is explained.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu havzası, Havza ekosistemi, Havza koruma alanları

Keywords: Drinking water basin, Water basin ecosystem, Water basin protection area

Geliş Tarihi: 06.12.2023, Düzeltme Tarihi: 25.12.2024, Kabul Tarihi: 25.12.2023

Adres: ¹Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bil.Enst. Şehir ve Bölge Pl. ABD, Peyzaj Planlama Programı.

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fak.Şehir ve Bölge Planlama Böl. 34349,Yıldız –Beşiktaş İstanbul

E-mail: sevvalbera60@gmail.com

*Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı’nda “İçme Suyu Havzalarında Koruma Kuşaklarının Belirlenmesine Yönelik Yöntem Arayışı: Terkos Örneği” isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

İnsan ve çevre sağlığı konusunda sürdürülebilirliğinin sağlanması için kaçınılmaz olan en temel kaynaklardan biri içme suyudur (Marobhe ve ark., 2007). Ancak su arzı ve talebi arasında büyüyen uçurum dünyada ciddi bir sorun haline gelmiştir (Xiao-Jun ve ark., 2011). Bu durumun en büyük sebeplerinden ikisi ise su kalitesi ve su miktarının düşmesi ile kullanılacak su kaynağının azalmasıdır (Shi ve ark., 2018).

Su kaynaklarının korunarak kullanılması, sosyo-ekonomik kalkınma ve çevre koruma anlayışında temel bir faktör olmuştur. Birçok ülkede arazi kullanım kararları, politikalar ve arazi yönetimi ile güvenli ve temiz içme suyu kaynaklarının sağlanarak su kirliliğinin önlenmesi temel hedef haline gelmiştir (İbrahim ve Patrick, 2017).

İçme-kullanma suyu temininde önemli bir potansiyel olan içme suyu havzaları, suyun korunarak kullanılması için önemli bir ekosistemdir. Uygun koşullardaki içme suyu havzaları, tatlı su temini ve arıtılması da dahil olmak üzere birçok hizmet sunar (Postel ve ark., 2005). İçme suyu havzalarının korunması ve su potansiyelinin kullanılabilmesi için havza sınırları, ekosistemi ve barındırdığı öğeler ile ilişkisinin tanımlanması önem arz etmektedir.

İçme suyu havzalarının korunması için birçok yasa, yönetmelik ve uygulama bulunmaktadır. Arazi kullanım kararlarının doğrudan havza ekosistemine ve su kaynağına etkisinin olduğu hassas ekosisteme sahip bu alanlar, ülkemizde koruma amacıyla standart mesafelerin olduğu tampon bölgelerle kısıtlama getirilerek arazi kullanım değişimlerini yönlendirilmektedir. Ancak her havza birbirinden farklı ekolojik özelliklere sahip olup yeraltı ve yerüstü kaynaklarının etkileşiminde farklılık görülebilir. Noktasal olmayan kirleticilerin önlenmesi için uygulanan tampon bölge yaklaşımlarında her havzaya özgü ekolojik değerlerin göz önünde bulundurulması ile koruma kuşaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Uygulanacak tampon bölge yaklaşımlarında havzaların fizyografik, edafik, akuatik, iklimik öğeleri, bitki örtüsü, arazi kullanım ve kirletici unsurlar değerlendirilerek oluşturulmalıdır.

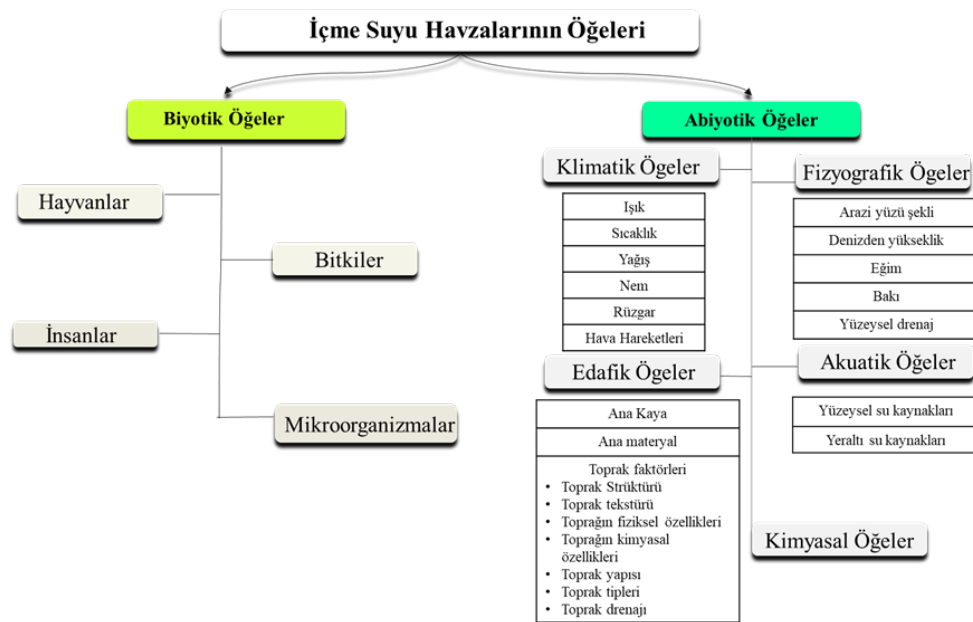
Diğer ülkelerde uygulanan koruma alanları yaklaşımları, ülkemizden farklılık göstermektedir. Yeraltı ve yer üstü etkileşimini göz önünde bulunduran ve havzaların kendine özgü ekosistem özelliklerini değerlendirerek oluşturulan koruma kuşakları, ülkemizde uygulanan su kaynağının korunmasında sadece standart mesafelerin dikkate alındığı sistemden daha başarılı olabilmektedir. Türkiye ve seçilmiş ülkelerde, koruma alanlarının belirlenmesinde uygulanan yaklaşımların ortaya konularak uyguladığımız

sistemin eksiklerinin ve önerilerinin belirlenmesini amaçlayan çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde su, içme suyu havzalarının önemi ve koruma alan yaklaşımları ile ele alınmış, İkinci bölümde içme suyu havzalarının öğeleri, birbirleri ile ilişkileri ve koruma alanlarının belirlenmesindeki önemi vurgulanmıştır. Üçüncü bölümde seçilmiş ülkeler ve Türkiye'nin koruma alanları belirlemede uyguladığı yaklaşımlara değinilmiştir. Dördüncü bölümde sonuç olarak içme suyu havzalarının koruma alanları belirlemede, diğer ülkelerden yararlanılarak, göz önünde bulundurulması gereken öğelerin olumlu ve olumsuz etkilerine yer verilmiştir.

2. İçme suyu havza ekosistem öğeleri ve etkileşimleri

Bir ortamda biyotik unsurlar ve onların bulunduğu sistemde bulunan abiyotik unsurlar birbirlerinden ayrılamayacak şekilde iç içe bulunmaktadır. Birbirleri ile etkileşimde olan abiyotik ve biyotik unsurlar ekosistemi oluşturur.

Su havzaları, insanlar da dahil olmak üzere tüm biyotik ve abiyotik öğeleri içinde barındırır (Likens, 1992) ve bu öğelerle doğal denge içindedir. Her bir havzada farklılık gösteren bu unsurlar, havzanın hassasiyetlerinin ve özelliğinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. İçme suyu havzalarının öğelerini, abiyotik ve biyotik olmak üzere gruplamak mümkündür (Şekil 1). Abiyotik öğeler; fizyografik, iklimatik, edafik, akuatik, kimyasal, biyotik öğeler ise; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar, insanlar şeklinde gruplanabilir (Var, 2019). Havza ekosistemi ele alınırken canlı ve cansız bölümler ve birbirleri ile ilişkileri göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 1. İçme suyu havzası ekosistem öğeleri (Var, 2019).

2.1 Abiyotik ögeler

2.1.1 Fizyografik ögeler

Havzanın yükselti durumu hassasiyetinin ve özelliklerinin tanımlanmasında önemli parametlerden biridir. 100 m'lik artış, sıcaklığın 0.5 °C azalmasına sebep olur. Sıcaklıkla görülen değişim yağışlar üzerinde, yağışlar da toprak, toprağın yapısı ve derinliği başta olmak üzere kimyasal yapısında, her iki faktördeki değişim de bu ortamlarda yetişebilecek bitki örtüsünün çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir (Var, 2019). Yükselti hayvan varlığının sayısı ve çeşitliliği üzerinde de etkilidir (Küçükali, 2005). Sıcaklığın değişmesi ile bitki örtüsünde gerçekleşen değişim, su miktarı ve kalitesinde üzerinde de etkili olur. İçme suyu havzasında koruma kuşakları belirlenirken yükseltinin fazla olduğu alanların eğim durumları, toprak yapısı ve bitki örtüsü ile ilişkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Havzanın denize olan uzaklığı, havzanın kırılmalılığı ve özelliğini belirleyen faktörlerden biridir. Denizden uzaklığının 20 km'ye kadar olduğu alanlar kıyı arazi olarak belirlenir. Ekolojik yapısında diğer havzalara göre farklılık gösterir (Küçükali, 2005).

Alanın eğimi ise iklim, toprak yapısı ve arazi kullanım kararlarını etkilemektedir (Çepel, 1988). Aynı zamanda eğim; erozyon durumunda yağış, toprak özellikleri kadar önemli etkiye sahip unsurlardan biridir. Eğimin yüksek olduğu alanlar diğer faktörlerle birleştiğinde erozyonu doğrudan etkileme gücüne sahiptir. Bu durum çevreye olan zararın yanı sıra içme suyu kaynağının kullanım kapasitesinin azalmasına ve kirlenmesine sebep olmaktadır. Nelson ve Chomitz (2007)'e göre su kaynakları için dik ve erozyona eğilimli eğimlere sahip, nispeten küçük havzalara bağımlı olan şehirler ve yerleşim yerlerinin hidrolojik süreçler üzerindeki arazi kullanımı değişikliklerinin en büyük etkilerini yaşaması muhtemeldir.

Alanın bakısı, ışık ve sıcaklık ile yağış miktarını etkilemesi sonucu toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını etkilemektedir. Yine bu etkilere bağılı olarak söz konusu bakılarda biyoçeşitlilik değişmektedir (Var, 2019). Bu nedenle bakı faktörü, su ekonomisini doğrudan etkileyen unsurlardan biridir. Kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu bakılarında güneşlenme süresi az olduğundan, toprağa düşen yağışın daha az miktarda buharlaşması görülmektedir. Bu durum toprağın diğer bakılara göre daha fazla miktarda su tutmasına olanak sağlamaktadır. Aynı koşullara sahip olan bir alanda, bakı faktörü su ekonomisini etkileyerek fark yaratmasına olanak sağlamaktadır (Çepel, 1988). Havzanın hassasiyetinin belirlenmesinde öneme sahiptir.

2.1.2 Edafik ögeler

Jeoloji, litoloji ve yapısal ortamlar gibi unsurları içerir (Wilson & Droste, 2000). Jeoloji ve jeomorfoloji, arazi değerlendirmesi ve mevcut bitki ve hayvan türlerinin yaşamı üzerindeki etkileri nedeniyle havza peyzaj analizinde temel unsurlardır (García-Aguirre ark., 2012). Hem jeomorfoloji hem de jeoloji, yüzey suyu ve yeraltı suyu kalitesine ek olarak yüzey akış hacimlerini ve sızma miktarlarını ve oranlarını belirler. Jeolojik yapı, stratigrafi ve ana yüzey ve yüzey altı yapı elemanları, litolojik birimlerin su ile ilişkileri açısından hidrojeolojik özelliklerini belirler (Alsharhan ve Rizk, 2020). Havzanın jeolojisini anlamak, hidrolojik döngünün işleyişine dair bilgi sağladığı için su kaynaklarının yönetiminde gereklidir.

Toprak; doğal oluşum süreci sonrasında meydana gelen, özel karakteristiklere sahip üst litosfer tabakasıdır (Çepel, 1988). Toprak yapısı, flora ve fauna çeşitliliğini belirlemede rol oynar ve ekosistemin görünümü belirler. İçme suyu havzalarında toprak yapısını anlamak; su hareketi, su kalitesi, arazi kullanım ve bitki örtüsü verimliliği konularında bilgi verir. Toprağın içinde bulunan organik madde düzeyi, toprakta yaşayan canlılar, toprak içindeki ayrışma ve yeniden oluşum olayları dinamik bir sistem yaratmaktadır (Kantarcı, 2000). Toprak özelliklerinin tespit edilmesi; yeraltı su hareketi ve suyun depolanmasında, kirleticilerin anlaşılmasında ve alanının üretkenliğinin tespitinde önem arz etmektedir (Schoonover ve Crim, 2015). Özellikle noktasal olmayan kirliliklerde toprak yapısı (buzul toprağı, kumul vb.) su kalitesinde önemli bir rol oynar (Gburek ve Sharpley, 1998). Toprağın derinliği, havzada depolanan, akarsulara karışan veya orman örtüsü tarafından kullanılan su miktarını kontrol eder (Fredriksen ve Harr, 1979). Bitki gelişimi için toprak-su ilişkileri önemlidir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu su için toprağın derinliği, tekstür ve strüktür özelliklerinden yararlanır (Çepel, 1996).

2.1.3 Akuatik Ögeler

Canlı yaşamı için peyzajda gerçekleşen su döngüsü önemlidir (Çetinkaya ve Uzun, 2014). Havzada yer alan akuatik ögeler en önemli unsurlardan biridir. Yüzey ve yeraltı olmak üzere su kaynakları iki grupta incelenebilir (Özgül, 2004). Havzanın hassasiyetinin ve su üretim kapasitesinin belirlenmesinde, su kalitesinde rol oynar. İçme suyu koruma kuşaklarının belirlenmesinde havzada yer alan yüzey suyu kaynaklarının miktarı, çevresinde yer alan kullanımlara göre belirlenmesi ile birçok ülkede önem taşıyan yeraltı suyunun taşınması, kalitesi, alanın hidrojeolojik yapısının analiz edilmesi gerekmektedir. İçme su

havzasında yer alan yüzey ve yeraltı su kaynakları doğal bir denge içerisinde ve herhangi bir öğede gerçekleşen değişim tüm su döngüsünü etkileyebilir.

2.1.4 Klimatik Öğeler

Klimatik faktörler havzada depolanan suyun miktarını ve kalitesini etkiler. Yeryüzü şekillerinin farklılaşması ile bakı ve eğim düzeylerinin farklılaşması sonucu güneşlenme süresi ve sıcaklık değişimleri, hâkim rüzgar yönleri ile havzada iklim tipleri oluşumuna neden olmaktadır (Tüzün, 2010). Makro, meso ve mikro iklim olarak ayırmak mümkündür. İklim ise anakayaya da bağlı olarak toprağın oluşumu, derinliği, toprak türlerini, fiziksel ve kimyasal yapısını ve buna bağlı olarak oluşacak bitki türlerinin çeşitliliği, diğer canlı yaşam ortamlarını ve su potansiyelin belirlemektedir (Var, 2019). Yağış, hız, nem ve buharlaşma, su miktarına yönelik bilgi verir. İklim, havzanın tüm yönleriyle yönetimi için belirleyici bir faktördür (Murty, 1998).

2.2 Biyotik öğeler

Bitki örtüsünün havza ekosisteminde birçok etkisi bulunmaktadır. Sızma oranlarını, akış ve evapotranspirasyonu etkileyerek hidrolojik süreçleri düzenleyebilir. Havzadaki bitki örtüsü, içme suyu kaynağının korunmasında veya zarar görmesinde en temel unsurlardan biridir. Bitkilerin kökleri de toprak erozyonunun önlenmesine yardım eder. Toprak erozyonunu önlemede ilk olarak bitkinin kök sistemi, toprağın gevşeyerek gözenekliliğinin artmasına olanak sağlayabilir. Bu durumda alandaki toprağın yağışı tutma kapasitesi artarak yüzeysel akışın azalmasına olanak sağlayabilir. İkinci olarak bitkilerin kök sistemleri, birbirine geçerek toprağın erozyonu önleme gücünü artırabilir (Xinxiao ve ark., 2006). Havzada en önemli alanlardan biri ise ormanlardır. Ormanlar ve ağaçlar su döngüsünün ayrılmaz bileşenleridir (IUFRO World Series, 2018). Orman alanları ve sulak alanların yoğun olduğu havzalarda, yüzeysel akışın azalması ve su kaynağının artışı görülmektedir. Bu alanların bitki örtüsü ve toprağı, nehirlere, göllere ve akarsulara girecek olan kirleticileri filtreleme ve tortuları tutma kapasitesine sahiptir (Postel ve ark., 2005).

İçme suyu havzalarında biyotik unsurlarda yer alan öğelerden birisi de faunadır. Her havzada farklılık gösterebilecek olan hayvan varlığı, içme suyu havzası ekosisteminde diğer elemanlarla birlikte doğal denge içerisinde. Gerçekleşecek herhangi bir müdahalede tür sayılarında azalma, tükenme ya da farklı türlerin çoğalması ile birçok sorun ortaya çıkabilir.

Faunayı oluşturan türler ortamda sabit olarak kalmadıkları için, bunların birim alandaki yoğunluğu kadar bu türlerin davranış biçimleri, hareket kabiliyetleri ve beslenme şekillerinin de ortama etkileri farklı olabilmektedir (Var, 2019).

3. İçme suyu koruma kuşakları uygulamaları

İçme suyu yeraltı sularından, yer üstü kaynaklardan, göllerden ve kısmen nehirlerden sağlanmakta ve bu kaynakların korunmaları önem taşımaktadır (Şanlısoy, 2002). İçme suyu koruma kuşakları, içme suyu kalitesinin iyileştirilmesine yardım eden çoklu bariyer sistemleridir. Tampon görevi gören koruma kuşakları yaklaşımı, noktasal olmayan kirleticileri engellemek için kullanılmaktadır.

İçme suyu kaynağı koruma kuşakları birçok ülkede içme ve kullanma suyu kaynaklarının korunması için belirli insan aktivitelerinin kısıtlanması için etkili bir koruma önlemi olarak oluşturulmuştur (Shen ve ark., 2010). Bu alanların belirlenmesinde ekolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmalardan yararlanılmaktadır (Wang ve ark., 2020). Havzaların hassasiyetlere ve her havzaya özgü değerlendirmelerin olduğu yaklaşımlar ülkemizden birçok özellik bakımından farklılaşmaktadır.

3.1 Almanya

Almanya’da içme suyu kaynaklarının korunmasına dair geliştirilecek ve belirli kısıtlamalar getirilecek alanların tanımlanması birçok ülkeden ve Türkiye’den farklılaşmaktadır. Ekosistem öğelerinin tanımlandığı ve kaynağın, havzanın içinde yer alan unsurların değerlendirildiği bir yaklaşım gerçekleştirilmektedir. Alanlar belirlenirken aşağıdaki faktörlerin ve özel yerel koşulların değerlendirilmesi ile gerçekleştirilir (Hartmann, 1991).

- Hidrolojik ve iklimatik öğeler
- Havzanın fizyografik özellikleri (topoğrafya, yüzey koşulları)
- Toprağın türü ve yapısı
- Jeolojik yapı
- Su toplama araçlarının türü, gelişimi, durumu ve işletme yöntemi
- Yüzey suları ile yeraltı suların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve bakteriyolojik özellikleri (uzun dönemli inceleme ile)
- Mevcut ve planlanan arazi kullanım biçimi, yapılaşma, arazi örtüsü, toprak ve çakıl çıkarılması, trafik düzenlemeleri, idari sınırlar
- Maden çıkarma hakları, planlar ve kurulu tesisler

- Bölgesel ve doğal koruma alanları

Yukarıda belirtilen parametreler doğrultusunda su koruması için üç zon belirlenir (Walcher & Bormann, 2015). Havzalarda ekosistem öğelerinin etkisinin açıklanması, hassasiyetlerinin belirlenmesi için Almanya'da gerçekleştirilen yaklaşım için başarılı olduğu söylenebilir.

3.2 Fransa

Fransa'da su kaynaklarını korumaya yönelik çeşitli kanun ve yönetmelik bulunmaktadır. 1964 yasasıyla havza koruma alanlarına yönelik çerçeve oluşturulmuştur (Siauve & Amorsi, 2015a).

Koruma alanlarının belirlenmesinde su toplama havzasındaki toprak ve potansiyel kirlilik noktaları, hidrojeolojik çalışmalar, hassasiyet-risk envanterleri ve birçok faktör incelenmektedir. Toplamda üç koruma bölgesi belirlenmektedir. Bu bölgeler aşağıda verilmiştir (OPECST, 2003).

1. Yakın koruma
2. Genişletilmiş koruma
3. Uzak koruma

Fransa'da da su kaynaklarının korunmasına yönelik oluşturulan havza koruma alanlarında diğer ülkelerde olduğu gibi zorunlu önlemler yer almaktadır.

3.3 İspanya

İspanya'da, su yasasını Su Çerçeve Direktifine uyarlamak için 2001 yılında yasanın değişmesi ile havza koruma alanlarında değişiklik yapılmıştır. İçme suyu havza koruma alanlarının oluşturulması için resmi bir kılavuz 1991'de yayınlanmış ve 2003'te IGME (Instituto Geológico y Minero de España) tarafından güncellenmiştir (Siauve ve Amorsi, 2015a). Havzada su kalitesinin sağlanmasını amaçlayan üç koruma zonu, su miktarının korunması için ise bir koruma zonu oluşturulmaktadır. Kalitenin sağlanması için oluşturulan koruma alanları aşağıda verilmiştir (Siauve ve Amorsi, 2015b).

1. Mutlak Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Kirleticinin yeraltı suyuna ulaşmasına göre belirlenmekte olup ortalama 100 ile 400 m² arasında yüzey alanını kaplar.
2. Maksimum Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Kaynağı mikrobiyolojik kirlenmeye karşı korumayı amaçlar.
3. Orta Düzeyde Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Arazi türünün karstik ve kırıklı olmasına göre değişiklik gösterebilir.

3.4 Hırvatistan

Hırvatistan’da su kaynaklarının korunması için gereken alanların tespiti ilk olarak Su Kanununun 91 inci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen jeolojik, hidrojeolojik, hidrolojik, hidrojeokimyasal ve kimyasal araştırmaları sonucu ve aşağıda belirlenen çalışmalar sonrasında belirlenir (Razvoja ve Gospodarstva, 2011).

- Havzanın jeolojik özellikleri ve hidrojeolojik ilişkisi
- Havzanın hidrolojik zellikleri
- Akiferlerin boyutu, sınırları ve verimi
- Gzenekliliğe göre akifer tipi
- Akifer rt birikintilerinin kalınlığı ve geçirgenliği
- Akifer sağlama yöntemi
- Suyun rezervuara veya gle akma şekli
- Kaynağa doğru yeraltı suyu akış hızı
- Örtü yataklarının ve akiferlerin arıtma kapasitesi
- Su kalitesi
- Doğal ekosistemin ve insan faaliyetinin genel etkisinin analizi

Yapılan alışmalar sonucunda su kaynağının hassasiyeti ve özel koşullarının değerlendirilmesi ile aşağıda verilen üç koruma alanı oluşturulur (Razvoja ve Gospodarstva, 2011).

- Kısıtlama ve gözetim bölgesi – III. bölge,
- Katı kısıtlama ve gözetim bölgesi - II. bölge
- Sıkı koruma ve gözetim rejimi bölgesi - I. bölge

Su kaynağının korunması için oluşturulan koruma alanlarının ekosistem öğeleri ile belirlenmesinde Hırvatistan, Türkiye’den birçok özellik bakımından farklılaşmaktadır.

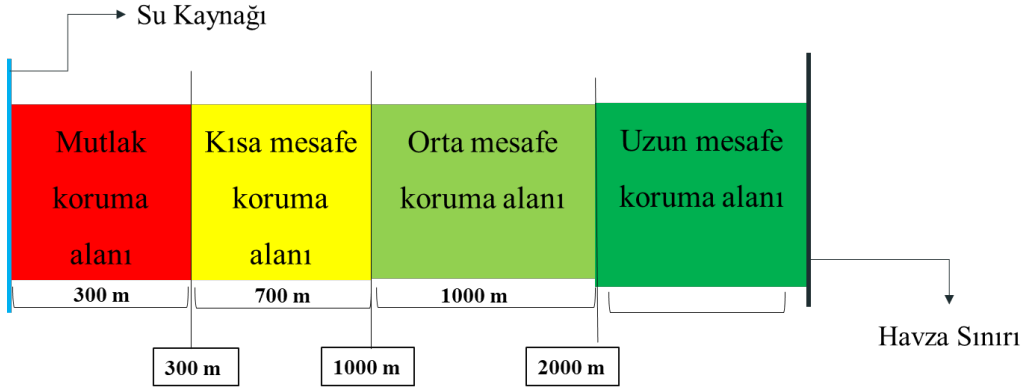
3.5 Türkiye

Türkiye’de içme suyu havzalarının ve kullanılabilecek yerüstü – yeraltı su kaynaklarının korunması için uygulanan temel yaklaşım koruma kuşaklarının oluşturularak gerekli önlemlerin alınmasıdır. Koruma alanlarının oluşturulmasına yönelik ilk düzenlemeler 1598 sayılı Hıfzıssıhha Kanununda yer almaktadır. Bu kanunun 237, 238, 242, 244’üncü maddelerine göre su kaynağının etrafında koruma alanının kurulmasıdır (şanlısoy, 2002). Ülkemizde zaman içerisinde içme suyu havzalarındaki koruma kuşaklarına yönelik

yasal düzenlemeler değişmiş olmasına rağmen belirlenen mesafeler neredeyse aynı kalmıştır.

Türkiye’de, incelenen uluslararası örneklerden farklı olarak, her havza için kuş uçuşu mesafelere göre koruma faaliyetleri yürütülmektedir. İçme suyu koruma alanları İçme – Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik’te belirtilmektedir. Diğer örneklerde verilen ülkelerin su korumalarına yönelik mesafe belirlenmesinde kullandıkları hidrojeolojik yapı, topoğrafya ve diğer parametrelerin göz önünde bulundurulmadığı ve yerüstü – yeraltı su etkileşiminin dikkate alınmadığı standart mesafeler, su kaynaklarının korunmasında yetersiz kalmaktadır. Kent dışında yer alan içme suyu havzaları zamanla hızlı ve plansız kentleşme sonucu kent içerisinde yer almaya başlamış ve su kirliliğinde artış görülmesinin yanı sıra birçok su kaynağının da içme – kullanma suyu olarak kullanılamaz hale getirilmesine sebep olmuştur.

İçme- Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik’te koruma alanlarına yönelik mesafeler ve koruma amacıyla getirilen yasaklar ve kısıtlamalar bulunmaktadır. Yönetmeliğe göre toplam dört alan yer almaktadır (Şekil 2). Bu alanlar aşağıda verilmiştir. (İçme ve Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik, 2017).



Şekil 2. Türkiye’de İçme Suyu Koruma Alan Mesafeleri.

1. Mutlak koruma alanı
2. Kısa mesafe koruma alanı
3. Orta mesafe koruma alanı
4. Uzun mesafe koruma alanı

2019 yılında İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği yayınlanmış ve bu tebliğde havzadaki koruma alanlarının havzadaki unsurların dikkate alınarak belirleneceği Madde 8’de verilmiştir (İçme-Kullanma Suyu

Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği, 2019). 2020 yılında İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te ise aynı yönetmeliğin 6. Maddesi değiştirilmiş ve koruma alanlarının, her havzanın özelliklerine göre oluşturulması kararı verilmiştir (İçme- Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2020). Yönetmelikte belirtildiği gibi havzalara özgü çalışmalar yapılana kadar mevcut mesafeler sabit kalmıştır.

Havzada kullanılacak koruma alanlarına yönelik bilgi ve uygulamada eksiklik bulunmaktadır. Yüzeysel suyun yoğun olarak kullanıldığı ve içme suyu kullanımında Türkiye için büyük öneme sahip olan içme suyu havzaları birbirlerinden; topoğrafik, jeolojik, edafik, iklimik vb öğelerle farklılaşmaktadır. Her bir havzada su miktarı ve su kalitesi değişmektedir. Bu doğrultuda aynı koruma mantığının farklı havzalarda uygulanması olumsuz sonuçlar vermekte olup birçok içme – kullanma suyu havzasının tahrip olmasına ve içme – kullanma su kaynağının kullanılamayacak hale gelmesine sebep olmaktadır.

4. Sonuçlar

Ülkemizdeki içme suyu koruma kuşaklarının her havzada aynı kuş uçuşu mesafeler olması su kaynağının kirlenmesine ve ötrofikasyon seviyesindeki artış sonucu kullanılamaz hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu durum sonucunda havzalar içme suyu havzası statüsünden çıkarılma tehditi ile karşı karşıya kalmaktadır. İçme – kullanma suyunun korunarak kullanılması ve kendine özgü birimler olan içme suyu havzalarının 'içme suyu havza statüsü' den çıkarılmaması için su kaynağını tehdit edici unsurların ve havzanın dengede bulunduğu ekolojik değerlerin bir bütün olarak değerlendirilerek korunması gerekmektedir. Belirlenen hedef doğrultusunda örnek ülkelerde su koruma alanlarına yönelik yaklaşımlardan yararlanılarak ülkemizde uygulanan yapının geliştirilmesinde yarar görülmektedir.

Fransa'da içme suyu koruma alanlarını belirlemede; hidrojeolojik yapı, havzanın toprak kirliliği ve potansiyel kirlilik noktaları belirleyici olmaktadır (OPECST, 2003). İspanya'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde; arazinin yapısı ve hidrojeolojik faktörler etki göstermektedir (Siauve & Amorsi, 2015b). Hırvatistan'da içme suyu koruma alanlarının oluşturulmasında; yerüstü-yeraltı etkileşimi, su kalitesi, arazi kullanım kararları ve kirleticiler belirleyici olmaktadır (Razvoja ve Gospodarstva, 2011). Almanya'da ise

koruma alanları belirlenirken; doğal yapı unsurları, arazi kullanım kararları ve koruma altındaki alanlar değerlendirilir (Hartmann, 1991).

Havzaların koruma kullanma dengesinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, yönetmelikte belirlenen değerlerin minimum olarak tutularak her havzanın hassasiyetini aşağıdaki parametreler dikkate alınarak belirlenmesi ile havzaya özgü koruma alanları geliştirilmelidir. Bu öğeler topoğrafya, jeoloji, flora, hidrojeoloji, kirletici unsurları, iklim, hidroloji, toprak, arazi kullanım, yerüstü ve yeraltı etkileşimidir (Şekil 3).



Şekil 3. İçme suyu havzalarında koruma kuşaklarının belirlenmesinde gereken unsurlar.

Havzanın hassasiyetinin belirlenmesi ve su kirliliğinin önlenmesi için riskli alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. İçme suyu havzalarında koruma alanlarının belirlenmesinde öğelerin olumlu ve olumsuz etkileri belirlenmiştir. Belirlenen unsurlar diğer ülkelerin yaklaşımlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Yükseltinin ve eğimin artması, erozyon riskini artırarak su kirliliğine sebep olmakta ve dolayısıyla olumsuz yönde değerlendirilmelidir. Gölge bakılar ise su miktarının arttırılmasında potansiyel oluşturmaktadır ve olumlu yönde etkileyebilir. Havzanın jeolojik yapısı havzada yer alan her formasyona göre değerlendirilerek olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesinde yarar vardır. Genç oluşumlar yüzeysel akışın artmasında rol oynayabilir ve olumsuz etki oluşturabilir. Hidrojeolojik yapı su kirliliği ve su miktarı açısından önemlidir. Geçirimli alanlar suyun depolanması ve kullanılması için potansiyel yaratırken kirliliğin kaynağa ulaşma riskiyle de karşı karşıya kalınabilir. Geçirimli alanların arazi kullanım ile değerlendirilmesinde yarar vardır. Bu alanlarda tarım uygulamaları, konut alanları ve sanayi faaliyetleri kirlilik yüklerinin doğrudan içme suyu kaynağına ulaşmasına sebep olarak su kirliliğinin artmasına ve kullanılabilir su miktarının azalmasına sebep olabilir. Geçirimli arazileri hassas alanlar olarak değerlendirmekte yarar görülmektedir. Arazi kullanımında ise

yerleşmeler, sanayi alanları ve tarım alanları olumsuz etkilerken orman alanları su kirliliğinin azalmasına ve su miktarının artmasına sebep olur. Bitki örtüsü ise orman örtüsü ve kapalılık durumu ile değerlendirilebilir. Havzada, orman alanlarının ve kapalılığın yüksek olduğu alanlar olumlu yönde etki göstermektedir. Toprak yapısı birçok açıdan etki gösterir. Toprağın derin olduğu alanlar olumlu etkilerken kumlu yapıda özellik gösteren toprak yapısı olumsuz yönde değerlendirilebilir. Akarsu kaynaklarına yakınlık da kirliliğin kaynağa ulaşma süresini etkilediği için su kaynağına ve akarsu yataklarına yakın alanlar riskli olarak değerlendirilmelidir. Yağışın fazla olması su miktarının artmasına olanak sağlarken, eğim, yükseltinin yüksek olduğu ve orman örtüsünün olmadığı alanlarda yüzeysel akışa neden olur. Açıklanan bileşenlerin artı ve eksi katkılarının kullanılması ile koruma alanları belirlenmelidir. Koruma alanlarının belirlenmesi için yukarıda belirtilen parametrelerin kirliliğin su kaynağına riskinin olduğu alanların belirlenmesinde uygunluk analizi, belirlenen faktörlerin ağırlıklılarının saptanması için Analitik Hiyerarşi Süreci ile faktör ağırlıklarının belirlenmesi ile havzadaki hassas ve riskli alanlar belirlenebilir. Bu kapsamda “İçme Suyu Havzalarında Koruma Kuşaklarının Belirlenmesine Yönelik Yöntem Arayışı: Terkos Örneği” isimli yüksek lisans tezinde model önerisi ve uygulanmasına yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir.

Havzada yer alan öğelerin olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesi sonucu riskli alanların birinci sırada korunması gerekmektedir. Riskin yüksek olduğu alanlarda gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmaları veya kısıtlamalar sonucu içme suyu havzalarında koruma-kullanma dengesinin sağlanması önem taşımaktadır. İçme suyu havzalarının yok olmaması ve içme suyu havza statüsünden çıkarılarak kayıp yaşanmaması için belirlenen parametrelerle koruma alanlarının havzaya özgü hale getirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Alsharhan, A. S., & Rizk, Z. E. (2020). *Water resources and integrated management of the United Arab Emirates* (3. b.). (V. P. Singh, Dü.) Springer Nature.
- Çepel, N. (1988). *Peyzaj ekolojisi ders kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Çepel, N. (1996). *Toprak ilmi ders kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını.
- Çetinkaya, G., & Uzun, O. (2014). *Peyzaj Planlama Süreci*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Fredriksen, R. L., & Harr, R. D. (1979). Soil, vegetation, and watershed management of the Douglas-fir Region. Oregon: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station.
- García-Aguirre, M. C., Álvarez, R., & Aceves, F. (2012). Geology and geomorphology in landscape ecological analysis for forest conservation and hazard and risk assessment, illustrated with Mexican case histories. I. A. Dar (Dü.) içinde, *Earth Sciences* (s. 583-598).
- Gburek, W. J., & Sharpley, A. N. (1998). Hydrologic controls on phosphorus loss from upland agricultural watersheds. *Journal of Environmental Quality*, 27(2), s. 267-277.
- Hartmann, G. (1991, Kasım 4/6). Almanya'daki içme suyu kaynaklarının korunması. *Su Toplama Havzalarını Koruma Stratejileri Uluslararası Sempozyumu*. İstanbul: İSKİ.
- Ibrahim, A. A., & Patrick, R. J. (2017). Source water protection planning and management in metropolitan Canada: a preliminary assessment. *Water*, 9(7), s. 497.
- İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*, (2020).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/03/20200310-1.htm>. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- İçme ve Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik*, (2017).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171028-8.htm>. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği*, (2019). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190220-6.htm>. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- IUFRO World Series. (2018). *Forest and water on a changing planet: vulnerability, adaptation and governance opportunities. a global assessment report*. Vienna: International Union of Forest Research Organizations (IUFRO).

<https://www.iufro.org/fileadmin/material/publications/iufro-series/ws38/ws38.pdf>

Erişim Tarihi:25.12.2023.

- Kantarıcı, M. (2000). *Toprak ilmi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Küçükali, U. F. (2005). 'Havza tanımı ve doğal kaynak yönetimi'. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Likens, G. (1992). Some applications of the ecosystem approach to environmental problems and resource management. *Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes* (s. 16-30). içinde
- Marobhe, N. J., Renman, G., & Jacks, G. (2007). The study of water supply and traditional water purification knowledge in selected rural villages in Tanzania. *Tribes and Tribals*(1), s. 111-120.
- Ministarstvo Regionalnog Razvoja, Šumarstva I Vodnoga Gospodarstva, (2011). *O uvjetima a za utvrđivanje zona sanitarne zaštite Izvorista*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cro138294.pdf>. Erişim tarihi:25.12.2023.
- Murty, J. V. (1998). *Watershed management* (2. b.). New Age International (P) Limited, Publishers.
- Nelson, A., & Chomitz, K. M. (2007). The forest-hydrology-poverty Nexus in Central America: An heuristic analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 9, s. 369-385.
- OPECST. (2003). *Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques tome II - Annexes*. Parlamento Ofis Raporları. <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215-247.html>. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- Özgül, M. D. (2004). 'Ekolojik planlamada kullanılabilecek analitik bir model önerisi'. Doktora tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Postel, S. L., & Barton H. Thompson, J. (2005). Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services. *Natural Resources Forum*, 29(2), s. 98–108.
- Schoonover, J. E., & Crim, J. F. (2015, April). An introduction to soil concepts and the role of soils in watershed management. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154(1), s. 21-47.
- Shen, N., Pang, A., Li, C., & Liu, K. (2010). Study on ecological compensation mechanism of Xin'an spring water source protection zone in Shanxi Province, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, s. 1063-1073.

- Shi, P., Zhou, S., Xiao, H., Qiu, J., Li, A., Zhou, Q., . . . Hollert, H. (2018, Şubat). Toxicological and chemical insights into representative source and drinking water in eastern China. *Environmental Pollution*, 233, s. 35-44.
- Siauve, S., & Amorsi, N. (2015a). *Protection of the whole catchments providing drinking water*. International Office for Water. https://www.riob.org/IMG/pdf/Etude_Comparative_Captage_-_Synth_se.pdf. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- Siauve, S., & Amorsi, N. (2015b). *Protection des aires d'alimentation des captages en eau potable. Etude de pratiques en Europe Partie II : Annexes*. Office International de l'Eau. https://oai-gem.ofb.fr/exl-php/resultat/ofb_recherche_oai?WHERE_IS_DOC_REF_LIT=DOC00083614&. Erişim Tarihi:25.12.2023.
- Şanlısoy, A. (2002). 'İstanbul'daki su toplama havzalarında yaşanan sorunlar, nedenleri ve çözüm önerileri'. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Tüzün, G. (2010). 'Havza planlama ve yönetiminde yeni yöntem arayışı'. Doktora tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Var, M. (2019). Kaynak analizi basılmamış ders notları. (75).
- Walcher, M., & Bormann, H. (2015). On the transferability of the concept of drinking water protection zones from EU to Latin American countries. *Water Resources Management*, 29, s. 1803-1822.
- Wang, L., Wang, S., Zhou, Y., Zhu, J., Zhang, J., Hou, Y., & Liu, W. (2020). Landscape pattern variation, protection measures, and land use/land cover changes in drinking water source protection areas: A case study in Danjiangkou Reservoir, China. *Global Ecology and Conservation*, 21.
- Wilson, D. J., & Droste, R. (2000). Design considerations for watershed management decision support systems. *Water Quality Research Journal*, 35(2), s. 163-188.
- Xiao-Jun, W., Jian-Yun, Z., Elmahdi, A., Rui-Min, H., & Li-Ru, Z. (2011). Water demand forecasting under changing environment: a system dynamics approach. *IAHS-AISH Publication*(347), s. 259-266.
- Xinxiao, Y., Xuexia, Z., Jianlao, L., Manliang, Z., & Yuanyuan, X. (2006). Effects of vegetation cover and precipitation on the process of sediment produced by erosion in a small watershed of loess region. *Acta Ecologica Sinica*, 26(1), s. 1-8.

Factors Affecting Farmers' Range Environment Perception in Rehabilitated Rangelands: The example of Turkey's Central Anatolia Region

İslah Edilen Meralarda Çiftçilerin Mera-Çevre Algısını Etkileyen Faktörler: Türkiye İç Anadolu Bölgesi Örneği

 Celal CEVHER¹,  Şule ÇOŞKUN CEVHER²

Abstract

This study aims to determine the socioeconomic factors affecting the rangeland-environment perceptions of farmers in improved rangelands. The study was carried out in the Central Anatolian Region of Turkey, where an arid and semi-arid climate prevails. Data were collected by conducting a face-to-face survey with 271 randomly selected farmers in the provinces where the studies were conducted. Data were analyzed using the chi-square test and Bonferroni corrected Z test. It has been determined that approximately 80% of the farmers do not have a sufficient level of awareness about the perception of range environment. A statistically significant difference was found between farmers' rangeland-environment perception levels and the farmers' age, education level, non-agricultural income, and the number of animals (AU). According to the study results, a low level of adaptation capacity was detected in farmers in terms of the holistic effect of climate change. It has been determined that if necessary, improvements are not made on the issue, unfortunately, 35.70% of farmers will abandon animal husbandry and migrate to city centers. It was concluded that if policymakers and extension organizations focus on the socioeconomic factors derived, farmers will be more successful in facilitating sustainable rangeland use.

Keywords: Characteristics of rangeland, farmer perception, socioeconomic factors, sustainable rangeland use, Central Anatolia Region

Özet

Bu çalışma, ıslah edilmiş meralarda çiftçilerin mera-çevre algılarını etkileyen sosyoekonomik faktörlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışma, kurak ve yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmiştir. Veriler, araştırmanın yürütüldüğü illerde rastgele seçilen 271 çiftçiyle yüz yüze anket yapılarak toplanmıştır. Veriler ki-kare testi ve Bonferroni düzeltilmeli Z testi kullanılarak analiz edilmiştir. Çiftçilerin yaklaşık %80'inin mera-çevre algısı konusunda yeterli düzeyde farkındalığa sahip olmadığı tespit edilmiştir. Çiftçilerin mera-çevre algı düzeyleri ile çiftçinin yaşı, eğitim düzeyi, tarım dışı geliri ve hayvan sayısı (AU) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre iklim değişikliğinin bütünsel etkisi açısından çiftçilerde uyum kapasitesinin düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Konuyla ilgili gerekli iyileştirmelerin yapılmaması halinde çiftçilerin %35.70'nin hayvancılığı bırakıp şehir merkezlerine göç edeceği belirlenmiştir. Politika yapıcılarının ve yayım kuruluşlarının türetilen sosyoekonomik faktörlere odaklanması durumunda çiftçilerin sürdürülebilir mera kullanımını kolaylaştırmada daha başarılı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Meraların özellikleri, çiftçi algısı, sosyoekonomik faktörler, sürdürülebilir mera kullanımı, İç Anadolu Bölgesi.

1. Introduction

Rangelands are vital for animal nutrition, increasing farm profits, and preventing erosion and ecosystems, especially in developing countries (Zimmer et al., 2021). Therefore, in many countries, ensuring the continuity of sustainable range management is important both ecologically and socio-economically (Sharifian et al., 2022). In addition, rangelands constitute approximately 50% of the world's land area, provide ecosystem services, and play an important role in rural tourism (Holechek, 2020). Rangelands areas in Turkey are an important natural resource as they constitute 16.86% of the total land area (Anonymous, 2024). The relationship between the agricultural economy and the environment, which is dependent on natural resources, is becoming more and more important in Turkey and the world (Cevher, 2019). Therefore, rangelands should be considered together regarding socio-ecological systems and environmental protection (Schulze et al., 2021). It is certainly predicted that global climate change will have major impacts on the world's rangelands and rangeland users in the coming years (Mensah et al., 2021). To avoid these negative effects, better communication, response strategies, socio-economic, and ecological objectives should be considered and developed together (Karimi et al., 2018). Therefore, since natural and social sciences have different effects in different environments, these sciences should be considered together to achieve more effective environmental policy (Sherren and Darnhofer, 2018).

In Turkey, small family businesses constitute a significant portion of livestock farmers (Aşkan and Dağdemir, 2015). Therefore, the effects of small-scale farmers' socio-economic factors on climate change need to be accurately defined (Vo et al., 2021). Determining this situation will contribute to sustainable animal production and reduce the negative effects on the environment (Chingala et al., 2017). Therefore, it requires the involvement of all stakeholders to develop sustainable use of rangelands in rural areas and sound management strategies (Diogo et al., 2021). This shows that socio-economic conditions and farm characteristics should be taken into account when analyzing the effects of climatic conditions on farm yield and income (Reidsma et al., 2007). Although there are studies on environmental issues in the world and in Turkey, researches involving the relations between the environment and rangelands is very limited. It is very important to examine the knowledge, attitudes, and behaviors of the farmers in Turkey towards this problem, and the policies and practices to be developed and/or implemented for the protection of rangeland and the reduction of environmental problems. For this purpose, the knowledge, attitudes,

and behaviors of farmers living in three provinces (Ankara, Kayseri, and Konya) towards the range environment relationship were examined at a descriptive level. Objective of the study is to determine the socioeconomic factors that affect the perception and behavior of the farmers on the rangeland-environment relationship.

In Turkey, there is no study investigating farmers' perception of the rangeland-environment at the farm level. This research will make an important contribution to the literature as it is a first in Turkey. Based on this background, this study will seek answers to the following three research questions: (1) Is there any increase in farmers' knowledge about the importance of rangelands during the rangeland improvement work and the subsequent process? (2) How did socioeconomic factors affect farmers' rangeland-environment perceptions? (3) Which variables affecting the perception of rangeland-environment led to the development of agricultural policies? and What are farmer behaviors to ensure sustainable use of rangelands?

2. Materials and Methods

2.1. Study Area Information

The research area was carried out in the provinces of Ankara, Kayseri, and Konya in the Central Anatolia Region (CAR), where climate change is most common. Study areas [Ankara (0.46 mil ha), Kayseri (0.54 mil ha), and Konya (0.74 mil ha)] have a total of 2.85 mil ha rangeland area. CAR is one of the seven geographical regions and lies in the central part of Anatolia, covering 21% of Turkey's territory with a surface area of approximately 151,000 km² (Öner et al., 2016). This region is a place where a continental and arid/semi-arid climate dominates, away from the influence of the sea. Average annual precipitation is insufficient, varying between 250-500 mm, and varies widely from year to year (TSMS, 2024). As a result of overgrazing in most of the soils in CAR, the vegetation has been destroyed and the fertile topsoil has been carried away by erosion. These provinces are an important center of Turkey in terms of rangeland areas and animal production. The main agricultural economic activities of the Central Anatolia Region (CAR) are grain products (wheat, corn for silage, barley, lentils, chickpeas, beans), commercial products (rapeseed, beet, beetroot, potatoes, vegetables, watermelon); livestock (sheep, goats, cattle, chickens and other domestic animals). In the CAR region, the decrease in the amount of forage in rangelands cause a decrease in livestock capacity, which indirectly leads to a decrease in the

income level of livestock farmers (Cevher, 2019). The study area and climate characteristics of the study area are shown in Figure 1.

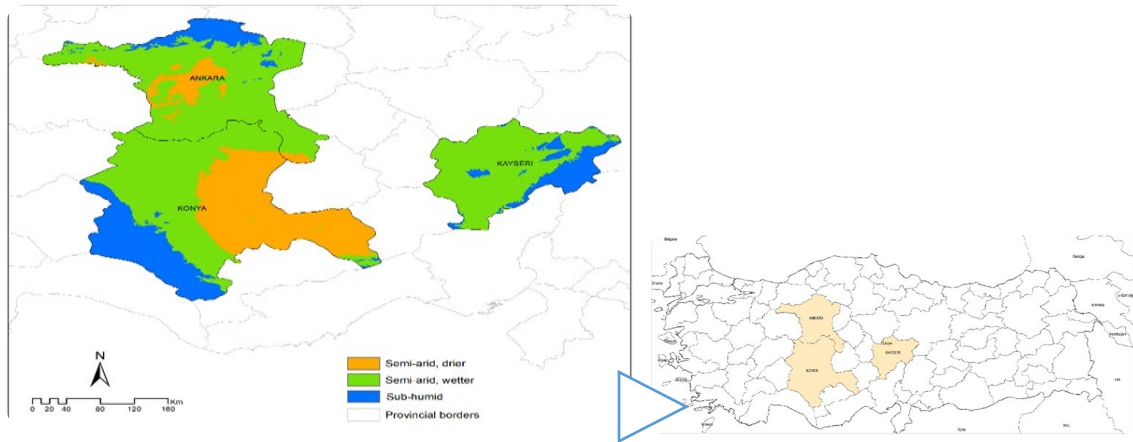


Figure 1. Study area and climate characteristics of the study area.

2.2. Methodology

Due to the degradation of rangelands in Turkey, livestock production is negatively affected. Despite this situation, the place of rangelands in animal production still maintains its importance. For this reason, rangeland improvement works were started in the study area between 2001 and 2011, in cooperation between the Ministry of Agriculture and Forestry and the relevant departments of the Universities. Within the scope of rangeland rehabilitated, irrigation, fertilization and seed planting were carried out in the rangelands. This study was conducted to evaluate farmers' perceptions and adaptation strategies regarding climate change and its effects on range lands. We aim to evaluate the socioeconomic factors affecting the adoption and dissemination of rangeland improvement technologies and farmers' perceptions of climate change and adaptation options. For this reason, it was tried to determine how rangeland improvement activities were perceived by rangeland users. Because these perceptions are also affected by various external factors, including individual and household characteristics, institutions, socioeconomic conditions and environmental conditions. However, farmers' perceptions are influenced by the farmer's various past behaviors, experiences and observations, as well as future aspirations.

We used 2011 survey data based on farmers' rangeland-environment perception of rehabilitated rangeland. Survey questions were prepared regarding the farmer's socioeconomic characteristics, rangeland-environment relationship, and rangeland-environment perception. We aim to answer the following questions through the questions in

the survey: (1) Have farmers' rangeland-environment perception levels about the characteristics of rangelands changed during and after the rangeland improvement work? (2) Do socioeconomic factors affect farmers' rangeland-environment perceptions? (3) What agricultural policies need to be developed regarding the variables affecting the perception of rangeland-environment? (4) What are farmer behaviors to ensure sustainable use of rangelands?

The answers to the questions given above are important in terms of creating new projects and policies regarding the subject under study and solving the problems. Understanding farmers' socioeconomic and demographic characteristics is crucial to drawing conclusion about how they perceive and respond to changing climatic conditions and their impact on rangelands (Ayal and Filho, 2017)

2.3. Data collection techniques

In the study, the "Purposeful Sampling Method" was used in the selection of the districts surveyed. In Ankara, Kayseri, and Konya provinces, 18 villages where rangeland improvement and management studies have been completed constituted the scope of the research. The sample size was determined by taking into account the registered farmers in the villages where the Provincial Directorates of Agriculture and Forestry carried out Rangeland Improvement and Management studies. The number of questionnaires was determined by the Simple Random Sampling Method (Yamane, 1967).

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

N = number of individuals in the mass

n = number of individuals to be sampled

p = frequency (probability) of the event under consideration

q = frequency (probability) of the event being examined

t = theoretical value found from t table

d = \pm deviation based on the frequency of occurrence of the event

The sample size was calculated with a 95% confidence limit and an error margin of 5% of the population mean. As a result of the calculation, 271 farmers (Ankara 42 farmers, Kayseri 154 and Konya 75) formed the sample volume of the study. Livestock farming in Turkey is generally based on rangeland, and the primary feed source of the animals is met from rangelands For this reason, a survey was conducted with 154 farmers who engage in

animal husbandry and 117 farmers who do not engage in animal husbandry in the research area.

The survey forms were completed by meeting the farmers face to face. Interviews were conducted with the heads of households on the farm. because the head of the household is usually the primary decision-maker in traditional agricultural enterprises (Bryceson 2002; Solomon et al., 2007). In the questionnaire form, questions about the demographic characteristics of the farmers, the characteristics of the rangeland areas and the relationship of the rangeland areas with the environment were asked. Closed and open-ended questions were included in the survey. The surveys were conducted between April 1, 2011, and July 30, 2011. The variables included in the survey and used in the analysis are given in Table 1.

Table 1. Description of variables used to determine farmers' perception of rangeland and climate change.

Explanatory Variables	Explanation of Variables
Age group	Age of the head of the household in years; Categorical, 1 if younger than 30 years, 2 if between 31-45 years of age, 3 if between 46-60 years of age, 4 if older than 61 years of age.
Level of education	Attendance at school; Categorical, Primary is 1, Secondary is 2, Tertiary is 3
Residence	Place of residence of the head of the household, Categorical, 1 if Rural, 2 if Urban
Non-Farm Income	Non-agricultural income, Categorical, 1 if None, 2 if Yes
Agricultural crop insurance	Categorical, 1 if None, 2 if Yes
Annual income from farm Annual farm income in Turkish Lira*	Annual income per household, categorical, 1 for Low, 2 for Middle, 3 for High.
Animal husbandry	Categorical, 1 if None, 2 if Yes
Livestock number (Herd size on the farm) (AU)**	Categorical, 1 if not engaged in livestock farming, 2 if between 1-10 AU, 3 if between 11-20 AU, 4 if between 21-30 AU, 5 if 31 AU is more
Type of animal on the farm	Categorical, 1 if there is no animal, 2 if cattle, 3 if sheep and goats, 4 if mixed livestock farming
Household head's (HH)*** perception of climate change in rangelands (n=271)	Categorical, 1 if there is a change, 2 if there is no change, 3 if I have no idea.
The head of the household's change in the number of animals due to climate change (n=154)	Categorical, 1 if there is no change, 2 if the number of animals decreased, 3 if the number of animals increased.
Impact of climate change on Livestock type (n=154)	Categorical, 1 for Cattle, 2 for Sheep and Goats, 3 for Mixed Livestock.
Is there any thought to changing the number of animals in case the amount of forage in the rangeland decreases? (n=154)	Categorical, 1 if the number of animals will decrease, 2 if the number of animals will not decrease, 3 if rangeland livestock farming will decrease, 4 if there will be no change.
Decrease in the amount of roughage in the rangeland due to climate change (n=154)	Categorical, 1 If I will continue to live in the village, 2 I'm undecided for now, 3 If I'm going to quit farming and go to the city

*1 US Dollar = 29.08 Turkish Lira in December 2023; **AU= Number of Livestock; ***HH = Household

2.4. Data analysis

The survey data were coded and transferred to the computer environment and analyzed with the SPSS V24 software program. Descriptive statistical tools such as percentages,

tables, and graphs were used to interpret the analysis results. Also, empirical data from farm household surveys conducted on 271 farm households were used and the chi-square test was used to understand farmers' knowledge and perceptions. In case significant relationships were detected as a result of the chi-square test, the Bonferroni corrected Z test was applied to compare the rates. The upper limit for significance was taken as 0.05.

3. Results and Discussion

In this study, we can say that climate change affects the socio-economic characteristics of farmers and, as a direct result, determines the behavior of farmers. Perceptions of climate change and its impacts are influenced by psychological and socioeconomic differences, limiting their responses to climate change (Evans et al., 2016). The results showing the relationship between the rangeland-environment perceptions and age education level, residence status, agricultural insurance status, annual income level, non-agricultural income, stockbreeding status, and number of animals the farmers in the sample are shown (Table 2).

3.1. Socio-economic characteristics of farmers and their rangeland-environment perception levels

Farmers' socio-economic attributes and perceptions of rangelands are presented in Table 2. When the knowledge levels of the farmers on rangeland and the environment are examined, it is seen that the rate of the farmers who perceive the rangeland areas as an area where only animals are grazed is 78.2%. The rate of perception of the farmers that the rangelands protect the soil and water resources was determined as 13.3%. The percentage of farmers who expressed the other characteristics of rangelands (providing natural beauty, contributing to animal health, non-agricultural areas, plant diversity, flora, and fauna) differently was determined as 8.5%. According to these results, It is seen that the level of knowledge of the farmers about rangeland areas and the environment is not sufficient. Therefore, in the field of research, rangeland and environmental problems should be handled together and new policies should be created in this regard.

All questionnaires were conducted with male farmers due to the rural family structure. Although the ages of the farmers varied between 21 and 84 years, the average age was determined as 48.8. The largest age group consists of farmers between the ages of 46-60. It has been determined that farmers have been doing agriculture traditionally and for a long time. Therefore, it is possible to say that the target audience has been reached in terms of research. All of the agricultural enterprises surveyed consisted of male individuals and the majority of them were primary school graduates (72.0%). The fact that this rate is high makes

it difficult for the farmer to understand the climate information and to reach the information about the rangeland-climate relationship. 58.7% of the male individuals in these agricultural enterprises had no non-agricultural income and only animal and plant production income. The rate of farmers living in rural areas was determined as 88.2%. The rate of subjects residing in the city and also farming in the village is 11.8%. Farmers have between 5 and 120 dairy animals, with an average of 6.03 animals per farm. The number of livestock is between 4 and 64, with an average of 12.9 animals per farm. The average number of small cattle per holding is 25 and varies between 80 and 550. 79.1% of farmers engaged in animal husbandry produce for market purposes. It was determined that 11.9% of farmers did not have land. It was determined that farmers gave priority to the production of forage crops (alfalfa, silage corn, sainfoin, and vetch) in the crop production pattern and this rate was 64.8%.

Table 2. Socio-economic features of respondents and rangeland-environment perceptions (n=271).

Variables and Category		Rangeland						Total	p-value
		Rangelands are grazing areas		Rangelands prevent erosion		Other features of the rangelands			
Variables	Category	Freq.	(%)	Freq.	(%)	Freq.	(%)	n	
Age group	≤ 30 years	10	43.5	9	39.1	4	17.4	23	0.001**
	31-45	57	72.2	17	21.5	5	6.3	79	
	46-60	106	84.8	8	6.4	11	8.8	125	
	≥ 61 years	39	88.6	2	4.5	3	6.8	44	
Level of education	Primary	182	93.3	7	3.6	6	3.1	195	0.001**
	Secondary	14	58.3	7	29.2	3	12.5	24	
	Tertiary	16	30.8	22	42.3	14	26.9	52	
Residence	Rural	192	80.3	29	12.1	18	7.5	239	0.069 ^{ns}
	Urban	20	62.5	7	21.9	5	15.6	32	
Non-Farm Income	None	137	86.2	18	11.3	4	2.5	159	0.001**
	Yes	75	67.0	18	16.1	19	17.0	112	
Agricultural crop insurance	None	196	78.4	31	12.4	23	9.2	250	0.146 ^{ns}
	Yes	16	76.2	5	23.8	0	0.0	21	
Annual income from farm	Low	49	89.1	5	9.1	1	1.8	55	0.215 ^{ns}
	Middle	144	75.4	28	14.7	19	9.9	191	
	High	19	76.0	3	12.0	3	12.0	25	
Animal husbandry	None	83	71.6	15	12.9	18	15.5	116	0.002*
	Yes	129	83.2	21	13.5	5	3.2	155	
Livestock number (AU)*	No livestock farming	83	71.8	15	12.8	18	15.4	117	0.023*
	1-10 AU	49	86.0	7	12.3	1	1.8	57	
	11-20 AU	42	82.4	8	15.7	1	2.0	51	
	21-30 AU	12	75.0	4	25.0	0	0.0	16	
	>31 AU	25	83.3	2	6.7	3	10.0	30	
Total		212	78.2	36	13.3	23	8.5	271	

Significance level, *p < 0.05; **p < 0.01; ns, not significant

***Definition of Animal Unit (AU):** A cultured dairy cow is calculated one Animal Unit; 1 – A purebred dairy cow is 1 Animal Unit, 2 – A crossbreed is 0.75 Animal Unit, 3 – A domestic cow is 0.50 Animal Unit, 4 – A sheep is 0.10 Animal Unit, 5 – A goat is 0.08 Animal Unit, 6 – A buffalo (male) is 0.90 Animal Unit, 7 – A buffalo (female) is 0.75 Animal Unit (Anonymous 2023).

In terms of farmers' socioeconomic characteristics, a significant relationship was found between age, education, non-agricultural income ($p < 0.01$), livestock farming and animal number variables ($p < 0.05$) and the farmer's rangeland-environment perception. On the other hand, no significant relationship was found between the farmer's place of residence, insurance for the products produced on the farm and the annual income obtained on the farm and the farmer's rangeland-environment perception ($p > 0.05$). According to these results, we can say that the variables that most affect the perception of rangeland-environment are education, age, livestock farming and non-agricultural income.

Farmers' age and farm experience are thought to be associated with environmental information, including changes in climatic conditions. Therefore, it was thought that the age of the farmers would be a variable that could affect the perception of the rangeland-environment and it was discussed in the study. Adeola and Adetunbi (2015) determined that farmer age has an impact on producers' perception of sustainable agriculture. Likewise, many researchers have reported that the age and socio-economic characteristics of farmers should be taken into account in order to improve the environment and land productivity (Mango et al., 2017; Chingala et al., 2017). In our study, as the age of the farmer's increases, the number of farmers who think that rangelands are important for the environment decreases. While the rate of knowing the rangeland-environment relationship of the farmers under the age of thirty was 56.50%, the rate of the farmers over the age of sixty-one was 11.30%. Therefore, extension services are recommended to increase the awareness of middle and old farmers about rangeland-environmental awareness (Koç and Uzmay, 2021). According to our study and previous study results, we can say that it is necessary to raise awareness of young farmers and ranchers about their rangeland-environment perception. On the other hand, training studies on rangeland-environment perception for elderly farmers need to be increased.

It was determined that 69.20% of the farmers who stated that rangelands protect plant genetic resources and contribute to the protection of soil and water resources were high school and university graduates. This result shows that the perception of rangeland-environment will increase in parallel with the increase in the education level of the farmer, and this will lead to a positive increase in the perception of the farmer against climate change. However, the reason why well-educated farmers are more sensitive to climate change can be explained by their scientific and technological follow-up of climate change and their high awareness on this issue.

Our results are in line with the studies of many researchers on environmental perception (Maddison, 2006, Fahad et al. 2020 and Xie et al. 2022). Likewise, a statistical difference was detected between the climate change awareness level and risk perception level between education groups. It was observed that there were statistically significant differences (Özdemir et al. 2022). They determined that the level of education had a positive impact on farmers' perceptions of climate-related agricultural risks (Kawadia and Tiwari, 2017). On the other hand, Mango et al. (2017), Al-Amin et al. (2020) and Cevher and Altunkaynak (2020) reported in their studies that the increase in education level has a positive effect on rangeland-environment awareness. They stated that farmers perceive that the deterioration of rangeland quality also affects environmental degradation, and therefore, increasing the education level of farmers and extension services will contribute to the prevention of environmental degradation (Adusumilli and Wang, 2018; Vo et al., 2021). For this reason, by providing training to the farmers on rangelands, it will contribute positively to the effective use of the range law, to increase the perceptions against the rangeland-climate change, and to the adoption of sustainable rangeland and livestock activities.

Farmers need non-agricultural incomes both to increase their social welfare and to increase farm productivity. Income level is one of the main socio-economic factors affecting farmers' perceptions of climate change (Cevher, 2019). Therefore, it is emphasized that it is important to include income level in studies when designing strategies to adapt to climate change and reduce adaptation vulnerability (Radolf et al., 2022). In this context, the variable of non-agricultural income has been discussed in our study and it is seen that this variable has a positive effect on the perception of rangeland-environment. There are some studies reporting that one of the most important factors affecting the farmer's perceptions of climate change and the adaptation of rangelands is annual non-agricultural income (Vo et al., 2021; Radolf et al., 2022).

Most of the farmers engaged in animal husbandry in Turkey are small-scale enterprises (Aşkan and Dağdemir, 2015). Small-scale holdings constitute the farmer group that will be most affected by climate change because of their low adaptation capacity (Gökgöz and Kayahan, 2021). Therefore, the effects of small-scale farmers' socio-economic factors on climate change need to be accurately defined. Since most of the livestock enterprises in Türkiye are small-scale enterprises and the roughage supply area of a large part of these enterprises is rangelands, the perception of rangeland-farmer needs to be increased. One of the other important findings of our study is that these enterprises have insufficient information about animal production and rangeland areas. For this reason, it is necessary to

educating and support more farmers on the subject of rangeland-environment, especially those who have a small number of animals and keep domestic animals.

Although the concept of rural and urban may differ, the farmers in this area are complementary to each other. It is known that the place of residence has an impact on environmental awareness, and that there is an important relationship between the place of residence and the interest in the environment (Karimi et al., 2018). According to Freudenburg (1991), people living in urban areas are more environmentally conscious than people living in rural areas. However, environmental awareness should be evaluated from a city or rural perspective rather than local, national and international conditions (Blake, 2001). Rangeland areas can be protected or improved with modern rangeland improvement methods (restorative agricultural practices, etc.) by encouraging the right rural policies and the organization of producers (associations, unions, etc.) in order to ensure the sustainability of rural traditions.

3.2. The effects of rangelands and climate change on farmers' preferences in terms of livestock

It requires the determination of farmers' perceptions of the impact of climate change on rangeland lands and the changes that these perceptions may cause on animal production. Because a significant part of the roughage need for animal production in Turkey is provided from rangeland areas (Meşe et al., 2019). For this reason, in Table 3, the impact of climate change on rangelands and the effects on farmers whose livelihoods depend entirely on animal husbandry are examined in detail. Approximately 18.50% of the farmers stated that climate change has a negative impact (reduction in the amount of forage) on their rangelands. However, this rate varies according to the livestock type.

In this study, almost all of the farmers engaged in ovine livestock and 18.80% of farmers engaged in cattle breeding reported that climate change has an effect on rangeland areas. When studies on this subject are evaluated, farmers have reported that grazing patterns in rangelands have changed in the last two decades (Sejian et al., 2015). Climate change is putting more pressure on livestock types that depend on rangeland ecosystems globally (Holechek et al., 2020). In our study, it can be said that the inclusion of farmers in this group in training and extension studies will have a positive effect on sustainable rangeland use since the perception of the rangeland environment of non-animal farmers is very low. Due to the negative impact of climate change on rangelands, the number of animals in the farm has decreased. This decrease was determined as approximately 90.90% in sheep and goat

farming and 13.30% in cattle livestock type. In the light of these remarkable results, it can be stated that further support of rangeland-based livestock farmers will contribute to the reduction of grazing pressure on rangeland areas and increase the number of animals.

The livestock sector in Turkey is an important production area because it reduces the unemployment rate by creating job opportunities in rural areas and preventing migration from rural areas to cities. In our study, the decrease in the amount of forage in rangeland areas due to climate change has caused remarkable changes in the behavior of livestock farmers. They stated that 37.70% of the farmers will abandon animal husbandry and continue to live in the countryside, 26.60% of the farmers cannot yet decide what to do after leaving animal husbandry, and 35.70% of the farmers will migrate from rural areas to the city center after leaving animal husbandry. Farmers who engage in rangeland-based animal husbandry need to be supported more by the state in order to prevent their migration from rural areas to the city center. Additionally, there is a need to develop agricultural policies to diversify the income sources of rural households. If these situations occur, we can say that it will contribute to sustainable animal husbandry in rural areas and the prevention of rural migration. Ermetin and Abacı (2022) stated in their study that dairy farming should be supported in order to increase the income level of dairy farmers, reduce unemployment and prevent migration from rural areas. Some researchers have stated that climate change affects farmers' limited livelihoods, such as livestock, both directly and indirectly, and therefore affects the migration decision of farmers (Sagynbekova, 2017; Zhou et al., 2020; Mounirou, 2022). Although economic migration has been the most intense migration flow between urban and rural settlements to date, they have stated that climate change has recently become a determining factor for migration in many parts of the world (Dehcheshmeh and Ghaedi, 2020). If the amount of roughage in the rangelands decrease as a result of climate change, the farmers engaged in rangeland-based livestock will be adversely affected. These negative effects will cause the abandonment of livestock and a decrease in the number of animals. Tadesse and Dereje (2018) and Radolf et al. (2022) stated in their study that farmers' livelihoods are becoming increasingly difficult due to environmental changes. Therefore, it has been concluded that more support should be given to farmers (especially small farmers) engaged in rangeland-based livestock production in order to prevent the decrease in animal production. Our study results show that climate change does not have one size fits all business. For this reason, we can say that the development of the policies to be developed according to the farm size will contribute more to the reduction of the effects of climate change. Therefore, climate change plans and support programs must be tailored to individual

farm needs. Studying individual differences will be important to help tailor policies on climate change and rangelands to local needs. It was emphasized that it is necessary to include socio-economic factors when designing strategies for adaptation to climate change and reducing vulnerability of small farmers (Chingala et al., 2017). It has also been reported that the implementation of good rangeland management will contribute to increasing farm income, mitigating climate change and improving farmers' livelihoods (Mekuriaw et al., 2019). Adapting to climate change is possible by understanding social-ecological systems and adapting these systems to the known vulnerabilities of agricultural holdings. This requires the development of policies and management to increase the capacity of farms against possible environmental impacts. A potentially effective and important way to support the resilience of farmers, rangelands and livestock production to climate change would be to build trusting relationships between public and agricultural support organizations.

Table 3. Impacts of climate change on rangeland and livestock production (n=271).

Farmer Attribute	Category	Frequency	Percentage (%)
Livestock type* (n=271)	No livestock farming	117	43.20
	Cattle	125	46.10
	Sheep and goats	24	8.90
	Mixed livestock	5	1.80
Household head's perception of climate change in rangelands (n=271)	There was a change	50	18.40
	There was no change	23	8.50
	No idea	198	73.10
The head of the household's change in the number of animals due to climate change (n=154)**	There was no change	114	74.03
	The number of animals decreases	40	25.97
	The number of animals increased	0	0.00
Decrease in the amount of roughage in the rangeland due to climate change (n=154) ^a	I will continue living in the village	57	37.70
	I'm undecided for now	41	26.60
	I'll quit farming and go to the city	56	35.70
Which type of livestock has been affected the most by climate change? (n=154)	Cattle	14	9.09
	Sheep and goats	25	16.23
	It affected all livestock types	115	74.68
Does decreasing the amount of roughage in rangelands affect the number of animals? (n=154)	The number of animals will decrease	29	18.83
	The number of animals will not decrease	30	19.48
	Range animal husbandry will decrease	18	11.69
	There will be no change	77	50.00

*All farmers who raise cattle and sheep are engaged in rangeland farming; **Number of livestock farmers

In our study, variables such as age, educational status, non-agricultural income, livestock farming and number of animals were identified as the main socio-economic factors affecting farmers' perception of rangeland-climate change. According to these results, it can be said that it is important to include socio-economic factors when designing climate change adaptation and vulnerability reduction strategies for farmers in areas where range improvement works are carried out. Our results will help to promote or adopt awareness of the perception of rangeland and environmental protection practices. Considering together the knowledge and perceptions of rangeland and environment that will affect the behavior

of farmers in these areas, in short, requires a holistic rangeland policy approach in the formation of policies for these areas. Therefore, policy makers can indirectly influence the direction of producers' behavior by setting some basic laws and rules (Debela et al., 2015; Tesfahunegn et al., 2016; Chingala et al., 2017; Amamou et al., 2018).

This study suggests that educational status strongly affects and increases farmers' perceptions of rangeland perception and climate change. A higher level of education may lead to greater awareness of rangeland perception, climate change, and animal production, which may increase the likelihood of changes in animal production practices and greater conservation of rangelands. Farmers with a high level of education are aware of the impact of climate change on rangelands, which is parallel to their ability to apply this situation to their lives. This will help protect rangelands and contribute more to animal production, as well as reduce the negative effects of climate change. Tarfa et al. (2019) and Ayal and Filho (2017) emphasized the importance of taking into account the socioeconomic characteristics of farmers and improving institutions in increasing governments' perception of rangeland-environment.

Income (non-agricultural) significantly changes farmers' perception levels of rangeland and climate change and its impact on agriculture (Cevher, 2019). We can say that on average, approximately half (41.32%) of the annual income of farm households in our study is obtained from non-agricultural sources, and therefore income dependency is related to external conditions affecting non-agricultural income-generating activities or employment, and ultimately this situation directs the perception of rangeland and climate change. Non-farm income will also increase input purchasing opportunities on the farm and therefore contribute to reducing income losses and increasing animal production income. This will also contribute to reducing the negative effects on farm income. For this reason, governments need to provide incentives to farmers to provide income in non-agricultural areas and to create income-generating investment opportunities.

The information in this study is critical for policy makers in defining strategies for an effective conservation policy of rangeland and the environment. Also similar to this work in the future; It is important to carry out studies on a larger scale in other basins, both for the formation of more accurate and producer-oriented regional policies, and for the evaluation of regional differences in terms of agricultural production. For this reason, it is very important to carry out studies to determine the impact on the basis of climate change on a regional or national scale, in terms of adaptation studies to be carried out in the name of a solution.

Governments should provide adequate training, communication and support to farmers, taking into account the results of this research. However, public and private farmer organizations should regularly organize training programs and raise awareness for farmers. Farmers should be educated not only on climate change, but also on what to do to minimize the effects of climate change. The most important results of this study are that it is necessary to raise awareness about the impact of climate change on the rangeland in order to adopt or improve climate change strategies, to eliminate the farmer's living standard and poverty.

Livestock farming contributes greatly to the income sources and social lives of rural farmers in Turkey. Therefore, developing policies to eliminate the negative effects of climate change on rangelands will increase the sustainability of animal husbandry. 35.70% of the farmers who will be negatively affected stated that they will abandon current livestock farming and migrate to city centers. This negative impact will cause livestock farming in rural areas and therefore in Turkey to remain inadequate, as well as a decrease in farmers in rural areas and a decrease in animal food supply. Although the studies that deal with the environment, rangeland and agricultural activities together are limited in Turkey, the number of studies that deal with and evaluate the issue from the perspective of farmers is very few. There are no studies examining farmers' perceptions of environmental rangeland. This study is important in terms of revealing the farmers' perception of rangeland-environment and its relationship with the socioeconomic structure of the farmer. The results of the research are quite remarkable in terms of contributing to scientists working on climate, ministries making policy in rangeland areas, public institutions operating on climate change, private sector organizations operating in the agricultural sector and rangeland management associations. The results obtained in our study contain important data on rangeland improvement work, the importance of rangeland, reducing the negative effects on rangeland areas and the effect of rangelands on farm income. However, these results obtained at the local level will help to create changes in agricultural policy (for rangelands) practices and make range policies more consistent and stable.

4. Conclusions

In developing countries such as Turkey, rangelands are important in terms of economic growth, food supply, and farmer residence in rural areas. In the study area, the relationship between the farmers' socio-economic structure and rangeland-environment perception was tried to be determined and the findings were evaluated. The main variables that significantly affect farmers' rangeland-environment perception are age, education level, non-agricultural

income, and number of animals. A statistically significant relationship was found between these variables and rangeland-environment perception. It has been concluded that farmers do not have sufficient information about the importance of rangelands and the negative impact of climate change on rangelands, according to their socio-economic characteristics. The fact that farmers largely (78.2%) see rangeland areas as sources of nutrition for animals and do not have sufficient awareness of other features of rangelands has had a negative impact on the protection and sustainability of these areas. Considering that the majority of farmers are primary and secondary school graduates (80.81%), basic training programs and agricultural extension studies on the importance of rangeland-environment relationship and sustainability of rangelands need to be carried out at the farmer level. Rangeland-climate change education policies developed by taking into account farmers' knowledge and perceptions will contribute to the effective protection and sustainability of rangelands against the effects of climate change. At the same time, awareness can be strengthened by making public service announcements and making print/visual media more effective on this issue. Therefore, an effective and important way to increase the resilience of rangelands and animal production against climate change will be to establish reliable relations between public institutions and agricultural support organizations.

References

- Adeola, R.G., & Adetunbi, S.I. (2015). Farmers' perception of sustainable agriculture in SouthWestern Nigeria: implications for rural economy. *International Journal of Applied Agriculture and Apiculture Research*, 11(1-2), 86-92.
- Adusumilli, N., & Wang, H. (2018). Analysis of soil management and water conservation practices adoption among crop and pasture farmers in humid-south of the United States. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.12.005>.
- Al-Amin, A.Q., Masud, M.M., Sarkar, M.S.S., Filho, W.L., & Doberstein, B. (2020). Analysing the socioeconomic and motivational factors affecting the willingness to pay for climate change adaptation in Malaysia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101708. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101708>.
- Amamou, H., Sassi, M.B., Aouadi, H., Khemiri, H., Mahouachi, M., Beckers, Y., & Hammami, H. (2018). Climate change-related risks and adaptation strategies as perceived in dairy cattle farming systems in Tunisia. *Climate Risk Management*, 20, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.03.004>.

- Anonymous (2024). Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Plant Production. Available at: <https://www.tarimorman.gov.tr/>(Accessed: 17 April 2024).
- Aşkan, E., & Dağdemir, V. (2015). Analysis of the Factors Affecting the Production Rates of Dairy Livestock Facilities Benefitting from Governmental Financial Supports and Incentives: The Sample of Erzurum, Erzincan, Bayburt Provinces. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 21(2), 69-76.
- Ayal, D.Y., & Filho, W.L. (2017). Farmers' perceptions of climate variability and its adverse impacts on crop and livestock production in Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 140, 20-28.
- Blake, D.E. (2001). Contextual Effects on Environmental Attitudes and Behavior. *Environment & Behavior*, 33(5), 708–725. doi:10.1177/00139160121973205.
- Bohensky, E.L., Kirono, D.G.C., Butler, J.R.A., Rochester, W., Habibi, P., Handayani, T., & Yanuartati, Y. (2016). Climate knowledge cultures: stakeholder perspectives on change and adaptation in Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *Climate Risk Management*, 12, 17–31. doi:10.1016/j.crm.2015.11.004.
- Bryceson, D.F. (2002). The scramble in Africa: reorienting rural livelihoods. *World Development*, 30, 725–739. doi: 10.1016/S0305-750X(02)00006-2.
- Cevher, C. (2019). Determination of the Main Socio-economic Factors of the Sustainable Production of Forage Crops: Research of Kayseri Province. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4), 474–480.
- Cevher, C., & Altunkaynak, B. (2020). Socioeconomic Factors and Sustainable Forage Crops Production in Turkey Aegean Region: A Multivariate Modeling. *Sustainability*, 12(19), 8061. <https://doi.org/10.3390/su12198061>.
- Chingala, G., Mapiye, C., Raffrenato, E., Hoffman, L., & Dzama, K. (2017). Determinants of smallholder farmers' perceptions of impact of climate change on beef production in Malawi. *Climatic Change*, 142, 129–141. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1924-1>.
- Debela, N., Mohammed, C., Bridle, K., Corkrey, R., & McNeil, D. (2015). Perception of climate change and its impact by smallholders in pastoral/agropastoral systems of Borana, South Ethiopia. *Springer Plus*, 4, 236. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1012-9>.

- Dehcheshmeh, M.M., & Ghaedi, S. (2020). Climate Change and Ecological Migration: A Study of Villages in the Province of Khuzestan, Iran. *Environmental Research, Engineering and Management*, 76, 6-19.
- Diogo, R.V.C., Dossa, L.H., Vanvanhossou, S.F.U., Abdoulaye, B.D., Dosseh, K.H., Houinato, M., Schlecht, E., & Buerkert, A. (2021). Farmers' and Herders' Perceptions on Rangeland Management in Two Agroecological Zones of Benin. *Land*, 10, 425. <https://doi.org/10.3390/land10040425>.
- Ermetin, O., & Abacı, N.İ. (2022). Current Situation of Dairy Cattle Activity in Yozgat Province and Future Expectations of Producers. *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*, 11(1), 14-26.
- Evans LS, Hicks CC, Adger WN, Barnett J, Perry AL, Fidelman P, et al. (2016) Structural and Psycho-Social Limits to Climate Change Adaptation in the Great Barrier Reef Region. *PLoS ONE* 11(3): e0150575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150575>.
- Tobin, R. (2016). Structural and Psycho-Social Limits to Climate Change Adaptation in the Great Barrier Reef Region. *PLoS ONE* 11(3), e0150575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150575>.
- Fahad, S., Tahira, I., Jianling, W., Li, D., Guangyin, H., Sufyanullah, K., & Aaqil, K. (2020). Farmers' awareness level and their perceptions of climate change: A case of Khyber Pakhtunkhwa province, Pakistan. *Land Use Policy*, 96, 104669. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104669> (2020).
- Freudenburg, W.H. (1991). Rural-Urban Differences in Environmental Concern: A Closer Look. *Sociological Inquiry*, 61(2), 139–279. <https://doi.org/10.1111/j.1475-682X.1991.tb00274.x>.
- Gökgöz, H., & Kayahan, C. (2021). Risk perception and behavior in livestock sector: Case in the city of Afyonkarahisar. *Research of Financial Economic and Social Studies*, 6(2), 279–295.
- Holechek, J.L., Geli, H.M.E., Cibils, A.F., & Sawalhah, M.N. (2020). Climate Change, Rangelands, and Sustainability of Ranching in the Western United States. *Sustainability*, 12(12), 4942. <https://doi.org/10.3390/su12124942>.
- Karimi, V., Karami, E., & Keshavarz, M. (2018). Vulnerability and adaptation of livestock producers to climate variability and change. *Rangeland Ecology & Management*, 71(2), 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2017.09.006>.

- Koç, G., & Uzmay, A. (2021). Determinants of dairy farmers' likelihood of climate change adaptation in the Thrace Region of Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 9907–9928 <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01850-x>.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260.
- Maddison, D. (2006). The perception of and adaptation to climate change in Africa. CEEPA Discussion Paper No. 10, Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, University of Pretoria.
- Mango, N., Makate, C., Tamene, L., Mponela, P., & Gift-Ndengu, G. (2017). Awareness and adoption of land, soil and water conservation practices in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(2), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.04.003>.
- Mekuriaw, S., Mengistu, A., & Tegegne, F. (2019). Livestock Technologies and Grazing Land Management Options for Climate Change Adaption and Mitigation as a Contribution for Food Security in Ethiopia: A Brief Overview. In: Castro, P., Azul, A., Leal Filho, W., Azeiteiro, U. (eds) Climate Change-Resilient Agriculture and Agroforestry. Climate Change Management. *Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75004-0_22
- Mensah, M., Villamor, G.B., Fosu-Mensah, B.Y., & Vlek, P.L.G. (2021). Exploring the Gender-Specific Adaptive Responses to Climate Variability: Application of Grazing Game in the Semi-Arid Region of Ghana. *Agriculture*, 11(11), 1048. <https://doi.org/10.3390/agriculture 11111048>.
- Meşe, A., Gülümser, E., & Mut, M. (2019). Current Status of Forage Crops in Bilecik Province. *BSEU Journal of Science*, 6(2), 336–343. <https://doi:10.35193/bseufbd.619342>.
- Mounirou, I. (2022). Do climatic factors induce rural migration? Empirical evidence from cotton farmers in Benin. *Natural Resources Forum, a United Nations Sustainable Development Journal*, 46(4), 393-409.
- Nguyen, T.P.L., Seddaiu, G., & Roggero, P.P. (2019). Declarative or procedural knowledge? Knowledge for enhancing farmers' mitigation and adaptation behavior to climate change. *Journal of Rural Studies*, 67, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.02.005>.

- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., & Özel, H.B. (2016). Rehabilitation of Semi-Arid Areas in Central Anatolia. *Anatolian Journal of Forest Research*, 2(1-2), 32–44.
- Özdemir, B., Özdamar, A., Kıymaz, S., & Akıllı, A. (2022). *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 10(9): 1732-1740.
- Radolf, M., Wurzinger, M., & Gutiérrez, G. (2022). Livelihood and production strategies of livestock keepers and their perceptions on climate change in the Central Peruvian Andes. *Small Ruminant Research*, 215, 106763. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106763>.
- Reidsma, P., Ewert, F., & Oude-Lansink, A. (2007). Analysis of farm performance in Europe under different climatic and management conditions to improve understanding of adaptive capacity. *Climatic Change*, 84, 403–422. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9242-7>.
- Sagynbekova, L. (2017). Environment, Rural Livelihoods, and Labor Migration: A Case Study in Central Kyrgyzstan. *Mountain Research and Development*, 37(4), 456-463. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-17-00029.1>
- Schulze, M., Spiller, A., & Risius, A. (2021). Do consumers prefer pasture-raised dual-purpose cattle when considering meat products? A hypothetical discrete choice experiment for the case of minced beef. *Meat Science*, 177, 108494. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108494>.
- Sejian, V., Bhatta, R., Soren, N.M., Malik, P.K., Ravindra, J.P., Prasad, C.S., & Lal, R. (2015). Introduction to Concepts of Climate Change Impact on Livestock and Its Adaptation and Mitigation. *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*, 1–23. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2265-1_1.
- Sharifian, A., Fernandez-Llamazares, A., Wario, H.T., Molnar, Z., & Cabeza, M. (2022). Dynamics of pastoral traditional ecological knowledge: A global state-of-the-art review. *Ecology and Society*, 27(1), 14. <https://doi.org/10.5751/ES-12918-270114>.
- Sherren, K., & Darnhofer, I. (2018). Precondition for Integration: In Support of Stand-alone Social Science in Rangeland and Silvopastoral Research. *Rangeland Ecology & Management*, 71(5), 545–548. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2017.08.003>.
- Solomon, T.B., Snyman, H.A., & Smit, G.N. (2007). Cattle-rangeland management practices and perceptions of pastoralists towards rangeland degradation in the Borana zone of Southern Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 82, 481–494.

- Tadesse, G., & Dereje, M. (2018). Impact of Climate Change on Smallholder Dairy Production and Coping Mechanism in Sub-Saharan Africa-Review. *Advances in Life Science and Technology*, 65, 41–54.
- Tarfa, P.Y., Ayuba, H.K., Onyeneke, R.U., Idris, N., Nwajiuba, C.A., & Igberi, C.O. (2019). Climate change perception and adaptation in Nigeria's guinea Savanna: empirical evidence from farmers in Nasarawa State, Nigeria. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 7085-7112.
- Tesfahunegn, G.B., Mekonen, K., & Tekle, A. (2016). Farmers' perception on causes, indicators and determinants of climate change in northern Ethiopia: Implication for developing adaptation strategies. *Applied Geography*, 73, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.05.009>.
- TSMS (Turkish State Meteorological Service). (2024). <https://www.mgm.gov.tr/eng/forecast-cities.aspx/> (Accessed: 17 April 2024).
- Vo, H.H., Mizunoya, T., & Nguyen, C.D. (2021). Determinants of farmers' adaptation decisions to climate change in the central coastal region of Vietnam. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 5, 327–349. <https://doi.org/10.1007/s41685-020-00181-5>.
- Xie, S., Ding, W., Ye, W., & Deng, Z. (2022). Agro-pastoralists' perception of climate change and adaptation in the Qilian Mountains of northwest China. *Scientific Reports*, 12, 12689 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17040-2>
- Yamane, T. (1967). Elementary Sampling Theory, Printice Hall Inc, Englewood Cliffs, N.T.
- Zhou, H., Yan, J., Lei, K., Wu, Y., & Sun, L. (2020). Labor migration and the decoupling of the crop-livestock system in a rural mountainous area: Evidence from Chongqing, China. *Land Use Policy*, 99, 105088, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105088>.
- Zimmer, S.N., Schupp, E.W., Boettinger, J.L., Reeves, M.C., & Thacher, E.T. (2021). Considering Spatiotemporal Forage Variability in Rangeland Inventory and Monitoring. *Rangeland Ecology & Management*, 79, 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.07.008>.

Tortum Şelalesi'ndeki Mekânsal Tasarım Uygulamalarının Jeolojik Mirasın Sürdürülebilirliği Bağlamında Değerlendirilmesi

Evaluation of Spatial Design Practices in Tortum Waterfall in the Context of Sustainability of Geological Heritage

 Mustafa ÖZGERİŞ^{1*},  Meryem Sena KADI²,  Faris KARAHAN¹

Özet

Tortum Şelalesi sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik ve fizyografik özellikleriyle Türkiye'deki ve dünyadaki önemli şelalelerden biridir. Bu özellikleri, Tortum Şelalesi'ni önemli kılmasının yanında jeolojik mirasın bir parçası yapmaktadır. Ancak Tortum Şelalesi ve çevresinde yürütülen mekânsal tasarım uygulamaları bu mirasın korunmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını tartışılır hale getirmektedir. Bu çalışma, jeolojik mirasın sürdürülebilirliği bağlamında Tortum Şelalesi'ndeki mekânsal tasarım uygulamalarını değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda yerel halk, ziyaretçiler ve uzmanların yer aldığı 250 kişiden oluşan örneklem grubuyla bir anket gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçları katılımcıların, Tortum Şelalesi'nde yürütülen mekânsal tasarım uygulamalarının jeomirasın sürdürülebilirliğine katkı sağlamadığını düşündüklerini göstermiştir. Ayrıca katılımcı gruplardan ziyaretçi grubunun ortalama puanı, yerel halk ve uzman gruplarının ortalama puanlarından anlamlı bir şekilde farklılaşmıştır. Çalışma ile Tortum Şelalesi'nin bir jeomiras alanı olarak korunması ve sürdürülebilir kullanımı için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, mekânsal tasarım, sürdürülebilirlik, Tortum Şelalesi, Uzundere.

Abstract

Tortum Waterfall is one of the most important waterfalls in Turkey and the world with its geological, geomorphological and physiographic features. These properties not only make Tortum Waterfall important but also make it a part of the geological heritage. However, spatial design practices carried out in and around Tortum Waterfall make the protection and transfer of this heritage to future generations questionable. This study was conducted to evaluate the spatial design practices in Tortum Waterfall in the context of the sustainability of geological heritage. Within this scope, a survey was conducted with a sample group of 250 people including local people, visitors and experts. The results of the study showed that the participants think that the spatial design practices carried out in Tortum Waterfall do not contribute to the sustainability of geoheritage. In addition, the mean score of the visitor group differed significantly from the mean scores of the local people and expert groups. The study made recommendations for the protection and sustainable use of Tortum Waterfall as a geoheritage site.

Keywords: Geological heritage, spatial design, sustainability, Tortum Waterfall, Uzundere.

1. Giriş

Doğal miras alanları, tehdit altındaki önemli flora ve fauna elemanlarını, nadir ekolojik süreçlerin gerçekleştiği habitatları ve jeolojik, jeomorfolojik oluşumların sunduğu eşsiz manzaraları içeren alanlardır. Bu alanlar; bilimsel, estetik, eğitsel, ekonomik, sosyal, kültürel ve çevresel yönlerden önem taşımaktadır. Ancak tarımsal faaliyetler, turizm, madencilik, kaçak avlanma gibi etkiler ve son zamanlarda küresel ısınma, iklim değişikliği, kuraklık gibi çevresel felaketler bu alanların sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (IUCN, 2023). Miras alanlarının eşsizliğine ve dünya için önemine karşın, sürdürülebilirliği konusundaki tehditler, bu alanların korunmasını zorunlu hale getirmiştir. Nitekim Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Organizasyonu (UNESCO) tarafından 1972 yılında bu duruma dikkat çekilerek, bir bölgedeki doğal mirasın tüm dünya için istisnai öneme sahip olduğu ve tehlikenin tüm dünya için bir tehdit oluşturduğu belirtilmiştir. Bu durumdan hareketle, 16 Kasım 1972 tarihinde Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme ilan edilerek, taraf devletlere doğal ve kültürel mirasın korunması için bazı yükümlülükler getirilmiştir (UNESCO, 1972). Bu sözleşme ile estetik veya bilimsel açıdan evrensel değeri olan biyolojik, jeolojik ve fizyografik oluşumlar, nesli tükenme tehdidi altındaki fauna ve flora unsurları ile eşsiz manzaraları barındıran alanlar doğal miras olarak tanımlanmıştır (UNESCO, 1972).

Doğal miras alanları dışında kültürel mirasla ilgili de tanımlama yapan UNESCO, bu tanımlamalar çerçevesinde Dünya Kültürel ve Doğal Mirası Listesi oluşturmuştur. Bu listede son olarak 2021 yılında kabul edilen miras alanlarıyla birlikte 897'si kültürel, 213'ü doğal ve 39'u karma (doğal ve kültürel) olmak üzere toplam 1154 miras yer almaktadır. Türkiye'nin ise listede 17'si kültürel, 2'si karma olmak üzere 19 miras alanı bulunmaktadır (UNESCO, 2023a). UNESCO tarafından Dünya Mirası Listesi'ne ek olarak bir de Geçici Liste oluşturulmuştur. Geçici Liste taraf devletler için bir envanter niteliğinde olup, asıl liste için başvurulması düşünülen alanlar bu listeden seçilmektedir. UNESCO'nun Dünya Mirası Geçici Listesi'nde 179 taraf devletin 1720 miras unsuru yer almaktadır (UNESCO, 2023b). Türkiye'nin ise Geçici Liste'de 77'si kültürel, 4'ü karma ve 3'ü doğal olmak üzere toplam 84 miras unsuru bulunmaktadır. Türkiye'nin Geçici Liste'de bulunan doğal miras alanları; Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Alanı, Kızılırmak Deltası ve Ballica Mağarası Doğa Parkı'dır (UNESCO, 2023b).

Dünya kültürel ve doğal miras alanlarının belirlenebilmesi için 10 temel kriter bulunmaktadır. Bu kriterlerden 1-6. kriterler kültürel miras ile ilgiliyken, 7-10. kriterler

doğal miras alanlarıyla ilgilidir. UNESCO'nun doğal miras alanı kriterleri aşağıda verilmektedir (UNESCO, 2023c):

- Önemli doğa olayları sonucu meydana gelmiş, eşsiz bir doğal güzelliğe ya da estetik öneme sahip alanlar.
- Önemli jeolojik süreçler sonucu oluşan, dünyanın oluşumuyla ilgili aşamalara ait örnekleri barındıran, jeomorfolojik veya fizyografik oluşumlara sahip alanlar.
- Kara ve su ekosistemlerinde flora ve fauna elemanlarının biyolojik ve ekolojik gelişimine ait örneklere sahip alanlar.
- Bilimsel açıdan önemli nesli tehdit altındaki türleri ve yerinde korunması gereken habitatları içeren alanlar.

UNESCO Dünya Doğal Miras kriterlerinden biri, eşsiz jeolojik ve jeomorfolojik örnekleri içeren alanlardır. Bu alanlar doğal miras bakımından önemli olduğu kadar aynı zamanda jeolojik çeşitlilik (jeoçeşitlilik) ve jeolojik miras (jeomiras) bakımından da önemli alanlardır (IUCN, 2008; Panizza, 2018).

Jeoçeşitlilik, bir bölgedeki jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik ve toprak özelliklerini ortaya koyan jeolojik materyaller, çökeller, tektonik yapılar, mineraller, kayalar, fosiller, topraklar ve hidrolojik unsurların tamamını ifade etmektedir (Planagumà ve Martí, 2018; Carrión-Mero ve ark., 2021). Bu unsurlardan estetik, bilimsel ve eğitsel öneme sahip olan bir jeolojik süreci veya özelliği içeren tektonik, paleontolojik, mineralojik ve stratigrafik oluşumlar ile jeomorfolojik yapılar jeosit olarak adlandırılmaktadır (JEMİRKO, 2003; Gray, 2004; Vujičić ve ark., 2011; Carrión-Mero ve ark., 2020; Herrera-Franco, 2022). Jeosit oluşumlarından doğal süreçler ya da insan aktiviteleri ile yok olma tehdidi altında bulunan ve gelecek nesiller açısından korunması gereken jeositler veya jeolojik alanlar jeomiras olarak tanımlanmaktadır (Panizza ve Piacente, 1993; JEMİRKO, 2003; PROGEO, 2017; Mata-Perelló ve ark., 2018). Jeomiras alanları aynı zamanda dünyanın 4.5 milyar yıllık oluşum ve değişim süreciyle ilgili bilgiler sunan (Yeşilova, 2021) uluslararası, ulusal ya da bölgesel düzeyde eğitsel, bilimsel veya kültürel öneme sahip unsurları içermektedir (Zouros, 2005; Brocx ve Semeniuk, 2007).

Literatürde jeomiras ve jeosit konularındaki ilk çalışma 1949 yılında, jeositlerin konumunun belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir (Macfadyen, 1949). 1970'lerin sonlarında Avustralya'da jeomiras alanlarını belirlemek ve yönetmek için çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Brocx ve Semeniuk, 2007). 1991 yılında, jeomiras doğal mirasın bir parçası sayılarak uluslararası düzeyde korunmasının önemini vurgulanmıştır

(Zhao ve Wang 2002). 1994 yılında ise Thomas Hose'nin jeoturizm terimini geliştiren çalışmasıyla birlikte jeomiras ve jeositler gerçek anlamda araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir (Hose, 1995; Herrera-Franco ve ark., 2022). Jeoturizm, ziyaretçilerin bir alanın jeolojik ve jeomorfolojik unsurları hakkında bilgi edinmesini sağlayan ve bu unsurların korunarak kullanılmasını teşvik eden bir turizm türüdür (Hose, 1995; Quesada-Román ve Pérez-Umaña, 2020). Jeoturizm ile jeolojik ve jeomorfolojik unsurların ekonomik kalkınma amacıyla kullanılması hedeflenmektedir. (Ateş ve Ateş, 2019; Dowling ve Pforr, 2021).

1995 yılında UNESCO tarafından, jeositlerin korunması gerektiğini bildirilmiştir (Bennett ve ark., 1997) ve 2010 yılına kadar jeositlerin ve jeomirasın korunması için öneriler geliştiren çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Jeositleri korumak için teknik önerilerin geliştirilmesi (Bennett ve ark., 1997), jeositlerin eğitimsel, bilimsel ve estetik değerlerinin tanımlanması, envanterinin çıkarılması, tanıtılması (Brilha ve ark., 2005) ve öneminin belirlenmesi (Dos Reis ve Henriques, 2009), 2010 yılına kadar olan süreçteki araştırmaların odaklandığı konular olmuştur. 2010 yılından sonra ise jeositlerin turizm değerlerine dikkat çekilerek, jeomirasın korunmasını sürdürülebilir kalkınma bağlamında değerlendiren çalışmalar yürütülmüştür (Farsani ve ark., 2011; Brilha, 2016; Štrba ve ark., 2020). Bu tarihten sonraki güncel çalışmalar; jeomirasın jeoparklar (Farsani ve ark., 2011) ve jeoturizm (Dowling, 2011; Ólafsdóttir ve Tverijonaite, 2018; Carrión-Mero ve ark., 2021) yoluyla korunması ve sürdürülebilir kullanımı, jeositlerin yönetimi için paydaş görüşlerine dayalı metotların geliştirilmesi (Tavares ve ark., 2015; Dowling ve Newsome, 2017; Hieu ve ark., 2018; Suzuki ve Takagi, 2018), jeomirasın sürdürülebilir kalkınma bağlamında değerlendirilmesi (Gonzalez-Tejada ve ark., 2017; Santos ve ark., 2020; Štrba ve ark., 2020) ve jeomiras alanlarında ziyaretçi memnuniyetinin belirlenmesi (Suyanto, 2020; Sumanapala ve Wolf, 2022) konularında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda genel olarak jeomiras alanlarının eğitimsel, bilimsel ve kültürel değerleriyle jeoturizme olanak tanıdığı, ekonomik kalkınma için fırsatlar sunduğu, bununla birlikte doğal ve insan kaynaklı tehditlerden korunması gerektiği belirtilerek, paydaş katılımına dayalı süreçlerle yönetilmesinin önemi vurgulanmıştır (Reynard ve Brilha, 2018; Herrera-Franco ve ark., 2021; Herrera-Franco ve ark., 2022).

Yerli literatürde ise bu alandaki çalışmalar sınırlıdır (Cengiz ve ark., 2021). Jeomirasın alternatif turizm kapsamında değerlendirilmesi (Yeşil ve ark., 2008), jeomirasın korunması (Kazancı, 2010; Koçan, 2011; Tarakcio, 2020; Özcan ve Tarakcio, 2021), jeopark (Karahan ve ark., 2011; Orhan, 2019; Kıranşah, 2022), jeomiras (Yeşilova, 2021) ve jeoturizm potansiyelinin değerlendirilmesi (Koroğlu ve Kandemir, 2019; Ertekin, 2021), jeoturizm

planlaması (Koçan ve Yücesoy, 2016), jeoçeşitliliğin ve jeoturizmin sürdürülebilir kalkınma bağlamında değerlendirilmesi (Keskin Çıtıröglü ve ark., 2017; Çelik Ateş ve Ateş, 2019), jeopark kaynak değerlerinin sürdürülebilir turizm bağlamında kullanılması (Özgeriş ve Karahan, 2021a) ve ziyaretçilerin jeoturizm ve jeomiras algılarının değerlendirilmesi (Cengiz ve ark., 2021) yerli literatürde bu alanda yapılan güncel çalışmalardandır.

Jeomiras alanlarının sahip olduğu turizm potansiyeli, bu alanlara duyulan ziyaretçi ilgisini artırmaktadır. Bu ilginin sunduğu ekonomik kalkınma fırsatları, turizm amaçlı yatırımları ve mekânsal düzenlemeleri de beraberinde getirmektedir (Özgeriş, 2020). Ancak jeolojik miras alanlarındaki turizm faaliyetlerini ve turizm amaçlı düzenlemeleri sürdürülebilir bir forma dönüştürmek için bazı gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir. Bu gereksinimler aşağıda verilmektedir (McKercher, 2003; Štrba ve ark., 2020):

- Eğitim ve Farkındalık: Ziyaretçilere jeolojik süreçler, jeositler, ekosistemler ve doğa koruma konularında eğitimler verilerek, farkındalık oluşturulmalıdır.
- Koruma Faaliyetleri: Jeosit oluşumlarının ve hassas ekosistemlerin korunması için kullanım sınırlamalarını da içeren zonlama çalışmaları yapılmalı ve koruma politikaları oluşturulmalıdır.
- Katılımcı Süreçlerin İşletilmesi: Jeomirası koruma konusundaki karar verme süreçlerine yerel halk ve ziyaretçiler dahil tüm paydaşların katılımı sağlanmalıdır.
- Altyapı Yatırımları: Ulaşım, atık yönetimi gibi çevresel risk içeren konulara yönelik sürdürülebilir çözümler üretilmelidir.
- Ziyaretçi Kontrolü: Jeomiras alanlarına gelen ziyaretçi sayısını kontrol altında tutmak için taşıma kapasitesine bağlı kalarak kontrollü kullanım sağlanmalıdır.
- Yerel Faydaların Sağlanması: Jeomirası koruma çabalarını desteklemek üzere yerel topluluklar için yeni istihdam olanakları oluşturulmalı, yerel halkın turizm faaliyetlerine katılımı sağlanmalı ve geleneksel el sanatları, yerel lezzetler gibi deneyimler ziyaretçilere sunulmalıdır.

Bu gereksinimlerin karşılanması, hem jeolojik mirasın korunmasını hem de turizmin ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmanın yürütüldüğü Tortum Şelalesi (Uzundere-Erzurum) sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik özellikleriyle, daha önce UNESCO Dünya Mirası Türkiye Geçici Listesi'nde de yer almış olan, Türkiye'de ve dünyada önemli bir şelaledir. Tortum Şelalesi'nin sahip olduğu değerleri, onu hem bir jeomiras alanı hem de bölge turizmi için potansiyel taşıyan önemli bir varış noktası haline getirmektedir. Bu durum, kamu ve

yerel yönetim idarelerinin ilgisini Tortum Şelalesi ve çevresine çekerek, turizm odaklı bazı mekânsal düzenleme çalışmalarının yürütülmesini sağlamaktadır (Özgeriş ve Karahan, 2021a). Ancak yürütülen mekânsal tasarım uygulamalarının Tortum Şelalesinin jeomiras alanı olarak korunmasını ve sürdürülebilirliğini ne şekilde etkileyeceği, araştırılması gereken bir konudur. Nitekim, Özgeriş ve Karahan (2021b) Uzundere Vadisi'nde yürüttükleri çalışmalarında, katılımcı bir anlayışla yürütülmeyen ve bütüncül olmayan planlama ve tasarım çalışmalarının, bölgedeki turizm cazibesini oluşturan kırsal peyzaj dokusunu uzun vadede olumsuz etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

Bu araştırmayla, Tortum Şelalesi'nde gerçekleştirilen mekânsal tasarım uygulamalarının jeolojik mirasın sürdürülebilirliği bağlamında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak araştırmanın sorusu 'Yerel halk, ziyaretçiler ve uzman gruba göre Tortum şelalesi ve çevresindeki mekânsal tasarım uygulamaları bölgenin jeolojik, jeomorfolojik veya fizyografik özellikleriyle uyumlu bir şekilde geliştirilmekte midir?' olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında bir anket hazırlanarak katılımcı grupların görüşleri alınmıştır ve katılımcı grupların görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmanın hipotezi aşağıda verilmektedir:

H₀: Katılımcı grupların değerlendirmeleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H₁: En az iki katılımcı grubun değerlendirmesi anlamlı bir şekilde farklıdır.

Literatürde mekânsal tasarım uygulamalarını jeomirasın sürdürülebilirliği bağlamında değerlendiren çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle çalışma, bilimsel literatüre sağlayacağı katkılar bakımından önemli görülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

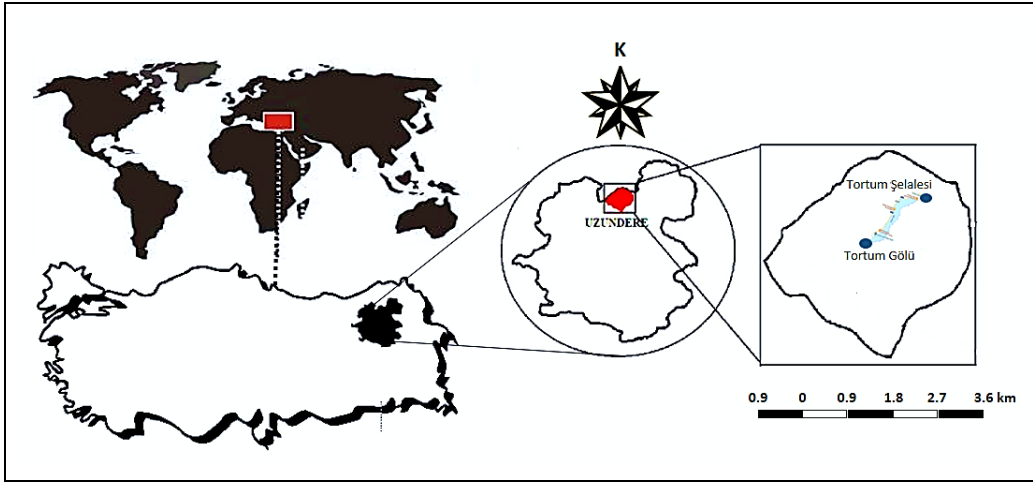
2.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini Erzurum ili Uzundere ilçesindeki Tortum Şelalesi ve Tortum Şelalesi'nde gerçekleştirilen mekânsal tasarım uygulamaları oluşturmaktadır. Çalışma alanı ve konusu ile ilgili yürütülen önceki çalışmalar ikincil materyaller olarak kullanılmıştır.

2.1.1. Çalışma Alanı

Uzundere ilçesi Erzurum ilinin Karadeniz ile sınırını oluşturan ilçelerinden biridir ve kuzeyde Yusufeli, güneyde ise Tortum ilçeleriyle komşudur. Uzundere coğrafi olarak ise Türkiye'deki 305 Önemli Doğa Alanı'ndan biri olan Çoruh Havzası'nın (Çağlayan, 2010)

güneyini oluşturan Tortum Çayı Vadisi'nde yer almaktadır. 840 km² yüz ölçüme sahip olan ilçenin Erzurum iline uzaklığı 84 km, Artvin iline uzaklığı ise 136 km'dir (Özgeriş, 2020). Çalışma alanının konum haritası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı konum haritası.

Çalışma alanı Tortum Şelalesi'nin yakın çevresini de kapsamaktadır. Bu nedenle çalışma alanı olarak, Tortum Şelalesi'nin içinde yer aldığı Uzundere Vadisi'nin doğal ve kültürel peyzaj özellikleri Özgeriş (2020) ve Atar (2020)'in çalışmalarından derlenerek Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanının genel doğal ve kültürel peyzaj özellikleri.

Doğal Peyzaj Özellikleri	İklim Özellikleri	Uzundere'nin iklimi kuzeyindeki Karadeniz Bölgesi'nin iklimi ile güneyindeki Doğu Anadolu Bölgesi'nin karasal iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir (Karahan ve ark., 2011). İlçenin uzun dönem iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklığı 11 °C', yağış miktarı ise 274 mm'dir. En az yağışın olduğu ay eylül ayı, en fazla yağışın olduğu aylar ise mayıs-haziran ayları; sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak, en yüksek olduğu ay ise temmuz ayıdır (Kopar ve Sevindi 2013). Hâkim rüzgâr yönü kuzeydoğu (yaz-sonbahar) ve güney (kış-ilkbahar) olmakla birlikte vadilerin uzanış doğrultusuna göre değişmektedir.
	Toprak Özellikleri	Toprak yapısında zonal (kahverengi, kestanerengi) topraklar, azonal (alüviyal, kolüviyal ve litosoller) topraklar ve intrazonal (kumlu-çakıllı, rendzinalar) topraklar hakimdir (Kopar ve Çakır 2013; Atar, 2020). Yüksek eğimli yamaçlarda, şiddetli erozyon görülmektedir ve verimli topraklar akarsu kenarlarındaki alüviyaller olarak öne çıkmaktadır (Kopar ve Sevindi 2013).
	Jeolojik Özellikler	Tortum Çayı Vadisi boyunca Mesozoyik döneme ait çok çeşitli formasyonlar bulunmaktadır. Bu dönemde Tetis Denizi tarafından doldurulan havzada jeosenklinele biriken tortul istifler tektonik hareketlerle sıkıştırılarak antiklinal ve senklinallerden oluşan kıvrımlı yapılar oluşmuştur. Havzada tortul istiflerin haricinde andezit ve bazalt gibi volkanik kayaç istifleri de görülebilmektedir. Vadide yüksek eğimli yamaçlar, heyelan yapıları, badlans yüzeyleri ve peribacaları görülebilmektedir (Atalay, 1979; Atalay, 1982; Kopar ve Çakır, 2012; Kopar ve Sevindi, 2013; Atar, 2020; Özgeriş, 2020; Özgeriş and Karahan, 2021a).
	Jeomorfolojik Özellikler	Uzundere vadisi yüksek eğimli yamaçların oluşturduğu tepelik-dağlık alanlar ile dar vadi tabanlarından oluşmaktadır. Bölgede arazi eğiminin yüksek olması, dış etkilere açık tortul kayaçların fazlalığı ve taşkınlar erozyon ve heyelanların oldukça yüksek olmasını sağlamaktadır (Çakmak 2010, Kopar ve Çakır 2012).

	Hidro-grafik Özellikler	İlçenin en önemli akarsuyu olan Tortum Çayı, birçok akarsuyla beslenerek Denizbaşı mevki adı verilen bölümde Tortum Gölü'ne dökülmektedir (Özgeriş, 2020). Tortum Gölü, 18. yüzyılda Kemerli Dağ'dan kopan bir heyelan kütlelerinin Tortum Çayı'nın önünü tıkaması sonucu oluşmuştur. Tortum Gölü oluşumu bakımından heyelan set gölüdür. Göldeki su, seti aşttıktan sonra tekrar akışa geçmektedir ve setin bitiminde 22 metre genişlikteki ve 48.5 metre yükseklikteki bir noktadan aşağıya doğru dökülerek Tortum Şelalesini oluşturmaktadır (Lahn, 1944). Şelalenin döküldüğü setin duvarı killi-kireçli malzemeden oluşturmuştur ve istifli bir çizgisel görünüm sergilemektedir. Şelaleden dökülen Tortum Çayı tekrar akışa geçmektedir. Bölgedeki bir diğer önemli hidrografik oluşum ise Tortum Gölü'nden sızan suların oluşturduğu Yedigöller'dir (Doğanay ve Alim 2003).
	Flora ve Vegetasyon Özellikleri	Uzundere Vadisi; İran-Turan, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi özelliklerini göstermektedir. Vadi boyunca step, orman ve alpin formasyonları görülebilmektedir (Atar, 2020; Özgeriş, 2020). Step formasyonu içerisinde geven (<i>Astragalus sp.</i>), orman formasyonu içerisinde sarı çam (<i>Pinus sylvestris L.</i>), katran ardıcı (<i>Juniperus oxycedrus L.</i> subsp. <i>oxycedrus L.</i>) ve adi ardıç (<i>Juniperus communis L.</i> var. <i>communis</i>), sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i> (MATTUSCHKA) LIEBL. subsp. <i>iberica</i> (STEVEN EX BIEB.) KRASSILN.), titrek kavak (<i>Populus tremula L.</i>) ve alpin formasyonundaki sukulent bitki türleri (<i>Sedum L.</i> , <i>Sempervivum L.</i>) yaygındır. Tortum Çayı Vadisi'nin genelinde 22 familyaya ait 41 odunsu, 48 familyaya ait 286 otsu bitki türü bulunmaktadır. Tortum Çayı Vadisi'ndeki bitki türlerinin 89'u, Uzundere Vadisi'ndeki bitki türlerinin ise 44'ü endemiktir (EDTMP, 2013; Özgeriş, 2020). Uzundere kaside çiçeği (<i>Scutellaria uzunderensis A. P. KHOKHAR.</i>) ve yer kangalı/köygöçüren (<i>Cirsium davisianum KIT TAN ET SORGER</i>) Tortum Çayı Vadisi'nin bilinen endemik türlerindedir (Doğaderneği, 2023).
	Fauna Özellikleri	Uzundere, Afrika-Kafkasya göç güzergahında yer almaktadır. Uzundere Vadisi'nde barınan kuş türü sayısı 207'dir. Türkiye'deki dört akbaba türünün ikisi olan kızıl akbaba (<i>Gyps fulvus</i>) ve küçük akbaba (<i>Neophron percnopterus</i>) türleri Tortum Çayı Vadisi'nde yaşamaktadır (Doğaderneği, 2023). Uzundere Vadisi'nde 5 farklı familyaya ait 138 kelebek türü bulunmaktadır (Karahan ve ark., 2017). Beşparmakotu zıpzıpi (<i>Pyrgus cirsii</i>) kelebek türü Tortum Çayı Vadisi'ndeki nesli dünya çapında tehlike altındaki bir türdür (Doğaderneği, 2023). Ayrıca boz ayı, çengel boynuzlu dağ keçisi, dağ keçisi, kurt, yaban kedisi ve vaşak popülasyonları bölgedeki önemli fauna elemanlarıdır (Karahan ve Çakır 2010, Özgeriş ve Karahan, 2021b).
	Ekosistem Özellikleri	Tortum Şelalesi ve çevresini içinde barındıran bölge su (göl ve akarsu) ve kara (dağ, orman, step) ekosistemlerinin farklı formlarına ev sahipliği yapmaktadır.
Kültürel Peyzaj Özellikleri	Sosyo-Ekonomik Özellikler	TÜİK verilerine göre Uzundere'nin 2023 yılı nüfusu 7973'tür (TÜİK, 2024). İlçe nüfusunu ağırlıklı olarak orta yaş ve üstü yaş grubu oluşturmaktadır. İlçenin temel ekonomik faaliyeti tarım, hayvancılık ve turizmdir. Bölgede meyve üretimine yönelik bahçecilik faaliyetleri, seracılık, süs bitkisi üretimi, arıcılık, balık üretimi (alabalık), küçükbaş-büyükbaş hayvancılık, pekmez, pestil, marmelat çeşitleri gibi yöresel ürünlerin üretimi tarımsal faaliyetlerin temelini oluşturmaktadır (Özgeriş, 2020).
	Çevresel Sorunlar	Aşırı otlatma, kaçak avlanma, kaçak ağaç kesimi, kazı dolgu şevleri ve bitkisel yüzeylerde erozyon tehdidi, Tortum Çayı'nın taşıdığı sediment maddelerin Tortum Gölü'nü doldurması ve doğal/kültürel peyzajın oluşturduğu kırsal doku ile uyumsuz, birbirinden bağımsız olarak tasarlanmış ve uygulanmış, bütünlük arz etmeyen mekânsal projeler bölgedeki genel çevresel risklerdir (Özgeriş, 2020; Doğaderneği, 2023).
	Kültürel Doku	İlçenin zengin biyoçeşitliliğine, tarımsal biyoçeşitliliği de eşlik etmektedir ve tarımsal ürünler gastronomi kültürünü şekillendirmektedir. İlçede yöresel olarak üretilen pekmez, pestil, marmelatların yanında çok sayıda özgün yemekler bulunmaktadır. İlçe festival ve şenlikler yönünden de zengindir. Tüm bunların yanında yöreye özgü sivil mimari örneklerine rastlanılmaktadır (Karahan ve Çakır, 2010).
	Doğal Kültürel Sitler ve Korunan Alanlar	Uzundere Vadisi dünyada çok hassas tür ve ekosistemleri içerdiğinden Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından korunması gereken 200 önemli ekolojik hassas bölgeden ve 35 sıcak noktadan biri olan Kafkasya Ekolojik Bölgesi içerisinde yer almaktadır (CEPF, 2003). Bölge ayrıca Türkiye'deki 305 önemli doğa alanından biri olan Tortum Çayı Vadisi'nde bulunmaktadır (Doğaderneği, 2023). Ayrıca Tortum Gölü Kesin Korunacak Hassas Alan, Tortum Şelalesi'nin döküldüğü yere kadar olan bölümü Nitelikli Doğal Koruma Alanı ve Tortum Şelalesi alt bölümü Sürdürülebilir

	Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı olarak korunmaktadır (Özgeriş, 2020). Tortum Şelalesi aynı zamanda 2011 yılında UNESCO Türkiye Milli Komitesi tarafından Dünya Mirası Geçici Listesine Doğal Miras kategorisinde dahil edilmiştir; ancak daha sonra listeden çıkarılmıştır. Bunların yanında ilçede çeşitli koruma statüleriyle korunan 21 kültürel varlık bulunmaktadır (Özgeriş, 2020).
--	--

Bu çalışmanın ana materyalini oluşturan Tortum Şelalesi ve çevresinin jeomiras değerini ortaya koyan jeolojik oluşumlara bazı örnekler Şekil 2’de verilmektedir.



Şekil 2. Tortum Şelalesi ve çevresindeki bazı jeolojik ve jeomorfolojik oluşumlar (a.Çeşitli açılardan Tortum Şelalesi ve çevresi b.Tortum Şelalesi ve yakın çevresindeki jeomorfolojik oluşumlar c.Tortum Boğaz Vadisi d.Tortum Gölü’nden koy örnekleri e.Badlans yüzeyler f.Tortum Şelalesi duvarı ve çökelti kayalarının çizgisel özellikleri g.Sedimanter kayaların oluşturduğu yapılar h.Tortum Gölü çevresindeki peri bacası oluşumları i.Kıvrımlı yapılar).

Uzundere’nin içinde bulunduğu Çoruh Vadisi’nde 2007-2012 yılları arasında T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve bir özel sektör firması ortaklığıyla, turizm temalı bir yerel kalkınma modeli geliştirilmesi için Doğu

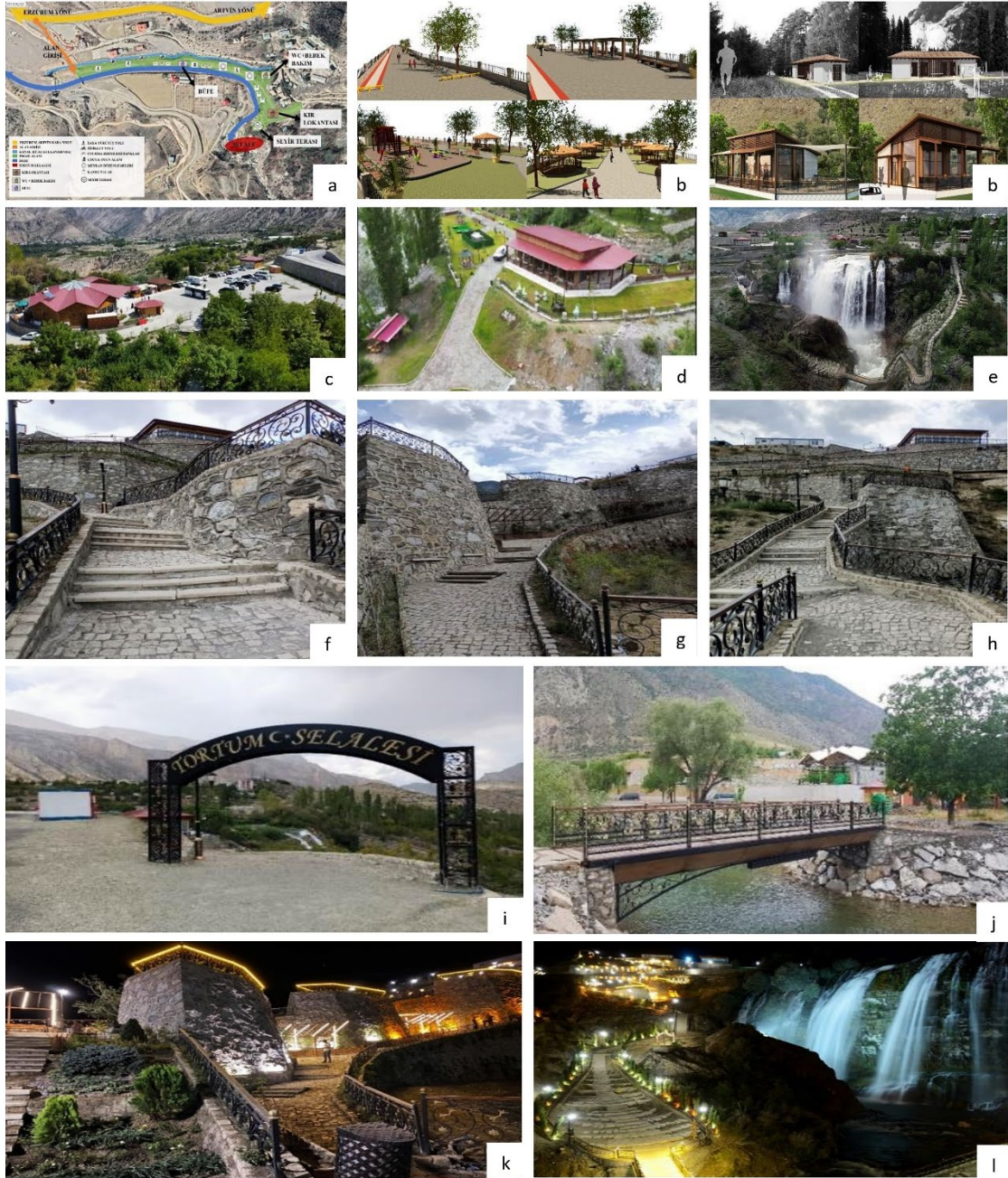
Anadolu Turizm Geliştirme Projesi (DATUR) yürütülmüştür (gelecekturizmde, 2019). Devam eden süreçte Uzundere, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 13/8/2013 tarihli kararı ile Turizm Merkezi ilan edilmiştir ve 2016 yılında Dünya Sakinşehirler ağına (Cittaslow) dahil olmuştur (Özgeriş, 2020). Bu durum Uzundere'ye olan ziyaretçi ilgisini artırarak, kamu ve yerel yönetim idarelerinin de dikkatini bölgeye çekmiştir. Süreç içerisinde Uzundere Vadisi boyunca bir çok mekânsal tasarım çalışması yapılmıştır. 2010 yılında Kuzeydoğu Kalkınma Ajansı tarafından finanse edilen Tortum Şelalesi ve Çevresinin Peyzaj Tasarım Projesi, Uzundere Butik Otel Projesi, Uzundere Fiyort Park (Cam Teras) Projesi, Tortum Gölü Uzunburun Yarımadası Peyzaj Tasarım Projesi, Tortum Şelalesi Rekreasyon Amaçlı Uygulama Projesi, Yedigöller Peyzaj Tasarım projesi yürütülen mekânsal tasarım uygulamalarının bazılarıdır. Bu çalışmaların bir bölümü uygulanma imkanı bulurken, diğer bölümü çeşitli nedenlerle uygulanma imkanı bulamamıştır.

Son olarak ise 2021 yılında Erzurum Valiliği koordinasyonuyla T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 13. Bölge Müdürlüğü tarafından Tortum Şelalesi Peyzaj Uygulama Projesi hazırlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Tortum Şelalesi'nin doğu yamacındaki heyelanlı bölgede şev stabilizasyonu amacıyla teraslama çalışması yapılmıştır (Şekil 3). Şelalenin batı yamacında da benzer topoğrafik düzenlemeler yapılarak, bölgenin doğal peyzajında var olan titrek kavaklar (*Populus tremula* L.) kesilmiştir.



Şekil 3. Tortum Şelalesi'nin doğu yamacında yürütülen çalışmalar.

Topoğrafik düzenlemelerden sonra ise istinat duvarları, merdiven ve yürüme rampaları, büfe, lavabo, kır lokantası, çocuk oyun alanı, seyir terası, köprü ve aydınlatma çalışmaları gibi mekânsal tasarım uygulamaları gerçekleştirilmiştir (TOB, 2021). Tortum Şelalesi'nde gerçekleştirilen bazı mekânsal tasarım uygulamaları Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 4. Tortum Şelalesi'ndeki mekânsal tasarım uygulamaları (a. Tortum Şelalesi proje alanı (TOB, 2021) b. Tortum Şelalesi tasarım görselleri (TOB, 2021) c. Otopark alanı ve altıgen restoran d. Kır restoranı e. Kuzey yönünden Tortum Şelalesi mekânsal düzenlemeleri f. Merdiven uygulamaları g. İstinat duvarı uygulaması h. Metal korkuluk uygulaması i. Tortum Şelalesi giriş bölümü metal kapı uygulaması j. Tortum Şelalesini besleyen kanal üzerinde köprü uygulaması k. Yerli olmayan bitki türlerinin kullanımı l. Gece aydınlatması uygulaması).

2.2. Yöntem

Araştırma veri toplama, analiz ve değerlendirmeye dayalı bir yöntemle yürütülmüştür. Araştırmanın veri toplama bölümünde tek soruluk bir anket çalışması yapılmıştır. Anket sorusu, UNESCO Dünya Kültürel ve Doğal Mirası Kriterlerinden jeolojik miras değerlerini de tanımlayan 8. kriterden yararlanılarak hazırlanmıştır. UNESCO doğal miras kriterleri bir alanın manzara değeri ile biyoçeşitlilik, jeolojik ve jeomorfolojik zenginliğinin evrensel değerini belirlemektedir (UNESCO, 1972). Çalışma ile hazırlanan anket kapsamında, katılımcı gruplardan aşağıda belirtilen ifadeye ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi için puanlama yapmaları istenmiştir:

- Tortum şelalesi ve çevresindeki tasarım uygulamaları yer şekillerinin oluşumunda devam eden coğrafik süreçleri veya önemli jeolojik, jeomorfolojik veya fizyografik özelliklere sahip bir oluşumu temsil edecek şekilde geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Anket çalışmasındaki katılımcı sayısı, TÜİK verilerine göre 2022 yılı Erzurum ilinin nüfusu olan 749.993 kişi esas alınarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü Çizelge 2’de verilen formülden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Örneklem büyüklüğü hesaplama formülü (Cochran, 1977).

$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot d^2 + t^2 \cdot p \cdot q}$
d=0,05 örnekleme hatası, 95% güven aralığı için t değeri 1,96 ve p=0,8 gözlenme oranı alınarak hesaplanmıştır

Bu formüle göre örneklem büyüklüğü 245 olarak belirlenmiştir; ancak anket hata payı da gözetilerek 250 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Anketlere başlamadan önce gerekli olan Etik Kurul Onayı alınmıştır ve anketler yerel halk, ziyaretçiler ve uzmanlar olmak üzere 3 farklı grupla yürütülmüştür. Anket çalışmasının gerçekleştirildiği uzman grup katılımcıları, bölgenin doğal ve kültürel peyzaj dokusu ve bölgede yürütülen mekânsal tasarım uygulamaları hakkında bilgi sahibi olan, bölgede akademik çalışmalar yürüten araştırmacılar ile çeşitli alanlarda faaliyette bulunan sivil toplum kuruluşlarına mensup olan kişilerden tercih edilmiştir. Ankette ölçek olarak 5’li Likert Ölçeği kullanılmıştır (Likert ve ark., 1934). Katılımcılardan anket sorusuna 1 ile 5 arasında değişen puanlar vermeleri istenmiştir. Anket sorusunun analizi IBM SPSS 20.0 programı ile gerçekleştirilmiştir ve değerlendirme yapabilmek amacıyla anket sorusunun katılımcı gruplara göre ortalama puanı ve standart sapması hesaplanmıştır. Araştırma hipotezlerinin test edilmesinden önce Tabachnick ve

Fidell (2013)'in çalışmalarında belirttiği çaprazlık ve basıklık değerleri (-1,5 ile +1,5) referans alınarak normallik testi gerçekleştirilmiştir. Veriler bu aralıkta normal dağılım gösterdiğinden ve araştırma hipotezi ikiden fazla bağımsız değişkeni içerdiğinden, verilerin analizi için parametrik testlerden Tek Yönlü Varyans testi (ANOVA) tercih edilmiştir. ANOVA testi ile oluşan anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında gerçekleştiği belirlenemediğinden ANOVA testine tamamlayıcı olarak Post-Hoc test gerçekleştirilmiştir. Post-Hoc test seçimi için homojenlik testi gerçekleştirilmiştir ve gruplar arası varyans eşit dağıldığından ($p>0,05$) Tukey testi yapılmıştır. Analizlerde anlamlılık değeri (p) olarak 0.05 (*Önemli) ve 0,01 (**Çok önemli) kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise çalışmadan elde edilen bulgular, çalışma alanı ve konusu ilgili yapılmış olan önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla birlikte tartışılarak, Tortum Şelalesi ve çevresinin jeolojik miras bağlamında korunması ve sürdürülebilir kullanımı için öneriler getirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen anketin katılımcılarına ait demografik özellikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Anket katılımcılarının demografik bilgileri.

Kriterler	Alt Kriterler	Frekans (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	159	63,6
	Kadın	91	36,4
Katılımcı Grubu	Yerel Halk Grubu	95	38
	Ziyaretçi Grubu	113	45,2
	Uzman Grup	42	16,8
Öğrenim Durumu	İlköğretim	2	0,8
	Lise	15	6
	Önlisans	39	15,6
	Lisans	110	44
	Yüksek Lisans	36	14,4
	Doktora	48	19,2
Meslek Alanı	Planlama, tasarım ve sanat	82	32,8
	Ziraat, Orman ve Mühendislik	60	24
	Coğrafya, Arkeoloji, Biyoloji ve Eğitim	31	12,4
	İletişim	17	6,8
	Hukuk	1	0,4
	Ekonomi, işletme ve kamu yönetimi	26	10,4
	Sağlık	15	6
	Diğer	18	7,2

Anket katılımcılarının %63,6'lık bölümünü erkek grubu oluşturmuştur. Katılımcıların %16,8'i uzman gruba mensup bireylerden oluşurken, %38'i yerel halk grubu, %45,2'si ise

ziyaretçi grubundan oluşmuştur. Çoğunluğu lisans mezunu (%44) olan katılımcıların meslek alanı bakımından da çoğunluğu planlama, tasarım ve sanat (%32,8) ile ziraat, orman ve mühendislik (%24) alanına mensuptur.

Araştırma ile katılımcıların anket sorusuna vermiş oldukları ortalama puanlar, standart sapmalar ve katılımcı grubu değişkenine göre ANOVA testi ve Tukey testi bulguları Çizelge 4'te verilmektedir.

Çizelge 4. ANOVA ve Tukey testi bulguları.

Değişken Kategorisi	Değişkenler	Ortalama Puan ± Standart Sapma/Tukey Testi Bulguları	P	Genel Ortalama
Katılımcı Grubu	Yerel Halk	2,7396±1,18094 ^a	,001**	2,8656
	Ziyaretçi Grubu	3,1391±1,09934 ^{ab}		
	Uzman Grup	2,4048±1,21092 ^b		
x ^{ab} , y ^a , z ^b ise x' e ait ortalama puan hem y, hem z ile anlamlı bir şekilde farklılaşmıştır. **p<0,01				

Araştırma bulgularına göre anket sorusu olan 'Tortum şelalesi ve çevresindeki tasarım uygulamalarının bölgenin jeolojik, jeomorfolojik ve fizyografik özellikleri ile uyumlu olarak geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.' ifadesinin genel ortalama puanı 2,8656 olmuştur. Katılımcı gruplardan yerel halk grubu (2,7396) ve uzman grup (2,4048) anket sorusuna düşük seviyeli puanlar verirken, ziyaretçi grubu ortalama puanın üzerinde bir puan (3,1391) ile değerlendirme yapmıştır. Katılımcı grupların standart sapmaları, grup içerisinde ortalama puandan uzak dağılım gösteren bireylerin olduğuna işaret etmektedir. Ancak grup içi demografik özelliklerin çeşitliliği dikkate alınarak standart sapma oranları normal olarak değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen ANOVA testi ile katılımcı gruplara ait ortalama puanların birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaştığı tespit edilmiştir (p**<0,01). Bu farklılığın hangi gruplar arasında gerçekleştiğini saptamak amacıyla gerçekleştirilen Tukey testi ile ziyaretçi gruba ait ortalama puanların hem yerel halk hem de uzman gruptan anlamlı bir şekilde farklılaştığı belirlenmiştir. Tortum Şelalesi'nde gerçekleştirilen tasarım uygulamaları mekân içindeki erişimi kolaylaştıran merdivenler ve yürüyüş rampaları; ziyaretçilere hizmet sağlayan restoranlar ve büfeler ile mekânın görselliğini artırmaya yönelik aydınlatma çalışması gibi kullanıcı konforunu artırmaya yönelik uygulamalardır. Özgeriş ve Karahan (2021b) Uzundere'de gerçekleştirdiklerinde çalışmalarında turizm amaçlı mekânsal tasarım uygulamalarıyla ilgili uzmanların koruma duyarlılığını, yerel halkın sosyo-ekonomik faydaları, ziyaretçilerin ise konfor, rekreasyon ve görsellik faktörlerini önemseyen bir değerlendirmede bulunduğunu belirtmiştir. Anougmar

ve ark. (2024), ziyaretçilerin jeoparklardaki rekreasyonel faaliyetlere verdiği değerin, jeolojik unsurların korunması konusundaki duyarlılıklarından daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu araştırma ile elde edilen bulgular ile önceki çalışmaların sonuçları benzerdir ve ziyaretçilerin değerlendirmelerinde mekânsal konforu ve görseelliği ön planda tutan bir yaklaşım sergilediğine işaret etmektedir.

Araştırma bulguları yerel halkın bölgede gerçekleştirilen mekânsal uygulamaların çevredeki jeolojik, jeomorfolojik ve fizyografik oluşumlarla uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesini düşük düzeyli bir puanla değerlendirmiştir. Literatürdeki çalışmalarda jeomiras konusunda yerel halkın farkındalığının ve koruma duyarlılığının düşük olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırma yerel halkın jeomiras konusundaki farkındalığına yönelik bilgiler sağlamamaktadır. Bununla birlikte, yerel halkın uzmanlarla benzer bir görüşü ortaya koyması, koruma duyarlılığına sahip oldukları yönünde yorumlanabilir. Nitekim Özgeriş ve Karahan (2021c) Cittaslow üyeliği ve doğa tabanlı programlarla birlikte, Uzundere’de yerel halkın çevresel koruma hassasiyeti geliştirdiğini ve bu hassasiyetin sürdürülebilir turizm için bir sinerjiye dönüştürülebileceğini belirtmiştir. Martins ve Pereira (2018) ise jeolojik ve jeomorfolojik oluşumlarla iç içe yaşayan yerel halkın jeokoruma konusunda eğitilerek, koruma çalışmalarına katkı verebileceğini bildirmiştir. Bu bağlamda, Uzundere’de yerel halka yönelik jeomiras konusunda eğitimler verilerek koruma faaliyetlerine katılımlarının sağlanması, sürdürülebilir turizm gelişimi için fırsat kapısı aralayabilir.

Tortum Şelalesi’nin içinde yer aldığı Uzundere Vadisi’nin genel jeolojik ve jeomorfolojik karakteristiği; sedimanter killi-kireçli kayaçların oluşturduğu istifli bloklar, kıta tektoniğinin oluşturduğu antiklinal ve senklinal kıvrımlı yapılar ve vadi boyunca rüzgâr erozyonlarının oluşturduğu badlans yüzeyler şeklindedir (Karahan ve ark., 2011; Kopar ve Çakır, 2013; Orhan, 2019). Özgeriş ve Karahan (2021b) Uzundere Vadisi boyunca gerçekleştirilen mekânsal tasarım uygulamalarının sürdürülebilirliğini, bölgenin doğal peyzaj dokusu bağlamında anket çalışmasına dayalı olarak araştırmıştır. Çalışmalarının sonucunda, Tortum Gölü kenarında inşa edilen Fiyort Park (Cam Teras) uygulamasına ait istinat duvarının çizgisel görüntüsünün vadinin genel karakteristiğiyle uyumlu olmaması nedeniyle katılımcılar tarafından sürdürülebilir olarak değerlendirilmediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca ‘Kesin Korunacak Hassas Alan’ statüsüne sahip bir alan olan bu bölgedeki yapısal uygulamalarda jeolojik özelliklerin dikkate alınmasını ve kullanılacak olan malzemenin cinsinin, renginin ve dokusunun çevre ile uyumlu olmasını önermişlerdir (Özgeriş ve Karahan, 2021b). Tortum Şelalesi’nde gerçekleştirilen topoğrafik düzenlemeler

sonucunda oluşturulan teras duvarları da Fiyort Park uygulamasına benzer şekilde taş malzemenin harç ile istiflenmesiyle yapılmıştır. Tortum Şelalesi'ndeki mekânsal düzenlemelerin, katılımcılar tarafından düşük bir puan ile değerlendirilmesinin bir nedeninin, teras duvarlarındaki taş istifinin çizgisel görüntüsünün bölgenin doğal peyzajına tepkisel bir manzara sergilemesi olabileceği değerlendirilmiştir.

Tortum Gölü ve Şelalesi, doğal süreçler sonucunda gerçekleşen bir heyelanın ürünüdür (Lahn, 1944). Günümüzde, Tortum Şelalesi'ndeki heyelanlı bölgelerin varlığı da aslında bu doğal sürecin devamı niteliğindedir. Jeositler çok çeşitli jeolojik ve jeomorfolojik bilgiler içeren ve heyelan gibi doğal risklere yönelik farkındalığın artırılmasında eğitsel öneme sahip olan alanlardır (Migoñ ve Migoñ-Pijet, 2018; Gizzi ve ark., 2019, Cengiz, 2021). Tortum Şelalesi'ndeki heyelanlı bölgelerin varlığı bölgeyi, bilimsel ve eğitsel yönlerden açık hava müzesi haline getirmektedir. Dolayısıyla doğal süreçlerin temsili niteliğindeki oluşumların zarar görmesi bölgenin bilimsel, eğitsel ve estetik değerlerinin de zarar görmesi anlamına gelmektedir. Daha önce UNESCO Dünya Mirası Türkiye Geçici Listesi'ne girmiş olan bu alanda yapılan mekânsal düzenlemelerin bir bütün olarak jeolojik ve jeomorfolojik yapıyla uyumlu olması önemlidir. Ancak katılımcı bir sürece dayanmayan ve plansızca yürütülen mekânsal çalışmalar, bir taraftan jeomiras değerlerine zarar verirken, diğer taraftan turizm cazibesini oluşturan peyzaj değerlerinin bozulmasına neden olabilmektedir (Terkenli, 2014; Özgeriş ve Karahan, 2021b). Oysaki jeomiras kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, planlı bir koruma çalışmasının ürünüdür (Štrba ve ark., 2020; Xu ve Wu, 2022). Örneğin, jeomiras korumasının başarılı örneklerinin görüldüğü Çin'de jeomiras alanları için çekirdek koruma alanını, özel koruma alanını ve entegre koruma alanını içeren üç kademeli bir zonlama yapılmaktadır. Bu zonlardan çekirdek zondaki uluslararası öneme sahip jeolojik miras doğal haliyle korunurken, özel koruma zonundaki bölgesel düzeyde öneme sahip jeolojik miras taşıma kapasitesi dâhilinde bilimsel araştırmalar ile eğitim ve jeoturizm faaliyetleri için kullanılmaktadır. Entegre koruma zonu ise turizm tesisleri ve rekreasyon faaliyetleri için ayrılmıştır (Xu ve Wu, 2022). Hermon ve ark. (2018) miras alanlarında koruma zonları içerisindeki mirasın fiziki, estetik ve bilimsel değerini ortadan kaldıracak yapılaşmalara izin verilmemesi gerektiğini belirtmektedir. Bu nedenle Tortum Şelalesi için de benzer bir yaklaşımın ortaya konulması, jeomirasın sürdürülebilirliği için önemli görülmelidir.

Tortum Şelalesi ve çevresinde yürütülen mekânsal tasarım uygulamaları ziyaretçilerin, bölgede buldukları süre içerisindeki ihtiyaçlarını karşılamaya ve ziyaret sürecindeki konforlarını artırmaya yönelik düzenlemelerdir. Bu çalışmalar, sürdürülebilir turizmin önemli bileşenlerinden biri olan ziyaretçi memnuniyetini artırabilir. Ancak doğal ve jeolojik

mirasa sahip alanlarda sürdürülebilir turizmi geliştirmek, yerel halka ve ziyaretçilere yönelik jeomiras ve doğa koruma konularında eğitimlerin verildiği fonksiyonel mekânları ve turizm aktivitelerini de içermektedir (McKercher, 2003; Štrba ve ark., 2020). Örneğin, Haute Provence Jeoparkı'nda bölgedeki jeolojik oluşumlara ait örneklerin yer aldığı sergi salonları ve ilgili yazılı ve görsel kaynaklardan yararlanma imkanı sunan kütüphaneler bulunmaktadır. Jeositlerin deneyimlenmesi ve eğitim için ise rehberler eşliğinde turlar düzenlenmektedir (Yılmaz, 2002; Koçan, 2011). Almanya'daki Vulkaneifel Jeoparkı'nda ise bölgenin jeolojisine ilişkin bilgilerin yer aldığı tanıtıcı levhalar, yürüyüş rotaları ve 5 farklı müze yer almaktadır. Tanıtım faaliyetlerine yerel halk da eşlik etmektedir ve bölge sakinleri ve ziyaretçiler için eğitim programları düzenlenmektedir (GGN, 2019). Cengiz ve ark. (2021) ise jeoçeşitlilik unsurlarını içeren alanlarda koruma ve tanıtım için rehber eşliğinde turların düzenlenmesini ve bilgilendirici panoların yer almasını önermektedir. Benzer çalışmalarda ve uygulamalarda yerel halkın ve diğer paydaşların katılımı ile doğa, tarih ve kültürü bütünleştiren, eğitim ve araştırma faaliyetlerine odaklanan bir mekânsal kurgu görülmektedir. Bu anlamda Tortum Şelalesi'ndeki mekânsal düzenlemelerin, mekânsal fonksiyon bakımından sürdürülebilir bir forma sahip olmadığı söylenebilir.

Tortum Şelalesi'nin sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik zenginlikleri göz önüne alındığında, bölgede sürdürülebilir turizmin farklı türlerinin teşvik edilmesi gerektiği açıktır. Orhan ve Karahan (2010), Orhan (2019), Atar ve Kopar (2020), Davardoust ve Karahan (2021), Kaymaz ve ark. (2021), Özgeriş ve Karahan (2021a) çalışmalarında Uzundere Vadisi'nin jeolojik, biyolojik ve kültürel zenginliklerinin ekoturizm, kırsal turizm, jeoturizm gibi alternatif ve sürdürülebilir turizm türleri için bir potansiyel oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda Uzundere Vadisi boyunca, çevresel duyarlılıkları daha yüksek bir ziyaretçi profiline sahip olan turizm türlerinin geliştirilmesi, bölgenin turizm arzını oluşturan doğal ve kültürel peyzaj kaynak değerlerinin, özellikle jeolojik mirasın sürdürülebilirliği bakımından faydalı olabilir.

4. Sonuçlar

Bu araştırma Tortum Şelalesi ve çevresinde yürütülen mekânsal tasarım uygulamalarını, jeolojik mirasın sürdürülebilirliği bağlamında değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, Tortum şelalesi ve çevresindeki mekânsal tasarım uygulamalarının bölgenin jeolojik, jeomorfolojik ve fizyografik özellikleri ile uyumlu olarak geliştirilmesini ve uygulanmasını değerlendirmeye yönelik bir anket hazırlanarak yerel halk, ziyaretçiler ve uzmanlar ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın sonuçları, katılımcıların bölgede yürütülen mekânsal tasarım uygulamalarının, bir jeomiras alanı olarak Tortum Şelalesi'nin sürdürülebilirliğini desteklemediğini düşündüklerini göstermiştir. Katılımcı gruplardan ziyaretçi grubunun ortalama puanı, yerel halk ve uzman gruplarının ortalama puanlarından anlamlı bir şekilde farklılaşmıştır. Bunun yanında bölgede gerçekleştirilen mekânsal tasarım uygulamalarının, jeomiras alanlarında sürdürülebilir turizm gelişimini sağlamaya yönelik fonksiyonel kullanımlara sahip olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına dayanarak, jeomiras alanlarında gerçekleştirilecek olan mekânsal tasarım uygulamalarının, alanın jeolojik, jeomorolojik ve fizyografik yapısıyla uyumlu olmasının ve bu yapının sunduğu bilimsel kanıtları koruyacak şekilde gerçekleştirilmesinin önemi vurgulanmaktadır.

Araştırmanın hızlı bir değerlendirme sunmayı amaçlaması nedeniyle belirli bir bölgeyi ele alması, araştırmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Bundan sonraki süreçte bu alandaki çalışmaların taşıma kapasitesi, arazi kullanımı gibi farklı mekânsal analizlerle ve sürdürülebilir turizm gelişimi bağlamındaki çalışmalarla derinleştirilmesi gerekmektedir. Bu yöndeki çalışmalar paydaşların bilgi, farkındalık ve algılarını anlamayı sağlayarak, jeomirasın sürdürülebilir yönetimi konusunda keşfedici sonuçların ortaya çıkarılmasına katkı sunabilir. Ancak yine de bu araştırma ile Tortum Şelalesi'nin bir jeomiras alanı olarak sürdürülebilirliğinin tartışılması, literatüre sağlayacağı katkılar bakımından önemli görülmektedir.

Araştırma ile varılan sonuçlar ve literatürdeki diğer çalışmalara dayanarak Tortum Şelalesi'nin jeomiras alanı olarak sürdürülebilirliği için aşağıdaki öneriler getirilmektedir:

- Tortum Şelalesi ve çevresinde yürütülen mekânsal çalışmalarda paydaşları sürece dâhil eden planlama ve tasarım çalışmalarının yürütülmesi.
- Tortum Şelalesi ve çevresindeki mekânsal planlama/tasarım çalışmalarının bölgedeki koruma statülerine bağlı kalarak yürütülmesi ve kullanımları sınırlayan koruma zonlarının oluşturulması.
- Bölgedeki jeoturizm gibi alternatif turizm formlarının geliştirilmesi; bu amaçla turizmde çevre duyarlılığı olan bir ziyaretçi kitlesinin hedeflenerek, mekânsal düzenlemelerin bu doğrultuda gerçekleştirilmesi.
- Tortum Şelalesi'nin yeniden UNESCO Dünya Mirası Geçici Listesinde yer alması için gerekli çalışmaların yürütülmesi.
- Bölgede gerçekleştirilecek mekânsal tasarım uygulamalarına çerçeve olması bakımından, bölgenin tüm doğal ve kültürel peyzaj unsurlarını ve bu unsurların

oluşturduğu manzaraları esas alarak tasarım rehberlerinin hazırlanması.

- Mekânsal tasarım uygulamalarının yerel halka ve ziyaretçilere yönelik jeomiras ve doğa koruma konularında eğitimlerin verildiği fonksiyonel mekânları içermesi.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu Başkanlığı'nın 02.03.2023 tarihli ve 2300077353 sayılı etik kurul kararıyla onaylanmıştır.

Kaynaklar

- Anougmar, S., Meesters, A., van Ree, D., & Compennolle, T. (2024). The dilemma of valuing geodiversity: geoconservation versus geotourism. *Phil. Trans. R. Soc., A* (382), 20230049.
- Atalay, İ. (1979). *Geomorphology of the Lake Tortum and Its Immediate Surroundings (NE Turkey)*. Review of the Geographical Institute of the University of İstanbul, International Edition, Number: 17, 49-65.
- Atalay, İ. (1982). Türkiye Jeomorfolojisine Giriş. *Ege Üniv. Edebiyat Fakültesi Yay.*, No: 9.
- Atar, E. (2020). Tortum Çayı Havzası'nın potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Değeri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Atar, E., & Kopar, İ. (2021). *Tortum Çayı Havzası'nın (Erzurum-Artvin-Kd Türkiye) Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Açısından Kaynak Değer Analizi*. in S. Birinci, K.Ç. Kaymaz, Y. Kızıllan (Eds.), Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri (101-131). Kriter Yayınevi.
- Ateş, H.Ç., & Ateş, Y. (2019). Geotourism and Rural Tourism Synergy for Sustainable Development-Marçik Valley Case-Tunceli, Turkey. *Geoheritage*, 11, 207–215.
- Bennett, M.R., Doyle, P., Glasser, N.F., & Larwood, J.G. (1997). An assessment of the “conservation void” as a management technique for geological conservation in disused quarries. *J. Environ. Manag.*, 50, 223–233.
- Brilha, J., Andrade, C., Azerêdo, A., Barriga, F.J.A.S., Cachão, M., Couto, H., Cunha, P.P., Crispim, J.A., Dantas, P., Duarte L.V., Freitas, M.C., Granja, M.H., Henriques, M.H., Henriques, P., Lopes, L., Madeira, J., Matos, J.M.X., Noronha, F., Pais, J., Piçarra, J., Ramalho, M.M., Relvas, J.M.R.S., Ribeiro, A., Santos, A., Santos, V., & Terrinha, P.

- (2005). Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, 28 (3), 177–186.
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review. *Geoheritage*, 8, 119–134.
- Brocx, M., & Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation—History, definition, scope and scale. *J. R. Soc. West. Aust.*, 90, 53–87.
- Carrión-Mero, P., Ayala-Granda, A., Serrano-Ayala, S., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Gurumendi-Noriega, M., Paz-Salas, N., Herrera-Franco, G., & Berrezueta, E. (2020). Assessment of geomorphosites for geotourism in the northern part of the “ruta escondida” (Quito, Ecuador). *Sustainability*, 12, 8468.
- Carrión-Mero, P., Borja-Bernal, C., Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Jaya-Montalvo, M., Maldonado-Zamora, A., Paz-Salas, N., & Berrezueta, E. (2021). Geosites and geotourism in the local development of communities of the andes mountains. A case study. *Sustainability*, 13, 4624.
- Cengiz, C., Şahin, Ş., Cengiz, B., Başkır, M.B., & Keçecioglu Dağlı, P. (2021). Evaluation of the Visitor Understanding of Coastal Geotourism and Geoheritage Potential Based on Sustainable Regional Development in Western Black Sea Region, Turkey. *Sustainability*, 13, 11812.
- CEPF, (2003). Critical Ecosystem Partnership Fund. Ecosystem Profile, Caucasus Biodiversity Hotspot. <https://www.cepf.net/our-work/biodiversityhotspots/caucasus>. (Erişim Tarihi: 01.08.2023).
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling techniques*. New York: John Wiley & Sons.
- Çağlayan, E. (2010). Çoruh Vadisi: Suyu Gömülecek Miras. https://www.dogadernegi.org/wpcontent/uploads/2015/08/Standart_Subat10_Coruh.pdf
- Çakmak, E. (2010). *Uzundere Stratejik Gelişme Planı: Vizyon 2023*. Uzundere Bld. Yay., Erzurum.
- Davardoust S., & Karahan F. (2021). Evaluation of Sustainable Rural Tourism. The Case of Uzundere District. *Sustainability*, 13 (18), 10218.
- Doğaderneği, (2023). Tortum Çayı Havzası. <https://www.dogadernegi.org/tortum-havzasi/> (Erişim Tarihi: 01.08.2023)
- Doğanay, S., & Alim, M. (2003). Coğrafi Bir Tanıtım: Yedigöller (Uzundere) Günübürlük Rekreasyon Alanı. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (30), 127-137.

- Dos Reis, R.P., & Henriques, M.H. (2009). Approaching an Integrated Qualification and Evaluation System for Geological Heritage. *Geoheritage*, 1 (1), 1-10.
- Dowling, R.K. (2011). Geotourism's global growth. *Geoheritage*, 3, 1–13.
- Dowling, R.K., & Newsome, D. (2017). Geotourism destinations–visitor impacts and site management considerations. *Czech Journal of Tourism*, 6 (2), 111–129.
- Dowling, R., & Pforr, C. (2021). Geotourism—A sustainable development option for Namibia. *J. Ecotourism*, 20, 371–385.
- EDTMP, (2013). *Erzurum Doğa Turizmi Master Planı 2013-2023*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Erzurum.
- Ertekin, C., Ekinci, Y.L., Büyüksaraç, A., & Ekinci, R. (2021). Geoheritage in mythical and volcanic terrain: An inventory and assessment study for geopark and geotourism, Nemrut Volcano (Bitlis, Eastern Turkey). *Geoheritage*, 13, 73.
- Farsani, N.T., Coelho, C., & Costa, C. (2011). Geotourism and geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas. *Int. J. Tour. Res.*, 13, 68–81.
- Gelecekturizmde, (2019). Doğu Anadolu Turizmi Geliştirme Projesi. <https://www.gelecekturizmde.com/dogu-anadolu-turizm-gelistirme-projesi-datur/> (Erişim Tarihi: 10.01.2024)
- GGN, (2019). Global Geoparks Network. http://www.globalgeopark.org/UploadFiles/2020_11_3/Vulkaneifel_UGGp_Annual_Report_2019.pdf (Erişim Tarihi: 01.03.2024).
- Gizzi, F.T., Bentivenga, M., Lasaponara, P., Danese, M., Potenza, M.R., Sileo, M., & Masini, N. (2019). Natural hazards, human factors, and “Ghost Towns”: A multi-level approach. *Geoheritage*, 11, 1533–1565.
- Gonzalez–Tejada, C., Du, Y., Read, M., & Girault, Y. (2017). From nature conservation to geotourism development: examining ambivalent attitudes towards UNESCO directives with the Global Geopark Network. *International Journal of Geoheritage*, 5 (2), 1–20.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, Wiley: Oxford, UK.
- Hermon, D., Putra, A., & Oktorie, O. (2018). Suitability Evaluation of Space Utilization Based on Environmental Sustainability at The Coastal Area of Bungus Bay in Padang City, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 14 (41), 193-202.

- Herrera-Franco, G., Erazo, K., Mora-Frank, C., Carrión-Mero, P., & Berrezueta, E. (2021). Evaluation of a Paleontological Museum as Geosite and Base for Geotourism. A Case Study. *Heritage*, 4, 1208–1227.
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Caicedo-Potosí, J., & Berrezueta, E. (2022). Geoheritage and Geosites: A Bibliometric Analysis and Literature Review. *Geosciences*, 12, 169.
- Hieu, N., Huong, H.T.T., Hens, L., Hieu, D.T., Phuong, D.T., & Canh, P.X. (2018). Sustainable livelihoods development by utilization of geomorphological resources in the Bai Tu Long Bay, Quang Ninh Province, Vietnam. *Environ. Dev. Sustain.*, 20 (6), 2463-2485.
- Hose, T.A. (1995). Selling the Story of Britain's Stone. *Environ. Interpret.* 10, 16–17.
- IUCN, (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. in N. Dudley (Eds.), Gland, Switzerland. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/pag-021.pdf>
- IUCN, (2023). Protected Areas and Land Use. <https://www.iucn.org/our-work/protected-areas-and-land-use> (Erişim Tarihi: 02.08.2023).
- JEMİRKO, (2003). Jeolojik Mirası Koruma Derneği. <https://www.jemirko.org.tr/jeolojik-miras-terimleri/> (Erişim Tarihi: 10.01.2024).
- Karahan, F., & Çakır, E. (2010). *Uzundere Turizm Master Planı: Vizyon 2023*. Erzurum. ISBN: 978-975-980-33-4-6
- Karahan, F., Kopar, İ., Orhan, T., & Çakır, E. (2011). *The geopark potential of Tortum Valley (Erzurum-Turkey) and its surroundings. In Natural environment and culture in the Mediterranean Region II* (pp. 395–407), Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.
- Karahan, F., Çil, A., & Ercişli, S. (2017). *Uzundere Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2023)*. Erzurum. ISBN: 978-605-65712-5-1
- Kaymaz, Ç.K., Çakır, Ç., Birinci, S., & Kızıllıkan, Y. (2021). GIS-Fuzzy DEMATEL MCDA model in the evaluation of the areas for ecotourism development: A case study of Uzundere. *Applied Geography*, 136 (2021), 102577.
- Kazancı, N. (2010). *Jeolojik Koruma (Kavram ve Terimler)*. Jemirko ve TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Keskin Çıtıroğlu, H., Işık, S., & Pulat, O. (2017). Utilizing the geological diversity for sustainable regional development, a case study-Zonguldak (NW Turkey). *Geoheritage*, 9, 211–223.

- Kıranşan, K. (2022). Ergani İlçesinin Jeopark Potansiyeli. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (1), 226- 248.
- Koçan N. (2011). Kızılcahamam-Çamlıdere Bölgesi'nde (Ankara) Jeolojik Mirasın Korunması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (4), 63-68.
- Koçan, N., & Yücesoy, N. (2016). Kızılcahamam-Camlidere Geopark (Ankara/Turkey) with its Geological Heritage Values and Geotourism Planning. *Journal of the Geological Society of India*, 87 (January), 112-118.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2012). Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peribacaları. Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü I. Ulusal Coğrafya Sempozyumu, Erzurum.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2013). Determination of geo-diversity of lake tortum-tortum gorge valley and surrounding places (Uzundere-Erzurum and Yusufeli-Artvin) through Serrano and Ruiz-Flaño Method. *İ.Ü. Coğrafya Dergisi*, 27, 46–66.
- Kopar, İ., & Sevindi, C. (2013). Tortum Gölü'nün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri. *Türk Coğ. Derg.*, 60, 49–66.
- Koroğlu, F., & Kandemir, R. (2019). Vulnerable geosites of Çayırbağı-Çalköy (Düzköy-Trabzon) in the Eastern Black Sea Region of NE Turkey and their geotourism potential. *Geoheritage*, 11, 1101–1111.
- Martins, B., & Pereira, A. (2018). Residents' Perception and Assessment of Geomorphosites of the Alvão-Chaves Region. *Geosciences*, 8, 381.
- Migoñ, P., & Migoñ-Pijet, E. (2019). Natural disasters, Geotourism, and geointerpretation. *Geoheritage*, 11, 629–640.
- Lahn, E. (1944). Tortum Gölü ve Tortum Şelalesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0, 137-142.
- Likert, R., Roslow, S., & Murphy, G. (1934). A Simple and Reliable Method of Scoring The Thurstone Attitude Scales. *The Journal of Social Psychology*.
- Macfadyen, W.A. (1949). Indication of Geological Sites. *Geol. Mag.* 86, 196.
- Mata-Perelló, J., Carrión, P., Molina, J., & Villas-Boas, R. (2018). *Geomining Heritage as a Tool to Promote the Social Development of Rural Communities*. In *Geoheritage*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 167–177.
- McKercher, B. (2003). *Sustainable Tourism Development-Guiding Principles for Planning and Management*; The Hong Kong Polytechnic University: Hong Kong, China.
- Ólafsdóttir, R., & Tverijonaite, E., (2018). Geotourism: a systematic literature review. *Geoscience*, 8, (7), 1–16.

- Orhan, T. (2019). Tortum Çayı Vadisinin (Uzundere-Su Kavuşumu Arası) Jeopark Potansiyelinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Erzurum.
- Orhan, T., & Karahan, F. (2010). Uzundere İlçesi ve Yakın Çevresinin Ekoturizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 27-42.
- Özcan, K., & Tarakcıo, H. (2021). Türkiye’de Jeolojik Mirasın Korunması Üzerine Analitik Çerçeve. *TÜBA-KED*, 24, 145-158.
- Özgeriş, M. (2020). Sakinşehir Uzundere’nin Planlama ve Tasarım Çalışmaları Yönünden Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD., Erzurum.
- Özgeriş M., & Karahan, F. (2021a). Use of geopark resource values for a sustainable tourism: a case study from Turkey (Cittaslow Uzundere). *Environment, Development and Sustainability*, 23, 4270–4284. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00773-3>
- Özgeriş M., & Karahan, F. (2021b). Kalkınma Odaklı Mekânsal Tasarım ve Uygulama Girişimlerinin Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi: Sakin Şehir Uzundere Örneğinde Bir Çalışma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 45-58.
- Özgeriş, M., & Karahan, F. (2021c). Turizm Alanlarındaki Rekreasyonel Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği ve Sakin Şehir Politikaları: Uzundere (Erzurum) Örneğinde Bir Değerlendirme. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 11 (1), 103-117.
- Panizza, M. (2018). Outstanding Intrinsic and Extrinsic Values of the Geological Heritage of the Dolomites (Italy). *Geoheritage*, 10, 607–612.
- Panizza, M., & Piacente, S. (1993). Geomorphological assets evaluation. *Z. Geomorphol. Suppl.*, 87, 13–18.
- Planagumà, L., & Martí, J. (2018). Geotourism at the natural park of la garrotxa volcanic zone (Catalonia, Spain): Impact, viability, and sustainability. *Geosciences* 2018, 8, 295.
- PROGEO, (2017). *Geodiversity, Geoheritage & Geoconservation: The Progeo Simple Guide*. <http://www.progeo.ngo/publications.html> (Erişim Tarihi: 01.08.2023).
- Quesada-Román, A., & Pérez-Umaña, D. (2020). State of the art of geodiversity, geoconservation, and geotourism in Costa Rica. *Geosciences*, 10, 211.
- Reynard, E., & Brilha, J. (2018). *Geoheritage: A multidisciplinary and applied research topic*. In *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 3–9.

- Santos, D.S., Mansur, K.L., Seoane, J.C.S., Mucivuna, V.C., & Reynard, E. (2020). Methodological proposal for the inventory and assessment of geomorphosites: An integrated approach focused on territorial management geoconservation. *Environ. Manag.*, *66*, 476–497.
- Štrba, L., Kolačková, J., Kudelas, D., Kršák, B., & Sidor, C. (2020). Geoheritage and Geotourism Contribution to Tourism Development in Protected Areas of Slovakia—Theoretical Considerations. *Sustainability*, *12* (7), 2979.
- Sumanapala, D., & Wolf, I.D. (2022). Introducing Geotourism to Diversify the Visitor Experience in Protected Areas and Reduce Impacts on Overused Attractions. *Land*, *11*, 2118.
- Suyanto, A., Haryono, E., & Baiquni, M. (2020). Visitors satisfaction Monitoring Using Important Perform Analysis in Pindul Geoheritage-Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, *451*, 012043.
- Suzuki, D.A., & Takagi, H. (2018). Evaluation of geosite for sustainable planning and management in geotourism. *Geoheritage*, *10*, 123– 135.
- Tarakcio, H. (2020). Türkiye’de jeolojik mirasın korunması üzerine analitik bir çerçeve. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Tavares, A.O., Henriques, M.H., Domingos, A., & Bala, A. (2015). Community Involvement in Geoconservation: A Conceptual Approach Based on the Geoheritage of South Angola. *Sustainability*, *7*, 4893–4918.
- TOB, (2021). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 13. Bölge Müdürlüğü. Tortum Şelalesi Peyzaj Uygulama Projesi Yapım İşleri. <https://bolge13.tarimorman.gov.tr/Haber/907/Tortum-Selalesi-Peyzaj-Uygulama-Projesi-Yapim-Isleri-Devam-Ediyor> (Erişim Tarihi: 10.01.2024)
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (sixth ed.) Pearson, 1061 p, Boston.
- Terkenli, T.S. (2014). *Landscapes of Tourism. The Wiley Blackwell Companion to Tourism*, in Eds. Alan A., Lew, C., Michael H., Allan M. W., John Wiley & Sons.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu Merkezi Dağıtım Sistemi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim Tarihi: 01.03.2024)
- UNESCO, (1972). Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. <https://uis.unesco.org/en/glossary-term/natural-heritage> (Erişim Tarihi: 01.08.2023)

- UNESCO, (2023a). World Heritage List. <https://whc.unesco.org/en/list/> (Erişim Tarihi: 01.08.2023)
- UNESCO, (2023b). Tentative Lists. <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/> (Erişim Tarihi: 01.08.2023)
- UNESCO, (2023c). The Criteria for Selection. <https://whc.unesco.org/en/criteria/> (Erişim Tarihi: 01.08.2023).
- Xu, K., & Wu, W. (2022). Geoparks and Geotourism in China: A Sustainable Approach to Geoheritage Conservation and Local Development-A Review. *Land, 11*, 1493.
- Yeşil, P., Yeşil, M., & Yılmaz, H. (2008). Jeolojik miras alanlarının alternatif turizm kapsamında değerlendirilmesi: Ballica Mağarası örneği. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg, 39*, 241–248.
- Yeşilova, Ç. (2021). Potential geoheritage assessment; Dereçi travertines, Başkale, Van (east anatolian Turkey). *MANAS Journal of Engineering, 9* (1), 66-71.
- Yılmaz, A. (2002). Jeoparklar. *Bilim ve Teknik Dergisi, 417*, 64-68.
- Zhao, X., & Wang, M. (2002). National geoparks initiated in China: Putting geoscience in the service of society. *Episodes 25*, 33–37.
- Zouros, N. (2005). Assessment, protection, and promotion of geomorphological and geological sites in the Aegean area, Greece. *Geomorphol. Relief Process. Environ. 11*, 227–234.

Geri Dönüştürülmüş Kâğıt Hamuru Kullanan Kâğıt-Karton Fabrikalarında Meydana Gelen Yapışkan Madde Sorununun Nedenleri ile Tespit ve Giderme Yöntemleri

Sticky Problem Occuring In Paper-Cardboard Factories Using Recycled Paper

 İlayda MAMAK¹

Özet

Geri dönüşümlü kâğıtların hammadde olarak değerlendirilebildiği kâğıt endüstrisinde, geri dönüşüm sürekliliğinin sağlanabilmesi açısından, geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanımının getirdiği zorlukların en iyi şekilde analiz edilerek çözüme ulaştırılmaya çalışılması gerekmektedir. Kâğıt üretim sürecinde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılmasının beraberinde getirdiği önemli problemlerden biri de yapışkan maddelerin oluşumudur. Yapışkan maddeler, genellikle karton kutularda kullanılan yapıştırıcılar, mürekkepler veya kâğıt kaplama amacıyla kullanılan bileşiklerden kaynaklı oluşabilmektedirler. Sürekli bir proses olan kâğıt üretiminde bu tür yapışkan maddelerin çeşitli yollarla kâğıt makinesine taşınması başta üretim kaybına neden olan kâğıt kopmaları olmak üzere pek çok probleme yol açmaktadır. Bu sebeple özellikle geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılan kâğıt üretim proseslerinde yapışkan bileşiklerinin oluşmasına neden olan etkenlerin ve bertaraf yönteminin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada kâğıt üretim prosesinde meydana gelen yapışkan madde oluşum probleminin neden olan etkenlerin, yapışkan maddelerin yapısının, miktarının ve kontrol yöntemlerinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: geri dönüştürülmüş kâğıt, kâğıt üretimi, yapışkan madde problemi

Abstract

In the paper industry, where recycled paper can be considered as raw material, in order to ensure the continuity of recycling, the challenges brought by the use of recycled paper should be analysed in the best way and tried to be solved. One of the major problems associated with the use of recycled paper in the paper production process is the formation of sticky compounds. Sticky formation is usually due to adhesives, inks used in cardboard boxes, or compounds used for paper coating purposes. In paper production, which is a continuous process, the entry of such adhesive substances into the paper machine through various means causes many problems, especially paper breaks that cause production loss. For this reason, it is of great importance to determine the factors that cause the formation of sticky compounds and the removal method, especially in paper production processes using recycled paper. In this study, it is aimed to consider the structure, amount and control methods of the sticky substances, which are the factors that cause the sticky substance formation problem in the paper production process.

Keywords: paper production, recycled paper, sticky

1. Giriş

Artan dünya nüfusu ile çevre sorunlarının en önemli sorunlardan biri haline geldiği günümüzde, atık ürünlerin geri kazanılabilmesi gerek atıkların çevreye olan etkisinin azaltılması açısından gerekse sınırlı hammadde kaynaklarının verimli kullanılabilmesi açısından çok önemlidir. Kâğıt üretiminde geri dönüşüm, kısıtlı odun hammaddesi ve artan maliyetine rağmen kâğıt endüstrisinde üretim faaliyetlerinin artarak devam etmesini sağlayan en önemli etkenlerden biridir (Sjöström ve ark., 1987). Kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılması ile hava kirliliğinde %74-94 aralığında, su kirliliğinde %35, su kullanımında ise %45 azalma meydana gelebileceği belirtilmektedir (Batar ve Köksal, 2009). Bütün bunların yanı sıra kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılması ekonomik açıdan da avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, üretimde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanımı aynı zamanda birtakım dezavantaja da sahiptir. Bu dezavantajların en önemlisi, büyük miktarlarda çeşitli kirleticilerin kâğıt üretim sistemine dahil olmasıdır (Tarrés ve ark., 2018).

Lif dışı materyaller, ortalama altı veya sekiz defa geri dönüştürülebilen kâğıtların geri dönüşüm sayısının artması ve kâğıt atıkların diğer atıklar ile teması ile kâğıt üretim prosesine taşınmaktadır. Avrupa Kâğıt Geri Dönüşüm Konseyi'nin yayınladığı rapora göre 2020 yılında Avrupa'da tüketilen tüm kâğıt ve kartonların %73,9'u geri dönüştürülmüştür (European Paper Recycling Council, 2020). Kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş kâğıtların kullanılma oranı arttıkça temiz olarak nitelendirilen hammaddelerin bulunması da giderek zorlaşmaktadır.

Modern kâğıt hamuru ve kâğıt üretim fabrikalarında hem su kullanımının hem de atık deşarjının en aza indirilmesi hedeflendiği için proses suyu çevrimi gerçekleştirilmektedir. Ancak bu yolla suyun tekrar kullanımı, kâğıt hamurunda askıda ve çözünmüş madde miktarının artmasına bağlı olarak proseste yapışkan bileşiklerin ortaya çıkmasına sebebiyet verebilmektedir (Miao ve ark., 2013).

Bu sebeple üretim sürecinde geri dönüştürülmüş kâğıtlardan kaynaklanan zorluklardan bir tanesi de bu kâğıtlar ile gelen çeşitli maddelerin kâğıt prosesinde yapışkan halinde ortaya çıkmasıdır. Yapışkanlar, kullanılan kâğıtların geri dönüştürülmesi sürecinde çok çeşitli bileşenlerden oluşabilen ve yapışkan özellik gösteren her türlü madde olarak tanımlanır (Geng ve ark., 2020). Yapışkan olarak nitelendirilen maddelerin belirli bir kimyasal bileşimi olmamakla birlikte ortak özellikleri hidrofobiklik, yapışkanlık, düşük yüzey enerjisi, yumuşaklık ve deforme olabilirlik olarak belirtilebilir (Blanco Suárez ve ark., 2011).

Çalışma kapsamında kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş lifsel hammadde kullanımında ortaya çıkan, üretim verimliliği ve ürün kalitesi açısından büyük önem taşıyan yapışkan madde sorunu ele alınmıştır. Yapışkan maddelerin yapıları ve sınıflandırılması, kaynakları, tespit yöntemleri ve kontrol edilme süreçleri hakkındaki konular ele alınmıştır.

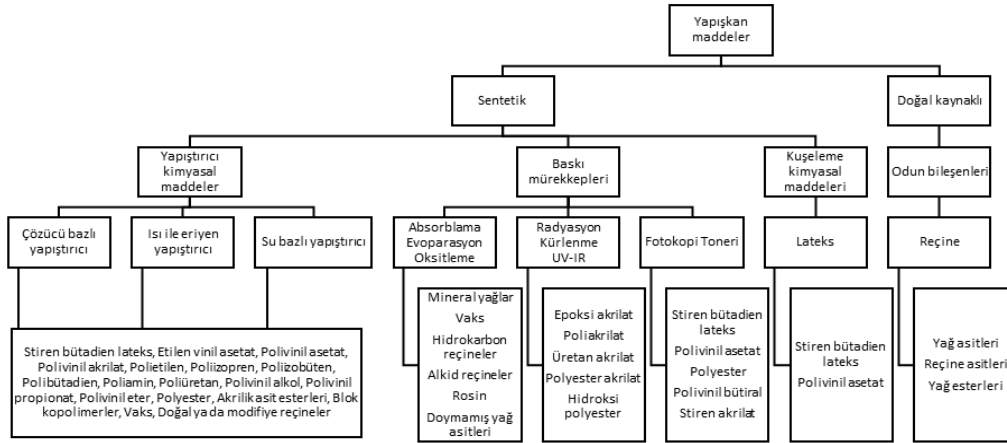
2. Yapışkan Maddelerin Yapısı ve Sınıflandırılması

Kâğıt yapımında kapalı su sistemlerinin kullanılması veya hammadde olarak geri kazanılmış kâğıt kullanım oranının artması gibi eğilimler nedeniyle, sistemde çözünmüş ve kolloidal malzeme olarak çok sayıda kirletici birikmektedir. pH, sıcaklık, konsantrasyon, yük ve kayma gerilimlerindeki değişiklikler dahil olmak üzere sistem koşullarındaki ani bir değişiklik ile dengenin bozulması, sistemdeki bu kirleticiler nedeniyle kâğıt yapım süreçlerini ve nihai ürünün kalitesini etkileyen yapışkan tortuları meydana getirmektedir (Monte ve ark., 2004; Yan ve ark., 2002).

Kâğıt endüstrisinde yapışkan madde olarak tanımlanan bileşenler organik ve sentetik kaynaklı olarak değerlendirilmektedir. Kaynak, üretim yöntemleri, kâğıt çeşitleri vb. etkenlere bağlı olarak yapışkan depozitlerin yapısı değişken ve karmaşıktır. Bu nedenle farklı çalışmalarda yapılan birçok sınıflandırma şekli görülebilmektedir.

Konu hakkında yapılan çalışmalarda genel kabul gören sınıflandırmanın yapışkan maddelerin boyutlarına göre yapıldığı görülmüştür (Sarja 2007). 100-150 µm yarıklı eleklerden geçemeyenler makro yapışkan olarak isimlendirilirken 100-150 µm yarıklı eleklerden geçebilenler mikro yapışkan olarak isimlendirilir (Andrew ve Hanuman, 2010; Doshi ve ark., 2003). Makro yapışkanlar için bir üst sınır yoktur ancak kaba tarama sonrasında çapı 2 cm'ye kadar olan yapışkanlar tespit edilmiştir (Kaltenegger, 2006). 1-5 µm'dan küçük çözünmüş ve kolloidal yapışkanlara ikincil yapışkanlar veya potansiyel ikincil yapışkan madde adı verilmektedir (Sarja, 2007).

Yapışkanlar boyutlarına göre sınıflandırılmasının yanı sıra oluşum kaynaklarına göre de sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, birincil ve ikincil yapışkanlar olarak yapılmaktadır (Blanco Suárez ve ark., 2011). Birincil yapışkanlar, kâğıt üretim süreci boyunca belirli koşullar altında yapışkan hale gelen ve hamur hazırlama sırasında ayrıştırılmadığı için sisteme taşınan katı parçacıklardır (Carre ve ark., 1998). İkincil yapışkanların kaynağı ise sistemde meydana gelen fizikokimyasal değişiklikler olarak gösterilebilmektedir (Blais ve ark., 1997). Ayrıca geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanan üretim sistemlerinde yapışkan kaynaklı depozitlerin oluşumuna neden olan kaynaklara ilişkin yapılan bir başka sınıflandırma da Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Geri dönüşüm kâğıdını hammadde olarak kullanan kâğıt fabrikalarında yapışkan oluşumuna neden olan etkenlerin kaynaklarına göre sınıflandırılması (Putz, 2000).

Geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılan kâğıt makinelerindeki potansiyel kirleticilerin içeriği, organik bileşikler, doğal ve sentetik polimerler ve ayrıca inorganik kimyasallar da dahil olmak üzere çok çeşitli bir kimyasal bileşen kaynağını kapsamaktadır. Yapışkanlar genellikle kâğıt yüzeyi kaplama maddeleri, kendinden yapışkanlı etiketler, mürekkep kalıntıları, mürekkep giderme kimyasalları ve reçineler gibi birden çok kirletici kaynağının kombinasyonu olarak meydana gelmektedir (Delagoutte ve ark. 2008; Miranda ve ark., 2008). Bir kâğıt fabrikasında ortaya çıkan yapışkan örneklerinin kimyasal analizi sonucunda yapışkan maddelerin talk, kalsiyum karbonat, lateks, silikon, trigliseritler, polifenoller ve amidler gibi bileşenleri içerdiği tespit edilmiştir (Lindberg ve Kirilova, 2012).

Kâğıtları bir arada tutmak veya istenilen formda ürün elde edebilmek adına kâğıt ile üretilen malzemelerin birçoğunda yapıştırıcı kullanımı mevcuttur. Bu ürünler ile birlikte geri dönüştürülmüş kâğıt üretim prosesine dahil olan yapıştırıcılar, yapışkan oluşumuna neden olmaktadır. Yapışkan oluşumunun temel kaynaklarından birisi olan yapıştırıcıların elde edilmesinde kullanılan polivinil asetat, poliakrilatlar, stiren bütadien kauçuk, etilen vinil asetat, stiren akrilat, butil kauçuk, poliizobüten, stiren bütadien, polivinil eter, polietilen, poliamid, poliüretan, poliizopren ve polivinil alkol bu kategoride yer alan en önemli polimerler arasındadır (Miranda ve ark., 2008). Geri dönüşümlü kâğıt kaynaklarından olan oluklu kartonların geri dönüşümü ile kâğıt prosesinde ortaya çıkabilen etilen vinil asetat gibi ısı ile eriyen yapıştırıcılar en zahmetli kirleticilerden bazılarıdır. Isı ile eriyen yapıştırıcıların neden olduğu problemler arasında kâğıt makinesi üzerinde tortu oluşumu, kâğıtta istenmeyen kirlilikler ve geri dönüşüm işlemleri sırasında çalıştırılabilirlik sorunları yer alır (Blazey ve ark. 2009).

Kâğıda koruma, sızdırmazlık gibi farklı özelliklerin kazandırılması amacıyla yüzey işlemlerinin uygulanması kâğıdın farklı alanlarda değerlendirilebilmesi için oldukça önemlidir. Ancak kâğıt yüzeyine uygulanan kaplama işlemlerinde bağlayıcı olarak kullanılan sentetik lateks kâğıt makinesi yüzeyinde yapışkan tortu oluşumuna neden olan etkenlerden biridir (Vahasalo ve Holmbom, 2006).

Sıcaklık ve pH değişiminin kalsiyum karbonat çözünürlüğünü etkileyerek sistemin anyonik ve katyonik yük dağılımının değişmesine neden olması sonucunda sistemde yapışkan madde birikimi görülebilmektedir. Azalan pH ile kalsiyum karbonat çözünürlüğü artmaya başlar ve sonuç olarak serbest kalsiyum iyonlarının konsantrasyonu artar. Çözünmüş kalsiyum iyonları kolloidal partiküllerin dengesini bozabilir ve kâğıt makinesinde depozit oluşumuna neden olabilir. Bir diğer yandan artan sıcaklıkla birlikte kalsiyum karbonat çözünürlüğü azaldığı için proseste meydana gelen ısı değişimleri yüzeylerde kireçlenme ve birikimler meydana getirebilmektedir (Lindberg ve Kirilova, 2012).

Yapılan başka bir çalışmada, kâğıt üretiminde sıkça kullanılan polimer katkı maddeleri olan katyonik poliakrilamid, katyonik nişasta ve polivinil alkolün yapışkan madde oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma kapsamında yapılan analiz ile üretim hattındaki katyonik poliakrilamidin daha büyük boyutlu yapışkanlar oluşturma eğiliminde olduğu ve bu nedenle gazete üretim hattında karşılaşılan makro yapışkanlık sorununun temel nedeninin katyonik poliakrilamid birikimi olduğu gösterilmektedir. Ek olarak, yapılan testler, farklı türdeki polimerlerin mineral partiküllerle etkileşerek farklı adsorpsiyon ve flokülasyon davranışları sergilediğini ortaya koymaktadır. Örneğin, katyonik poliakrilamid gibi iyi bir flokülasyon performansına sahip olanlar, makro yapışkan birikimi oluştururken, polivinil alkol gibi adsorpsiyon ve flokülasyon performansı daha zayıf olanlar, mikro yapışkan birikimine yol açma eğilimindedirler (Xu ve ark., 2017).

Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada, analizlerle tanımlanan %100 geri dönüştürülmüş kâğıt kullanan bir gazete kâğıdı fabrikasının farklı bölümlerinden gelen yapışkan maddelerin ana bileşenleri polivinil asetat, poliakrilatlar, stiren bütadien kauçuk ve yağ asitleri/reçine asitlerinin türevleridir. Yapışkan maddelerin makinenin farklı konumlarında farklı bileşimler gösterdiği belirtilmektedir. Polivinil asetat bileşikler daha çok kâğıt makinesinin kurutma bölümlerinde tespit edilmiştir. Stiren bileşiklerinin ise kurutma bölümünde depozit oluşturmaya daha az yatkın olduğu ve elek bölümünde birikmelere daha çok rastlandığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada mürekkep giderme hattı boyunca bu kirleticilerin uzaklaştırılma etkinliği incelenmiştir. İşlem sırasında toplam yapışkan madde içeriği önemli ölçüde azaltılsa da, tortularda bulunan bazı bileşiklerin seçici olarak ayrıştırılmadığı belirlenmiştir. Mukavva ve

karişik ofis atıkları gibi hammadde kaynakları ile birlikte gelen atık malzemelerin Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektroskopisi analizleri, bu malzemelerin bu tür yapışkan maddelerin ana kaynaklarından biri olduğunu göstermiştir (Miranda ve ark., 2008).

3. Yapışkan Maddelerin Kâğıt Üretimine Etkisi

Yapışkanların kâğıt hamuru ile birlikte kâğıt üretim prosesine dahil olması çeşitli problemlere yol açmaktadır. Karakteristik özelliklerinden dolayı bu maddeler hem birbirlerine hem de makinede bulunan kurutucu, keçe, boru gibi bölümlere çok iyi yapışabilmektedirler. Yapışkanların bu yüzeylerden temizlenebilmesi için üretim kayıpları ile önemli maliyetlere neden olan makine duruşları gerekmektedir (Bajpai, 2018). Yapışkan kaynaklı makine duruşları ayrıca kâğıt kopmalarından da kaynaklanarak kâğıt makinesinde akışı olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda müşteri şikâyetlerine neden olabilen, kâğıtta leke, delik gibi kalite sorunları da ortaya çıkmaktadır (Sarja, 2007). Bu yapışkan bileşiklerin süreç verimliliğine ve ürün kalitesine olan etkileri nedeniyle kâğıt prosesinden etkili bir biçimde uzaklaştırılmaları sürecin iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Söz konusu problemlerin sistematik gösterimi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Yapışkan maddelerin kâğıt üretimindeki olumsuz etkileri (Holik, 2006).

Özellikle günümüzde büyük bir çevre sorunu haline gelen petrol türevli plastik ambalajlara bir alternatif olması nedeniyle, çeşitli bariyer özellikleri kazandırılmış kâğıtların kâğıt makinesinin performansını etkilemeden geri dönüşüme katılabilmesi önemli konulardan bir tanesidir. Bu sebeple kâğıt makinesi performansını önemli ölçüde etkileyen yapışkan madde oluşumunun en iyi şekilde analiz edilerek bu problemin giderilmesi için etkili yöntemlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Yapışkan maddelerin, kâğıt makinesi keçesi üzerinde toplanması çoğu zaman akan kâğıt ağının kopmasının kaynağı olan tıkanmalara neden olur. Kâğıt makinesinde ortaya çıkan yapışkan oluşumu ile ilgili sorunların araştırılması sırasında, bu parçacıklar genellikle hamurdaki konsantrasyonlarıyla karakterize edilmektedir. Endüstriyel deneyimler ile kâğıt kopmalarının sıklığının hamurdaki yapışkan madde konsantrasyonu ile ilişkilendirilmenin

genellikle zor olduğu gösterilmiştir. Yapılan çalışmada yapışkan uzunluğu, yapışkan kalınlığı, yapışkanın oryantasyonunun matematiksel bir ifadesinin türetilmesi üzerine çalışılmıştır ve yapışkan probleminin sadece miktarsal olmadığı gösterilmiştir (Huber ve ark., 2013).

4. Kâğıt Bünyesinde Yapışkan Madde Tayini

Kâğıt üretiminde kullanılan geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru veya diğer lignoselülozik hammadde bünyesindeki yapışkan madde tayini farklı yöntemlerin kombinasyonu veya modifiye edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Genel olarak kullanılan yöntem ISO 15360-2, TAPPI T277 ve INGEDE metodunun kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerin genel uygulanmasında elek artıkları alınarak laboratuvar tipi kâğıt makinesinde süzgeç kâğıdı üzerinde siyah ya da mavi renkle boyanarak formasyon yapılmaktadır. Oluşan kâğıt safihası üzerinden fazlalık elek artıkları birinci kurutma işleminden sonra ayrılmaktadır. Bu ayırma işleminden sonra tekrar kurutulan kâğıt, klasik tarayıcılarda taranarak özel görüntü analiz programlarıyla yüzeydeki lekelerin sayımı yapılmaktadır. İşlem akışı Şekil 3'te verilmiştir. Aynı işlemin tekrarı bazı uygulayıcılar tarafından elenmiş lifler üzerinde de gerçekleştirildiği yapılan çalışmalarda görülmüştür (Friedrich ve ark., 2019).



Şekil 3. Yapışkan madde tayini (ISO 15360-2 ve TAPPI T277).

Makro ölçekli yapışkan maddelerin ölçümü için son yıllarda geliştirilen bir diğer metot da, yakın kızılötesi analiz metodudur. Yöntemde, laboratuvar ortamında yapılan kâğıtların yakın kızılötesi kamera yardımıyla her birim alanda 1320-1900 nm dalga boyunda spektral analizlerinin yapılması ile yapışkan madde ve diğerlerinin ayrımının yapılması gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem DIN SPEC 6725 standardı temel alınarak tanımlanmıştır. Süre açısından ve yapışkan maddelerin diğer bileşenlerden ayrılması açısından diğer yöntemlere göre avantajı bulunduğu belirtilmektedir (Friedrich ve ark., 2019).



Şekil 4. Yapışkan madde tayini (DIN SPEC 6725).

Yukarıda belirtilen yöntemlerin yanı sıra makro ve mikro boyutlu yapışkan maddelerin tespitinde kullanılan yöntemlerin isimleri Şekil 5’de gösterilmiştir (Putz, 2000; Doshi ve ark., 2003).

YAPIŞKAN MADDE TAYİN YÖNTEMLERİ	
<p>Makro boyutluların tayini</p> <ul style="list-style-type: none"> Florans spekt sayımı metodu Sulzer Escher Wyss metodu Southeast Paper metodu Boyama yöntemi Berol Metodu (HDPE film yöntemi) Buckman Metodu (Plastik şişe yöntemi) Doshi metodu (Mikrofoam yöntemi) Pira metodu (PM elek yöntemi) <p>Güncellemelerde eklenen yöntemler</p> <ul style="list-style-type: none"> INGEDE metodu PICK-UP metodu Solvent ekstraksiyon yöntemi Enzim metodu Pulmac metodu RMD yöntemi (Wet hansheet yöntemi) 	<p>Mikro boyutluların tayini</p> <ul style="list-style-type: none"> BEROL metodu (LDPE film) Buckman metodu Doshi metodu PIRA metodu PIRA modifiye yöntem (Nişasta ve İyot) Paprican metodu <p>Güncellemelerde eklenen yöntemler</p> <ul style="list-style-type: none"> Depozit birikim testi Solvent ekstraksiyonu IPST metodu UCM metodu Paprican termogravimetrik analizi TAPPI/Robert DeJong metodu

Şekil 5. Yapıştırıcı madde tayininde kullanılan yöntemlerin genel olarak sınıflandırılması.

Yapışkan maddelerin analiz edilerek problemin daha net açıklanabilir hale gelmesi için kullanılan spektroskopik yöntemler mevcuttur. Gaz kromatografisi, gaz-kütle spektroskopisi, FT-IR spektroskopisi, yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve jel geçirgenlik kromatografisi bu yapıların analiz edilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden bazılarıdır (Chai ve ark., 2006; Blazey ve ark., 1997; Licursi ve ark., 2016).

5. Yapışkan Madde Oluşumunun Kontrolü

Kâğıt makinelerinde, bahsedildiği gibi pek çok probleme neden olan yapışkan maddelerin makine ekipmanlarında ya da kâğıtta problem oluşturmaması için ya sistemden uzaklaştırılması ya da sisteme girmesinin engellenmesi gerekmektedir. Yapışkanların, kâğıt makinesi bileşenleri ve diğer ekipmanlar üzerinde tortularının oluşmasının önlenmesi için, daha büyük parçacıklar halinde toplanmadan önce, mümkün olduğunca erken devreden çıkarılmalıdır.

(Genest ve ark., 2015). Genel olarak, yapışkanlar fiziksel, kimyasal veya biyolojik olmak üzere üç yöntemle kontrol edilebilirler. Fiziksel yöntemler genellikle eleme, saflaştırma ve diğer mekanik işlemleri ifade etmektedir. Kimyasal yöntemler, kâğıt hamuruna kimyasal maddelerin eklenmesi ile ve adsorpsiyon, modifikasyon, dispersiyon, yüzey pasivasyonu ile yapışkanların giderilmesini, biyolojik yöntemler ise enzimle muamele gibi işlemleri ifade etmektedir (Shen ve ark. 2017). Yapışkan maddelerin kâğıt prosesinden uzaklaştırılması ya da sisteme girişinin engellenmesi üzerine yapılmış pek çok çalışma mevcuttur.

Yapışkan malzemelerin geri dönüşüm sürecinin başlarında çıkarılması, eleme ve pompalama işlemleri ile yapışkan maddelerin daha küçük parçalara ayrılması ile sistemden uzaklaştırılmasının zorlaşması nedeniyle önerilen yöntemlerden biridir (Hubbe ve ark. 2006). Yapılan bir çalışmada kaba eleme işlemi ile kâğıt hamurundaki toplam makro yapışkan miktarının %40 ila %50 oranlarında giderilebileceğinden bahsedilmektedir (Miranda Carreño ve ark., 2006).

Yapışkan maddelerin kontrolü amacıyla mineral maddelerin kullanımı da söz konusudur. Bu amaçla talk, bentonit, diatomit kullanılabilir. Kullanım yerlerinde bu mineral maddelerin bileşimi, renk ve pH üzerindeki etkileri dikkate alınmalıdır.

Katyonik polimer kullanımı yapışkan madde kontrolü için kullanılan bir başka metottür. Bu amaçla özellikle polidialil dimetil amonyum klorür ile birlikte akrilik asit veya akrilamid kullanımı yaygındır. Bunun yanı sıra poliakrilamid ve polialüminyum klorür de bu amaçla kullanılan katyonik polimer türlerindedir (Chakrabarti ve ark., 2011).

Kâğıt geri dönüşümü sırasında oluşan ve nihai ürün kalitesinin düşmesine neden olan yapışkan birikimi sorununun enzim muamelesiyle çözülmesi alternatif bir yöntem olarak belirtilmektedir. Yapışkan maddelerin giderilmesinde etkili yöntemlerden biri olarak gösterilen enzim ile yapışkan giderimi üzerinde yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur (Fitzhenry ve ark., 2000; Skals ve ark., 2008; Pei ve ark., 2013; Bajpai, 2010).

Yapılan çalışmalardan bir tanesinde, Meksika'da geri dönüştürülmüş kâğıt endüstrisinde bir yıl boyunca örneklenen yapışkanların karakteristik analizi yapılmıştır. Kimyasal yapılarına bağlı olarak lipazlar kullanılarak enzimatik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. FT-IR spektrometrisi ile yapılan analiz sonucunda yapışkan madde bileşiminde poli (bütil-akrilat), dioktil ftalat, polivinil asetat ve polivinil akrilat olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada Lipaz 30 G ve SebOil DG olarak isimlendirilen iki lipaz enziminin yapışkan madde giderimi üzerindeki etkinliği gösterilmiştir. İki enzim arasından belirlenen konsantrasyonlarda Lipaz 30 G kullanılmasıyla %35,59'luk bir yapışkan azalması elde edilirken SebOil DG kullanılması ile ise

Lipaz 30 G'ye göre daha düşük bir yapışkan azalması tespit edilmiştir (Ballinas-Casarrubias ve ark., 2020).

Bir diğer çalışmada da enzimatik yöntem ile yapışkanların giderimi önerilmiştir. Enzimlerin sıcaklık, pH ve organik çözücü gibi reaksiyon koşullarına duyarlı olması kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisinde enzim uygulamalarını sınırlayan etkenlerden biridir. Yüksek verimliliği ve termal kararlılığı sebebiyle seçilen esterazların ve lipazların kâğıt geri dönüşümündeki yapışkanlıkları giderme performansı değerlendirilmiştir. Esteraz ve amilaz, pektinaz, ksilanaz kombinasyonunun, yapışkan madde giderimi üzerinde ilave bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Enzim karışımındaki esteraz, amilaz, pektinaz ve ksilanazın optimum oranı 0,8: 0,6: 0,2: 0,5 olarak belirlenmiştir. Bu oranlardaki karışım ile gerçekleştirilen deneyde yapışkan madde miktarının %76,5'i enzim bozulmasına uğramıştır. Aynı zamanda enzim karışımı ile muameleden sonra hamurun fiziksel özelliklerinin iyileştiği görülmüştür (Zhang ve ark., 2017).

Yüzdürme işlemi yapışkanların gideriminde kullanılabilecek alternatif yöntemlerden biridir. Özellikle mikro yapışkan ve basınca duyarlı yapıştırıcıların gideriminde etkili olduğu belirtilmektedir (Lee ve Kim, 2006; Bentley, 2000). Kâğıt prosesinde meydana gelen yapışkan maddelerin yüzdürme yöntemi kullanılarak giderilmesinin incelendiği çalışmalardan biri Sarja ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, toplam yapışkan madde miktarının belirlenmesi için bir analiz yöntemi geliştirilerek yapışkanların boyut dağılımının ve özelliklerinin belirlenmesi ve mürekkep giderme sürecinde yapışkanları daha iyi çıkarmanın yollarının araştırılması olarak belirtilmiştir. Yapılan çalışma ile tetrahidrofuran ile ekstraksiyon ve yüksek basınç sıvı kromatografisi türlerinden biri olan boyut dışlama kromatografisi kullanılarak hidrofobik polimerlerin hamur süspansiyonundan ayrılması hedeflenmiştir. Boyut dışlama kromatografisi işleminden sonra polimerlerin miktarı evaporatif ışık saçılım dedektörü kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçları kullanılan kâğıt hamurundaki yapışkan madde içeriğinin çoğunluğunun mikro yapışkan olduğunu göstermiştir. Tespit edilen yapışkanların giderilmesi için uygun yöntem olarak yüzdürme yöntemi belirlenmiştir. Mikro yapışkan ve mürekkeplerin hidrofobik yapısı ve yüzdürme ile giderilmeye uygun boyut aralığında olması nedeniyle yüzdürme yöntemiyle hemen hemen eşit oranda giderilmiştir (Sarja, 2007).

Yüzdürme yöntemi ile yapışkan madde giderimi üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise, yüzdürme işlemi öncesinden alınan üç farklı kâğıt hamurunda yapışkan madde giderimi üzerine çalışılmıştır. Hamur süspansiyonunda bulunan yapışkan miktarında yüzdürme işlemi uygulandıktan sonra birinci kâğıt hamuru numunesinde %58, ikinci kâğıt hamuru numunesinde %66, üçüncü kâğıt hamuru numunesinde %58,1 azalma gözlemlenmiştir (Kuňa ve ark., 2021).

Yapışkan maddelerin kâğıt hamuru üretimindeki su sisteminden uzaklaştırılması için bir başka yöntem, yapışkanların bir mineral yüzeye adsorbe edilmesi ve ardından oluşan bileşimin kâğıt yapısına dahil olması ile nihai ürün içinde makineden dışarı taşınmasıdır (Gribble ve ark., 2010). Bu konu üzerine Blazey ve arkadaşları yaptıkları çalışmada değinmişleridir. Yapılan çalışmada, ısı ile eriyen yapıştırıcılardan kaynaklanan yapışkan madde oluşumu problemlerinin analitik yöntemler ile tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Katyonik polimer sabitleyici ile birlikte modifiye bir smektit kilinin kullanılması ile ısı ile eriyen yapıştırıcılardan kaynaklı yapışkan madde oluşumu probleminin giderilmesi amaçlanmıştır. Smektit kilinin yüksek yüzey alanı, yapışkan maddelerin etkili bir şekilde absorblanmasını ve pasifize edebilmesini sağlarken, katyonik polimer sabitleyicinin de smektit/yapışkan bileşiğinin tutularak uzaklaştırılmasını sağladığı belirtilmiştir. Bu uygulama sonucu kâğıt özelliklerinde iyileşme ve makine üzerinde kirlilik oluşumunda azalma tespit edilmiştir (Blazey ve ark., 2009).

Kâğıt makinesinde yapışkan maddelerin sebep olduğu olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla, yapışkanların yüzey özelliklerini değiştiren ve yapışkanlıklarını azaltan pasifleştirici yüzey aktif maddeler kullanılması önerilen yöntemlerden biridir (Chakrabarti ve ark., 2011).

6. Sonuçlar ve Öneriler

Kâğıt üretiminde hammadde kaynağı olarak geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılması gün geçtikçe daha da yaygın hale gelmektedir. Bu durum kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanılması nedeniyle meydana gelen proses ve ürünün kalite sorunlarının etkili yöntemlerle çözülmesi gerekliliğini doğurmaktadır. Kâğıt üretiminde geri dönüştürülmüş kâğıt hamuru kullanımının sebep olduğu problemlerden bir tanesi de yapışkan madde oluşumudur. Yapışkan madde oluşumu kâğıt kopmalarından kâğıtta kalite düşüklüğüne kadar pek çok soruna yol açmaktadır.

Kâğıt üretim prosesinde meydana gelen yapışkan madde oluşumu sorununun çözümü için etkin bir yöntem belirlenebilmesi için öncelikle yapışkan madde yapısının ve miktarının iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapışkan madde oluşumunu etkileyen etkenler doğru bir şekilde belirlenmeli ve bu doğrultuda bir yol haritası çizilmelidir.

Kâğıt üretiminde yapışkan madde oluşumunun neden olduğu problemlerin önüne geçebilmek için bu konuda yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genel olarak yapışkan maddelerin kâğıt üretim prosesine dahil olmasının engellenmesi için uygulanabilecek yöntemler ve kâğıt üretim prosesinde meydana gelen yapışkan maddelerin giderilmesi amacıyla uygulanabilecek yöntemlerden bahsedilmektedir.

Yapılan çalışmalarca etkinliği gösterilmiş pek çok yöntem mevcuttur. Bunlardan bazıları eleme, enzim ile muamele, flotasyon, adsorpsiyon ve pasivizasyondur. Ortaya çıkan yapışkan madde boyutuna da bağlı olarak yaklaşık %30 ila %70 arasında giderim sağlanabilen yöntemler gösterilmiştir. Kâğıt üretim prosesinde karşılaşılan en büyük problemlerden biri olan bu yapışkan soruna yönelik hala tek bir çözüm yöntemi geliştirilememiştir. Bu nedenle özellikle kâğıt makineleri özelinde yapılan çalışmaların artırılması ile yapışkan maddelerin yapısı ve neden olan etkilerin daha doğru bir şekilde belirlenmesi sağlanmalı ve yöntemlerin büyük ölçekte uygulanabilirliğinin gösterilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın tamamlanmasına katkıda bulunan Prof. Dr. Esat Gümüşkaya'ya araştırma süreci boyunca sağladığı değerli destek ve geribildirimleri için içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Andrew, J., & Hanuman, A. (2010). Measurement of total stickies (macro, micro and potential secondary stickies).
- Bajpai, P. (2018). Stickies Control. In *Biotechnology for Pulp and Paper Processing* (pp. 419-430). Springer, Singapore.
- Bajpai, P. K. (2010). Solving the problems of recycled fiber processing with enzymes. *BioResources*, 5(2), 1311-1325.
- Ballinas-Casarrubias, L., González-Sánchez, G., Eguiarte-Franco, S., Siqueiros-Cendón, T., Flores-Gallardo, S., Duarte Villa, E., ... & Rascón-Cruz, Q. (2020). Chemical Characterization and Enzymatic Control of Stickies in Kraft Paper Production. *Polymers*, 12(1), 245.
- Batar, T., & Köksal, N. S. (2009). Atık Bor, Atık Kâğıt ve Perlit Katkılı Sıva Malzemesinin Üretimi ve Karakterizasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 18(72).
- Bentley Jr, D. J. (2000). An industry success story about PSAs and cooperation. *Paper, Film and Foil Converter*, 74(4), 28.
- Blais, S., Chabot, P., Gaudreault, R., & Tremblay, C. (1997). Methodology for the Determination of Stickies Concentration in Bleached Kraft Recycled Pulp Using an Interactive Image Analyzer.
- Blanco Suárez, Á., Miranda Carreño, R., Negro Álvarez, C. M., García Suárez, C., Garcia-Prol, M., & Sanchez, A. (2011). Full characterization of stickies in a newsprint mill: the need for a complementary approach. *Ene*, 12, 31.

- Blazey, M. A., Chen, G. C., Edmonds, C. B., & Grimsley, S. A. (2009). Eliminating a Common OCC “Stickies” Problem. 2007 TAPPI 8th Research Forum on Recycling.
- Blazey, M. A., Grimsley, S. A., & Chen, G. C. (1997). Effective use of FT-IR spectroscopy in troubleshooting spot & deposit problems. In *Engineering And Papermakers-Conference-* (Pp. 993-998). Tappi Press.
- Carre, B., Brun, J., & Galland, G. (1998). incidence of the destabilization of the pulp suspension on the deposition of secondary stickies. *Pulp & paper Canada*.
- Chai, X. S., Samp, J. C., Yang, Q. F., Song, H. N., Zhang, D. C., & Zhu, J. Y. (2006). Determination of microstickies in recycled whitewater by headspace gas chromatography. *Journal of chromatography A*, *1108*(1), 14-19.
- Chakrabarti, S., Verma, P., Tripathi, S., Barnie, S., & Varadhan, R. (2011). Stickies: management and control. *IPPTA J*, *23*, 101-107.
- Delagoutte, T., Kumar, S., & Rastogi, A. K. (2008). Stickies balance: an efficient tool to improve your process efficiency. In 13th PTS/CTP Deinking Symposium, Leipzig, Germany (pp. 15-17).
- Doshi, M. R., Moore, W. J., Venditti, R. A., Copeland, K., Chang, H. M., Putz, H. J., ... & Robinson, D. (2003). Comparison of macrostickies measurement methods. *Progress in paper recycling*, *12*(3), 34-43.
- European Paper Recycling Council. (2020). Monitoring Report 2020 European Declaration on Paper Recycling 2016–2020. https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/07/WEB-PAGES_EPRC-Monitoring-Report-2020_20210716.pdf
- Fitzhenry, J. W., Hoekstra, P. M., & Glover, D. (2000). Enzymatic stickies control in MOW, OCC and ONP furnishes. In *Tappi pulping, process and product quality conference*, Boston, MA (Vol. 315).
- Friedrich, L., Fröbus, M., Schuster, S., Albrecht, F. (2019). Reliable and simple determination of stickies applying NIR measurement – establishing a new standard for the paper industry, Paper Technology International, Technical Report.
- Genest, S., Petzold, G., & Schwarz, S. (2015). Removal of micro-stickies from model wastewaters of the paper industry by amphiphilic starch derivatives. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *484*, 231-241.
- Geng, Y., Jing, Y., Wang, S., & Qian, H. (2020). Synthesis of chitosan composite microspheres and their application for the removal of stickies in the recycled paper. *Journal of Polymer Research*, *27*(4), 1-7.

- Gribble, C. M., Matthews, G. P., Gantenbein, D., Turner, A., Schoelkopf, J., & Gane, P. A. C. (2010). Adsorption of surfactant-rich stickies onto mineral surfaces. *Journal of Colloid and Interface Science*, 352(2), 483–490. doi:10.1016/j.jcis.2010.07.062
- Holik, H. (Ed.). (2006). Handbook of paper and board. John Wiley & Sons.
- Hubbe, M. A., Rojas, O. J., & Venditti, R. A. (2006). Control of tacky deposits on paper machines—A review. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 21(2), 154-171.
- Huber, P., Delagoutte, T., & Ossard, S. (2013). The concept of stickies exposure for paper recycling processes. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 28(1), 82-93
- Kaltenegger, M. (2006). Development in screening of stickies (in German). *Wochenbl Papierfabr*, 134(14-15), 859-862.
- Kuňa, V., Balberčák, J., Boháček, Š., & Ihnát, V. (2021). Elimination of Adhesive Impurities Of The Recovered Paper In Flotation Process. *Wood Research*, 66(2), 221-230.
- Lee, H. L., & Kim, J. M. (2006). Quantification of Macro and Micro Stickies and Their Control by Flotation in OCC Recycling Process. *Appita: Technology, Innovation, Manufacturing, Environment*, 59(1), 31–36.
- Licursi, D., Antonetti, C., Martinelli, M., Ribechini, E., Zanaboni, M., & Galletti, A. M. R. (2016). Monitoring/characterization of stickies contaminants coming from a papermaking plant—Toward an innovative exploitation of the screen rejects to levulinic acid. *Waste management*, 49, 469-482.
- Lindberg, S., & Kirilova, S. (2012). Sticky Deposits in Tissue Manufacturing Process.[Master's Thesis]. Chalmers University Of Technology.
- Miao, Q., Huang, L., & Chen, L. (2013). Advances in the control of dissolved and colloidal substances present in papermaking processes: A brief review. *BioResources*, 8(1), 1431-1455.
- Miranda Carreño, R., Blanco Suárez, Á., Negro Álvarez, C. M., & Tijero Miquel, J. (2006). Stickies removal in a deinking line of a newsprint mill: Efficiency of the different process stages. *Cellulose Chemistry and Technology*, 40(9-10), 775-782.
- Miranda, R., Balea, A., Blanca, E. S. D. L., Carrillo, I., & Blanco, A. (2008). Identification of recalcitrant stickies and their sources in newsprint production. *Industrial & engineering chemistry research*, 47(16), 6239-6250.
- Monte, M. C., Blanco, A., Negro, C., & Tijero, J. (2004). Development of a methodology to predict sticky deposits due to the destabilisation of dissolved and colloidal material in papermaking—application to different systems. *Chemical Engineering Journal*, 105(1-2), 21-29.

- Pei, J. C., Dun, Q. X., Wang, H. Y., & Zhang, F. D. (2013). Clean Method for Stickies Control with StickAway Enzyme in ONP Pulps. *Advanced Materials Research*, 690-693, 1426–1430. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.690-693.1426
- Putz, H. J. (2000). Stickies in recycled fiber pulp. *Papermaking Science and Technology*, Book, 7, 441-498.
- Sarja, T. (2007). Measurement, nature and removal of stickies in deinked pulp (Vol. 68, No. 04).
- Shen, Z., Pei, J., & Zhang, F. (2017). Using phospholipase to control natural stickies in old newspaper pulp and the reaction mechanism therein. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 32(2), 283-288.
- Sjöström, J., Holmbom, B., & Wiklund, L. (1987). Chemical characteristics of paper machine deposits from impurities in deinked pulp. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 2(4), 123-126.
- Skals, P. B., Krabek, A., Nielsen, P. H., & Wenzel, H. (2008). Environmental assessment of enzyme assisted processing in pulp and paper industry. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2), 124-132.
- Tarrés, Q., Area, M. C., Vallejos, M. E., Ehman, N. V., Delgado-Aguilar, M., & Mutjé, P. (2018). Key role of anionic trash catching system on the efficiency of lignocellulose nanofibers in industrial recycled slurries. *Cellulose*, 25(1), 357-366.
- Vahasalo, L. J., & Holmbom, B. R. (2006). White pitch deposition and styrene-butadiene-rubber binder content in paper mill process waters. *Appita: Technology, Innovation, Manufacturing, Environment*, 59(3), 213-217.
- Xu, R., Wang, C., Wu, S., & Chen, K. (2017). Effects of the polymeric additives on the stickies formation in recycled fibers based papermaking process. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 32(4), 647-655.
- Yan, Z., Zhao, Y., Deng, Y., & Yang, J. (2002). The effect of pressure-sensitive adhesive properties on screenability.
- Zhang, Z., Lan, D., Zhou, P., Li, J., Yang, B., & Wang, Y. (2017). Control of sticky deposits in wastepaper recycling with thermophilic esterase. *Cellulose*, 24(1), 311-321.

The Impact of Blue-Green Infrastructure on Climate Resilience for Hydrometeorological Hazards: The Case of Bayraklı, İzmir*

Mavi-Yeşil Altyapının Hidrometeorolojik Tehlikeler İçin İklim Direncine Etkisi: İzmir Bayraklı Örneği

 Çiğdem COŞKUN HEPCAN¹,  Aybüke CANGÜZEL¹

Abstract

Urban areas are one of the most affected systems by climate change. Blue-green infrastructure systems make significant contributions to reducing the vulnerability against climate change and disaster risks in urban areas and adapting to the climate with the ecosystem services they provide. This study aims to determine blue-green infrastructure (BGI) and their water related disaster mitigation functions in Bayraklı, İzmir. Therefore, the research question is defined as: how effective the existing BGI of Bayraklı is to handle a 100-year frequency storm. In this context, the components of BGI were defined, and their runoff were calculated by considering a 100-year frequency storm event taking into account their ecological characteristics of these areas, such as vegetation, and surface permeability. The findings showed that BGI is inadequate to remove 1269857,30 m³ stormwater runoff from the city in the events of a 100-year of rainfall. Potential water retention capacity of BGI varies according to characteristics of the green infrastructure components. Based on the outcomes of the study, recommendations were presented to increase climate resilience of Bayraklı district by the existing BGI.

Keywords: Climate Change, Ecosystem Services, Flood Mitigation, Natural Infrastructure

Özet

Kentler, iklim değişikliğinden en çok etkilenen sistemlerden biridir. Mavi-yeşil altyapı sistemleri sağladığı ekosistem servisleriyle kentlerde iklim değişikliğinden etkilenebilirliğin ve afet riskinin azaltılmasına, dolayısıyla iklim değişikliğine uyum sağlanmasına önemli katkılarda bulunur. Bu nedenle araştırma sorusu, Bayraklı'nın mevcut mavi-yeşil altyapısının 100 yıl tekerrürlü yağışlar karşısında ne kadar etkilidir? şeklinde tanımlanmıştır. Bu kapsamda mavi-yeşil altyapı bileşenleri tanımlanmış, 100 yıl tekerrürlü yağışın gerçekleşmesi durumunda bu alanlarda yüzey akışa geçecek su miktarları hesaplanmıştır. Araştırmada mavi yeşil altyapının ilçenin % 37'sini kapladığı bu alanların birbiriyle bağlantılı bütüncül bir sistem oluşturmadığı belirlenmiştir. 100 yıl tekerrürlü yağışta mavi yeşil altyapı bileşenlerinde 1269857,30 m³ suyun yüzey akışla tutulamadığı belirlenmiştir. Çalışmada, Bayraklı ilçesinin mevcut mavi-yeşil altyapısının olası ekstrem yağışlara karşı yeterli su tutma kapasitesine sahip olmadığı, bu durumun yeşil altyapı bileşenlerinin özelliklerine göre değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bulgular doğrultusunda iklim değişikliği ve ekstrem yağış miktarları göz önünde bulundurularak mevcut mavi-yeşil altyapının ve kentin iklim direncinin artırılmasına yönelik uyum önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğal Altyapı, Ekosistem Servisi, İklim değişikliği, Kent Seli Önleme

Received: 01.01.2024, Revised: 23.04.2024, Accepted: 04.06.2024

Address: ¹Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture

²Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

E-mail: cigdem.coskun.hepcan@ege.edu.tr

*The early version of this paper was presented in 3th International Disaster & Resilience Congress (IDRC-2021).

1. Introduction

Cities are extremely vulnerable to climate hazards due to high levels of impermeable surfaces and the lack of infrastructure that cannot handle extreme events. Furthermore, urban floods are one of the most significant problems that are exacerbated by climate change in terms of intensity and frequency (IPCC, 2013- 2023). In addition, there are critical consequences of socio-economic problems such as structural damage, financial loss, and health issues caused by floods.

Urban floods have become increasingly frequent in many cities across the globe (WMO, 2023; WRR, 2023; Alves et al., 2018; Donnell & Thorne, 2020; Ncube & Arthur, 2021). In 2021, floods became the most frequent natural disaster, increasing by approximately %48, causing 4,393 deaths and direct economic losses reaching USD 74.607 billion compared for the last 30 years (1991-2020) (GNDAR, 2022). For example, Pakistan experienced the worst floods in decades during monsoon season. In four months (from June to September) the country received almost three times more rainfall in the 30-year average. One third of the country and almost eight million people were affected, and they had to be displaced (MSRNA, 2022). In 2023 nearly every region of the world was inundated with floods. Libya (Derna) experienced one of the most tragic floods incidences with more than 4,000 casualties (CRED, 2023). According to annual Meteorological Disaster Assessment Reports, urban floods are the most common meteorological disaster in Turkiye. 38% of extreme weather events in 2023 were heavy rainfall and floods. Since 1940 the year highest flood disaster has been 2023 has the highest flood disaster (TSMS, 2000-2021-2022-2024). In 2023, due to the floods in Adıyaman and Şanlıurfa, 21 people lost their lives and more than three thousand houses were damaged. Additionally, 18 people died floods in İstanbul, Kırklareli, Batman, Zonguldak and Diyarbakır (TSMS, 2024).

It is clear that there is an urgent need for proactive solutions to mitigate problems related to urban flooding (Sørensen et al., 2016). The United Nations 2022 Report emphasizes that very few measures have been taken to prevent disasters in cities, and much more efforts are needed to tackle the problem. In this context, Blue-Green Infrastructure-BGI (natural infrastructure) is recommended as an effective tool for climate change adaptation and mitigation (UNEP, 2022).

BGI is defined as the network of blue and green elements of nature across urban and rural landscapes that deliver social, economic and ecological benefits supporting ecosystem functions and societal wellbeing (Mell & Scott, 2023) (Figure 1). BGI can play an important role to increase urban resilience to climate change by providing multiple ecosystem services

such as air, water and soil quality improvement, urban cooling, carbon sequestration and biodiversity increase (Ncube & Arthur, 2021; Coşkun Hepcan & Cangüzel, 2021; Yüksel & Coşkun Hepcan, 2023). BGI alleviates the risk of urban flooding and potential effects of climate change by reducing surface run off and complementing grey infrastructure's ability to cope with water during flooding (Thorne et al., 2015). Therefore, BGI is being considered as the best alternative to grey infrastructure. The European Adaptation Strategy and United Nations have emphasized the use of BGI. Furthermore, BGI has become popular over the recent years in urban planning with one of its major functions that reduces urban flooding risk by detention, retention and infiltration of stormwater (Sörensen & Emilsson, 2019; Coşkun Hepcan, 2019; Pallathadka et al., 2022; Cangüzel, 2022). BGI also has the potential of achieving urban sustainability by fulfilling the Sustainable Development Goals 9,11,13.



Figure 1. Potential components of BGI.

Like many other cities, İzmir is also highly affected by urban floods. According to Turkish Meteorological Service, floods are the most frequent climate related hazard after storms in Turkey between 2010 and 2021, and İzmir is one of the prominent cities with the highest number for floods (TSMS, 2022). The city has experienced more than 95 urban floods in these twelve years period. Bayraklı is one of the districts that was seriously affected by these hydrometeorological events and urgent climate actions are required to be taken in the district. In this study, it is aimed to determine the hydrometeorological disaster prevention functions of BGI in Bayraklı. Therefore, the research question of the study is defined as: how effective the existing BGI of Bayraklı is to handle a 100-year frequency storm.

2. Material and Method

2.1. Material

In this research WorldView2 and Sentinel satellite images, soil maps, and meteorological data were used to generate dataset for analysis.

2.1.1. Study Area

Bayraklı is one of the central districts of İzmir with an area of 25,06 km² and population of 306.988 inhabitants (TUİK, 2020). It is located between the northeast corner of İzmir Bay and the southern slopes of Yamanlar Mountain (27°6'42"E 38°30'32"N – 27°12'26"E 38°27'1"N) (Figure 2). The climate of the study area is Mediterranean with an average annual temperature of 17,9 °C and precipitation of 713,8 mm.

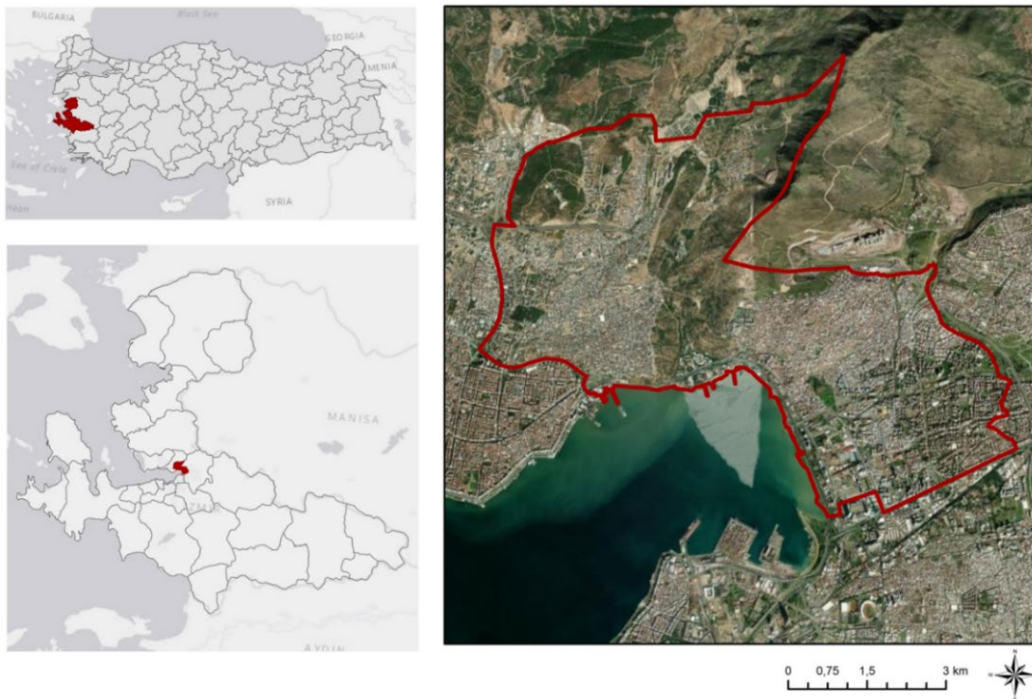


Figure 2. Study area.

The district includes both residential and commercial settlements. The urban area is settled on the lowlands (coastal plain) in the East, on hilly areas in the West and North. It receives extreme rain occasionally and experiences fluvial, pluvial, and coastal floods. For instance, for the last three years, Bayraklı experienced severe precipitation events and floods. Especially in 2021 the district received approximately 140 mm rain fell within only eight-hour period, causing pluvial and fluvial flooding (TSMS, 2021).

2.2. Method

The methodology of the study has two stages: defining BGI and calculating the surface runoff potential of the BGI.

BGI map were derived from orthorectified WorldView2 satellite image (Pan+MSbundle, 0.5 m ground resolution, dated September 2018) and SENTINEL (2020) by screen digitization. Natural areas, agricultural lands, urban parks, playgrounds, private and institutional gardens, green (street) corridors, river corridors and water bodies larger than 150 m² were defined as BGI components. Then, based on their shape they were defined as patches and corridors.

In this research surface runoff values of BGI are considered as retention potential to mitigate urban flood risk. The SCS-CN method was used to estimate the surface runoff of the components of BGI (USDA, 1989) based on the soil type, permeability capacity, and vegetation cover.

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad (1)$$

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4 \quad (2)$$

$$V_r = \frac{Q \times A}{1000} \quad (3)$$

In the equation Q is runoff (mm), S is potential maximum retention after start of runoff (mm), P is rainfall (mm), CN is a runoff curve number, Vr is the volume of runoff (m³), and A is the size of the drainage area (m²). CN numbers were interpreted based on USDA (1989) and İzmir Soil map. Runoff calculations were made based on 192 mm rainfall event that represents total rainfall based on a 100-year return period with 24-hour duration rainfall for İzmir (TSMS, 2020). The meteorological data for a 100-year frequency storm for İzmir was obtained from Turkish Meteorological Service.

3. Results and Discussion

BGI covers 37 % (9.35 km²) of Bayraklı. The BGI is dominant with patches (97%). The largest proportion of BGI is natural areas that occupy 79 % of the BGI. These areas form a large intact patch with phrygana vegetation, lie from the North to South in the center of the district and divides the urban area into two sections. The urban area expands on the coastal plain in the east, on the hills in the west (Figure 3, Table 1).

Table 1. Elements of BGI and their runoff value (retention potential).

Land use/cover type	Area km ²	Area % of BGI	Runoff m ³
Natural vegetation	7,38	78,93	1000529,04
Agricultural area	0,30	3,21	40071,00
Park	0,53	5,67	73484,40
Garden	0,39	4,17	52640,98
Cemetery	0,11	1,18	13948,75
Open space	0,51	5,45	69504,02
Canal	0,13	1,39	-
Total	9,35	100	1269857,30

Urban parks occupy just 5% of the BGI, they are unevenly distributed throughout the study area with smaller patches in the east and west, and with larger patches on the coast. Most of the parks are neighborhood parks located between building blocks with low tree canopy coverage. Their size is mostly between 1000 and 2000 m². Linear coastal parks on the bay and by the river are the largest parks among them. Agricultural lands cover only 0.30 km² area and they are mostly located at the edge of the urban development zone as small patches near the natural land in the east and northwest. Private and institutional gardens occupy a small percentage of the district with 0.39 km². They are mostly located in the new urban development zones (Figure 3, Table 1).

Open spaces between building lots with little or no vegetations are scattered homogeneously in the urban development zone. They occupy 0.51 km² of area of different size in the district. Corridors cover only 3% of the district and they are composed of green and blue corridors. The total length of green corridors is 11,5 km while blue corridors is 10 km. There are two blue (engineered) corridors. The first one, Bornova River extends from east to west in the east and meets its tributary, Laka River. The other one, Ilcadere located in the west lies in the North to south direction. The width of the blue corridors varies (Table 1, Figure 4).

Results showed that in the event of 100-year rainfall, 4812082,56 m³ rainwater will reach the study area and more than $\frac{3}{4}$ of this rainfall will be surface runoff. While natural areas have the highest runoff retention potential with 1000529,04 m³, parks follow them with 73484,40 m³ (Table 1, Figure 4). The estimated runoff retention of open spaces with little or no vegetation is close to the parks that is 69504,02 m³. Runoff retention potential of private gardens is

predicted as 52640,98 m³. Agricultural lands and the cemetery have 40071 m³ and 13948,75 m³ runoff retention potential, respectively.

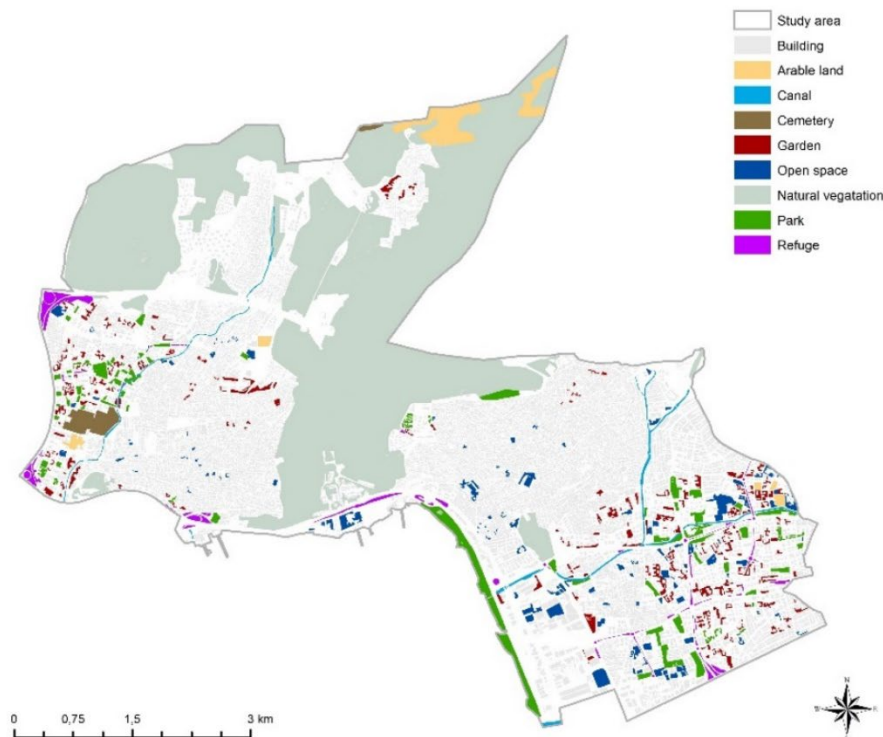


Figure 3. BGI of Bayraklı.

The runoff retention potential of BGI was analyzed by a 100-year precipitation event and that gave a clear picture for the conditions of BGI and the district. Outputs of the study prove that in the event of extreme precipitation, the existing grey infrastructure and BGI of the study area is not efficient to protect the district from urban flood. This is related to both the capacity of the grey infrastructure and physical and ecological characteristics of BGI, such as plant cover, size, and inclination of the area. It is obvious that grey infrastructure built for a 15-year precipitation event (appr. 4,5 mm/hour) in the district is unable to collect runoff and mitigate the flood risk. Actually, this is a common problem for many cities because it is routine that grey infrastructure is mostly designed and built for the return period of 10 to 25 years that is unlikely to cope with the extremes of climate change. BGI in Bayraklı was not designed as water sensitive areas. Additionally, the increased volumes of rapid runoff result in overflow in the engineered rivers fluvial flooding.

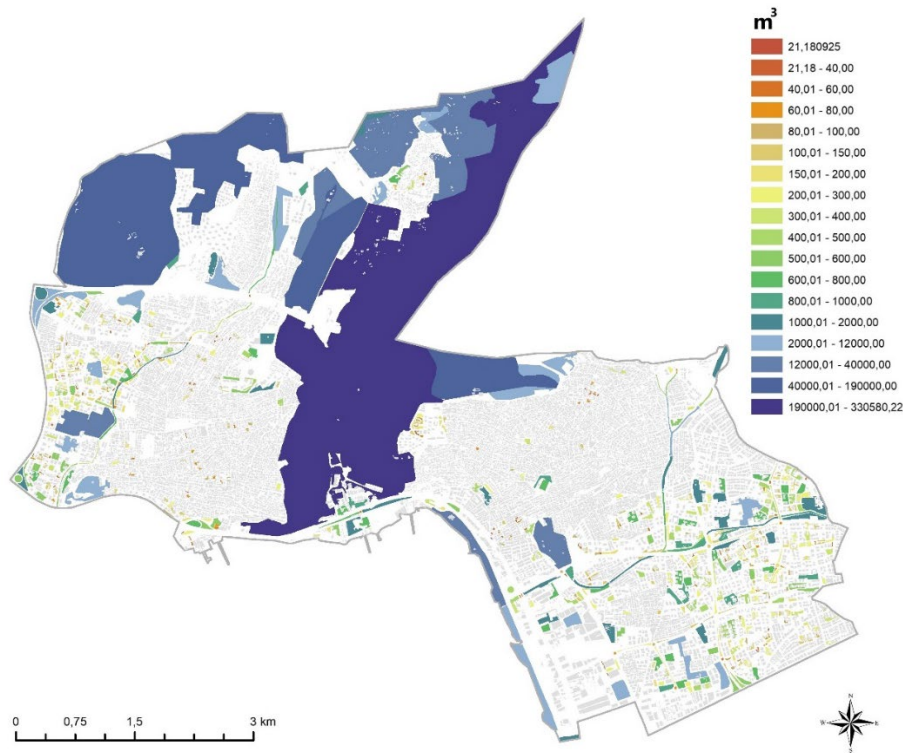


Figure 4. Surface runoff values (m³) of BGI of Bayraklı

The results also show that natural areas presented the highest runoff retention potential. This is closely correlated with their size. Since they are located on rugged areas, runoff is relatively high. In order to reduce surface runoff, collect and recharge the groundwater, terraces and retention basins are recommended in the natural areas. Özeren Alkan & Hepcan (2022) underlined the value of natural vegetation in the region for rainwater infiltration. Therefore, this intact patch with native vegetation is a chance for the district. Urban parks have the second highest runoff retention potential after natural areas. The water retention capacity of these parks could be enhanced by designing small catchments like sponge parks (floodable parks). In this case a new relationship between land and rainwater could be defined and 73484,40 m³ runoff water could be retained and gained into the natural water cycle. Tong et al. (2022) pointed out the benefits of 23 sponge parks in the city Shanghai for the stormwater management.

The coastal areas of Bayraklı are not only under risk of pluvial and fluvial flood but also coastal flood (storm and tidal surge). The flood history of the district proves that Bayraklı is vulnerable to water related hazards. Therefore, it is urgent to take flood-defense actions to increase climate resiliency on the reclaimed coastal area. The coastal parks of the district could be designed as sponge parks or elevated parks as that would act as a barricade along the waterfront by blocking and collecting water and offer protection to the residents (Firth et al., 2020; Coşkun Hepcan, 2022a). Simple design solutions such as curb-less edge or curb cuts are

effective to convey and collect water into green patches in green areas with high impervious surface (Dhamma & Zimmer, 2010).

Gardens in the district are mostly represented by single family houses (in the old town) and high-story apartment gardens (in the new urban development zone). They have 52640,98 m³ runoff retention potential. Gardens are valuable components of BGI, providing important ecosystem services (Breuste & Artmann, 2015) especially in highly urbanized settlements. They support urban drainage and reduce flood risk. For instance, Gittleman et al. (2017) stated that in New York City, USA, gardens retain almost 45 million liters of rainwater annually. Similarly in Baltimore (Maryland), USA single-family house gardens reduce runoff reduction by up to 92% (Gilroy & McCuen, 2009). Therefore, the residents could be encouraged to take action to increase the water retention capacities of their garden.

Although the agricultural areas cover only small areas at the edge of the district, they have the potential to establish rainwater solutions. In many cities agricultural areas in the city have been considered as a part of BGI and sustainable rainwater management strategy. Therefore, to ensure the permanence of urban farming and protect the water quality, policies and land use agreement options should be considered as recommended by (Deksissa et al., 2021; Freshwater Society, 2013). Small retention ponds could be established in these agricultural patches.

The future projections predict that extreme rainfalls will become common all around the world (IPCC, 2022; WMO, 2022). For this reason, many cities try to increase their resiliency to cope with the potential effects of climate change. For instance, cities like Rotterdam, Copenhagen, Boston, and Vancouver intend to implement their flood - defense solutions that include BGI (Sørensen, 2019). Climate change models for İzmir also show a similar outcome. Intense and extreme precipitation events will be expected in the future (Berberoğlu et al., 2019) and urban floods will be a serious issue for the city. Therefore, Bayraklı needs a resilience plan integrating BGI and allowing to complete water cycle in the district. A 100-year frequency storm has been considered in many cities for flood protection programs. The outcomes of this research would provide valuable data for Bayraklı's resilience plan.

As the effects of climate change are local, site-specific solutions to cope with hydrometeorological hazards should be developed based on natural features such as watersheds (Coşkun Hepcan & Berberoğlu, 2022). Sustainable rainwater management/urban drainage solutions are needed in the study area, bioswales, rain gardens, retention and detention ponds, green roofs to increase the infiltration, reduce the amount of water in the drainage system, and alleviate the risk of surface runoff and flooding can be considered for this purpose. As Bayraklı

was settled on the coastal plain of a former wetland, sponge city practices would be very effective for rainwater management.

BGI plays a vital role in reducing the impacts of natural hazards and climate change the water related disaster risks by providing rainwater as an alternative way in the cities (UNEP, 2022). Solutions can be developed to increase the disaster prevention function of the BGI. Since almost 60% of the Bayraklı district is impervious, natural drainage pattern has been broken up to a great extent. Therefore, restoring this pattern by creating simple solutions, such as replacing impervious surfaces with the pervious one, building raingardens and swales, creating curb cuts to divert runoff to green patches and rainwater facilities such as retention and detention ponds is an urgent need.

Increasing green areas and enhancing BGI in the city are the keys for disaster risk reduction (Coskun Hepcan, 2022b). One fourth of Copenhagen, 20 % of Rotterdam, 28 % of Barcelona and 55 % of Vancouver is green (Arcadis, 2022, Frantzeskaki & Tilie, 2014). It is not easy to increase the number of green areas in densely urbanized cities like Bayraklı. But enhancing the existing BGI by using Nature-based Solutions to mitigate the flood risk should be a priority for the city.

Sohn et al. (2021) stated that large BGI components within a closer proximity are very effective for flood mitigation services. Therefore, it is necessary to prepare a BGI strategy for Bayraklı to tackle the hydrometeorological risks. It is obvious that BGI in the study area is mostly disconnected and green network in the city lacks corridors. In order to ensure connectivity of the BGI components and strike a balance in distribution, green streets with rain gardens and bioswales could be established in the gaps between urban green areas. The main streets of the district, perpendicular to the sea, have great potential to establish these green corridors with rain gardens. Additionally, the flood mitigation functions of the existing blue corridors could be enhanced by integration of nature and ecosystem-based solutions where it is possible. These channelized blue corridors flow only in the rainy season and restoration, or re-naturalization will help to enhance natural water flow.

The methodology of this research was designed to estimate water retention capacity of the BGI for a 100-year frequency storm by using the variables: permeability of soil and vegetation cover. These variables were chosen because it was aimed to define water related disaster mitigation functions of BGI with available data. Additional data such as elevation and terrain models could be used. This could be considered the limitation of this study. As a continuation of this study, future studies can be designed to focus on multiple variables such as 500-year and 1000-year frequency storm events on watershed scale.

4. Conclusions

The study showed that the existing BGI in Bayraklı is not sufficient and needs to be modified to increase water retention capacity to mitigate flood risk for extreme weather events.

Urban flooding is a risk for all cities around the world. In Conference of Parties-COP 28, UNEP's evidence-based report emphasized that countries needed to understand more effective measures against hydrometeorological disasters were discussed. Although many cities have already invested in BGI to reduce their flood risk, UNEP reports stated that the efforts are not enough for BGI (UNEP, 2022). BGI is necessary to achieve the Sustainable Development Goals 6 (SDG 6), 11 (SDG 11) and 13 (SDG13).

As conclusions urgent measures should be taken to reduce exposure and increase resilience to hydrometeorological hazards in Bayraklı. The district has potential with existing BGI. The enhancement of water retention capacity of the components BGI should be prioritized and barriers to BGI should be removed.

References

- Alves, A., Gómez, J.P., Vojinovic, Z., Sánchez, A. & Weesakul, S. (2018). Combining Co-Benefits and Stakeholders Perceptions into Green Infrastructure Selection for Flood Risk Reduction. *Environment*, 5(2), 29.
- ARCADIS, (2022). The Arcadis Sustainable Cities Index (2022). Arcadis. https://www.arcadis.com/en/knowledge-hub/perspectives/global/sustainable-cities-index?utm_source=google&utm_medium=Search_ad&utm_campaign=Sci22&gclid=EAIaIQobChMIzN-OsMap-wIVVvhRCh0eOgf4EAAYASAAEgLah_D_BwE. Retrieved: 08.11.2022.
- Ashley, R.M., Gersonius, B. Digman, C. Horton, B. Bacchin, T. Smith, B. Shaffer P. & Baylis, A. (2018). Demonstrating and Monetizing the Multiple Benefits from Using SuDS. J. Sustain. *Water Built Environ.*, 4(2), 05017008.
- Berberoğlu, S., Çilek A. & Ünlükaplan, Y. (2019). *A Framework for Resilient Cities to Climate Change: Green Revision Guidebook* (Ed. Coşkun Hepcan Ç., Alphan H.). Pardus, Ankara, 172pp. ISBN 978-975-18-0268-2.
- Breuste, J.H. & Artmann, M. (2015). Allotment gardens contribute to urban ecosystem service: Case study Salzburg, Austria. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(3), 77-88.

- Cangüzel, A. (2022). İzmir Kenti Kıyı İlçeleri İklim Değişikliği Kırılabilirlik Analizi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 73pp.
- Coşkun Hepcan, Ç., Özeren, M., Hepcan Ş. & Özkan, M.B. (2015). İzmir İli Metropol Kıyı İlçelerinin Peyzaj Yapı Analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(3):353-362. DOI: 10.20289/euzfd.58229.
- Coşkun Hepcan, C., (2019). Green Infrastructure Solutions as a part of climate change, Ministry of Environment and Urbanization, Ankara. 32p.
- Coşkun Hepcan, Ç. & Cangüzel, A. (2021). Bornova üniversite caddesi yol ağaçlarının hava kalitesi üzerine etkisi, Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., 58 (2): 245-252, <https://doi.org/10.20289/zfdergi.697540>.
- Coşkun Hepcan Ç. & Berberoğlu, S. (2022). Doğa Temelli Çözümler Kataloğu, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı, Ankara. 194pp. ISBN: 978-605-06990-8-1.
- Coşkun Hepcan, C., (2022a). Adaptation to Climate Change in Cities, Grey Solutions, Nature and Ecosystem Based Solutions, Policy, Legal and Administrative Solutions. Efe Academy Publishing.
- Coşkun Hepcan, C., (2022b). Doğa Temelli Çözümler ve Kentsel Dirençlilik, *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 19-40.
- Deksissa, T., H. Trobman, K. Zendehtel & H. Azam, (2021). Integrating Urban Agriculture and Stormwater Management in a Circular Economy to Enhance Ecosystem Services: Connecting the Dots. *Sustainability*, 13(15), 82-93.
- Dhamma, S. & C. Zimmer, (2010). The Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide Version 1.0, Toronto and Region Conservation for the Living City. https://cvc.ca/wp-content/uploads/2014/04/LID-SWM-Guide-v1.0_2010_1_no-appendices.pdf. Retrieved: 07.12.2022.
- Drosou N., R. Soetanto, F. Hermawan, K. Chmutina, L. Boshier & J.U.D. Hatmoko, (2019). Key Factors Influencing Wider Adoption of Blue-Green Infrastructure in Developing Cities. *Water*, 11(6):1234.
- CRED. (2024). 2023 Disasters in Numbers. Brussels: CRED, 2024. https://files.emdat.be/reports/2023_EMDAT_report.pdf. Retrieved: 02.02.2024.
- Firth L.B., L. Airolidi, F. Bulleri, S. Challinor, Chee, S.Y. Evans, A.J. Hanley, M.E. Knights, A.M. O'Shaughnessy, K. Thompson, R.C. & Hawkins, S.J. (2020). Greening of grey infrastructure should not be used as a Trojan horse to facilitate coastal development. *Journal of Applied Ecology*, 57, 1762-1768.

- Frantzeskaki, N. & N. Tilie, (2014). The Dynamics of Urban Ecosystem Governance in Rotterdam, The Netherlands. *Ambio*, 43(4), 542-555.
- Freshwater Society, (2013). Urban Agriculture as a Green Stormwater Management Strategy. <https://www.arboretum.umn.edu/UserFiles/File/2012%20Clean%20Water%20Summit/Freshwater%20Urban%20Ag%20White%20Paper%20Final.pdf>. Retrieved: 15.11.2022.
- Gilroy, K. L. & R.H. McCuen, (2009). Spatio-temporal effects of low impact development practices. *Journal of Hydrology*, 367,228–236.
- Gittleman, M., Farmer, C.J.Q., Kreme P. & McPhearson, T. (2017). Estimating stormwater runoff for community gardens in New York City. *Urban Ecosystems*, 20,129-139.
- Ghofrani, Z., Sposito, V. & Faggian, R.A. (2017). Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. *Int. J. Environ. Sustain*, 6(1), 15-36.
- GNDAR, (2022). Global Natural Disaster Assessment Report (2021). <https://reliefweb.int/report/world/2021-global-natural-disaster-assessment-report>. Retrieved: 05.12.2022.
- Hepcan, S. (2013). Analyzing the pattern and connectivity of urban green spaces: A case study of İzmir, Turkey. *Urban Ecosystems*, 16, 279-293.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535.
- IPCC, (2022). Climate Change (2022), Mitigation of Climate Change, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.
- IPCC, (2023). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

- Mell, I. & Scott, A. (2023). *Definitions and context of blue-green infrastructure in ICE Manual of Blue-Green Infrastructure* (Ed. Washbourne, C.L. and Wansbury, C.). 3-22. ISBN: 978-0-7277-6543-7. doi/abs/10.1680/icembgi.65420.003.
- MSRNA, (2022). Pakistan: 2022 Multi-Sector Rapid Needs Assessment in Flood-Affected Areas of Khyber Pakhtunkhwa, Punjab and Sindh, September 2022. <https://reliefweb.int/report/pakistan/pakistan-2022-multi-sector-rapid-needs-assessment-flood-affected-areas-khyber-pakhtunkhwa-punjab-and-sindh-september-2022>. Retrieved: 02.12.2022.
- Ncube, S. & Arthur, S. (2021). Influence of Blue-Green and Grey Infrastructure Combinations on Natural and Human-Derived Capital in Urban Drainage Planning. *Sustainability*, 13(5), 25-71.
- O'Donnell E.C. & Thorne, C.R. (2020). *Drivers of future urban flood risk*. Phil. Trans. R. Soc. A 378: 20190216. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2019.0216>.
- Özeren Alkan, M. & Hepcan, Ş. (2022). Water sensitive spatial planning in terms of sustainable stormwater management: The case of Bornova Stream Catchment (İzmir), Turkey. *Urban Water Journal*, 1-16.
- Pallathadka, A., Sauer, J. Chang H. & Grimm, N.B. (2022). Urban flood risk and green infrastructure: Who is exposed to risk and who benefits from investment? A case study of three U.S. Cities, *Landscape and Urban Planning*, 223, 104-417.
- Pugh, T.A.M., A.R. MacKenzie, J.D. Whyatt & C.N. Hewitt, (2012). Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environ. Sci. Technol.*, 46(14),7692–7699.
- Sohn, W., J. Bae & Newman, G. (2021). Green infrastructure for coastal flood protection: The longitudinal impacts of green infrastructure patterns on flood damage. *Applied Geography*, 135, 102-565.
- Sørensen, R.H., (2019). Vancouver's Water Narrative Learning From Copenhagen & Rotterdam. [https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2020/04/FINAL-REPORT Vancouver-Water-Narrative-Learning-from-Copenhagen-and-Rotterdam-Ronja-S%C3%B8rensen-in-collaboration-with-ACT-and-CoV-jan19.pdf](https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2020/04/FINAL-REPORT-Vancouver-Water-Narrative-Learning-from-Copenhagen-and-Rotterdam-Ronja-S%C3%B8rensen-in-collaboration-with-ACT-and-CoV-jan19.pdf). Retrieved: 01.12.2022.
- Sørensen, J. & Emilsson, T. (2019). Evaluating Flood Risk Reduction by Urban Blue-Green Infrastructure Using Insurance Data. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 145(2).

- Sörensen, J., Persson, A. Sternudd, C., Aspegren, H., Nilsson, J., Nordström, J., Jönsson, K., Mottaghi, M., Becker, P., Pilesjö, P., Larsson, R., Berndtsson, R. & Mobini, S. (2016). Re-thinking urban flood management: Time for a regime shift. *Water*, 8(8), 332.
- Thorne, C.R., Lawson, E.C. Ozawa, C. Hamlin, S.L & Smith, L.A. (2015). Overcoming Uncertainty and Barriers to Adoption of Blue-Green Infrastructure for Urban Flood Risk Management. *J. Flood Risk Manag.*, 11(2):960–972.
- TSMS, (2020). Turkish State Meteorological Service Report.
- TSMS, (2021). Turkish State Meteorological Service Rainfall and Meteorological event Data.
- TSMS, (2022). Meteorological Disasters Assessment of Türkiye 2010-2021.
<https://mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/meteorolojikafetler2010-2021.pdf>.
 Retrieved: 20.10.2022.
- TSMS, (2024). Turkish State Meteorological Service Rainfall Data for 2022 and 2023.
- Tong, P., H. Yin, H., Wang, Z.& Trivers, I. (2022). Combining Stormwater Management and Park Services to Mitigate Climate Change and Improve Human Well-Being: A Case Study of Sponge City Parks in Shanghai. *Land*, 11(9): 1589.
- WMO, (2022). WMO Provisional State of the Global Climate 2022.
https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22156#.Y3dtaXZBw2x.
 Retrieved: 05.11.2022.
- WRR, (2023). World Risk Report 2023. Bündnis Entwicklung Hilft / IFHV (2023): WeltRisikoBericht 2023. Berlin: Bündnis Entwicklung Hilft.
- UNEP, (2022). Adaptation Gap Report (2022): Too Little, Too Slow– Climate adaptation failure puts world at risk. Nairobi. <https://www.unep.org/adaptation-gap-report-2022>.
 Retrieved: 18.11.2022.
- USDA, (1989). Natural Resources of Conservation Service (formerly SCS) –Urban Hydrology for Small Watersheds, Technical Release Number 55, Springfield, VA. National Technical In-formation Service.
- Yuksel, A.T. ve Coskun Hepcan, C. (2023). Kentsel Yüzey Sıcaklığı ve Mavi-Yeşil Altyapı İlişkisi: Karşıyaka Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 91-98.

Traditional Usage of Some Natural Plant Taxa in Artvin/Tütüncüler Village of Türkiye

Artvin/Tütüncüler Köyünde (Türkiye) Geleneksel Olarak Kullanılan Bazı Doğal Bitki Taksonları

 Arzu ERGÜL BOZKURT¹

Abstract

This study was carried out in Artvin/Tütüncüler Village in 2016-2017 vegetation period in order to determine the natural plants used by the local people. A face-to-face questionnaire was applied with 49 informants, 32 women and 17 men. Identification of 43 plant taxa belonging to 23 families has been confirmed. Present study recorded that these plant taxa are mostly used for various diseases, such as digestive, cardiovascular, musculoskeletal, neurological, respiratory, skin, urological and female genital. The collected data was analyzed quantitatively using two indices: use-value and Factor Informant Consensus (FIC). The highest use-value was recorded for *Fragaria vesca* L. (0.91), and the greatest informant consensus factor value (0.88) was observed in gynecological diseases. Infusion was the most popular traditional method of using medicinal herbs (22 taxa). The usage parts of these plants are; leaf, flower, fruit, root and aerial parts and the most used of the plant parts were the aerial parts (20 taxa). The most used families were Lamiaceae (5 taxa), Fabaceae and Rosaceae (4), Asteraceae and Polygalaceae (3).

Keywords: Artvin/Tütüncüler village, Medicinal plants, Plant taxa, Diseases

Özet

Artvin/Tütüncüler Köyü'nde yöre halkının kullandığı doğal bitkileri tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışma 2016-2017 vejetasyon dönemi içerisinde gerçekleştirilmiştir. 32'si kadın, 17'si erkek olmak üzere 49 katılımcıya yüz yüze anket uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, 23 familyaya ait 43 bitki taksonu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada bu bitki taksonlarının çoğunlukla sindirim, kalp-damar, kas-iskelet sistemi, nörolojik, solunum, deri, ürolojik ve kadın genital sistemi gibi çeşitli hastalıklarda kullanıldığı belirlenmiştir. Toplanan verilerin bilgilendirici konsensüs (FIC-Factor informant consensus) ve kullanım değeri (UV-use value) niceliksel olarak analiz edilmiştir. En yüksek kullanım değeri *Fragaria vesca* L. (0,91) için tespit edilirken, jinekolojik hastalıkların en yüksek bilgilendirici konsensüs değerine (0,88) sahip olduğu belirlenmiştir. Şifalı bitkiler arasında, en çok tercih edilen geleneksel kullanım yöntemi infüzyondur (22 takson). Bu bitkilerin kullanılan kısımları; yaprak, çiçek, meyve, kök ve bitkinin toprak üstü kısımlarıdır. En çok kullanılan bitki kısmı ise, bitkinin toprak üstü kısımlarıdır (20 takson). En çok kullanılan familyalar, Lamiaceae (5 takson), Fabaceae ve Rosaceae (4), Asteraceae ve Polygalaceae (3) olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Artvin/Tütüncüler köyü, Tıbbi bitkiler, Bitki taksonları, Hastalıklar

1. Introduction

Plants have been used in traditional treatment for many years. These drugs took the form of raw medicine such as tinctures, teas, Salves, Tonics, and Syrups (Balick and Cox, 1997; Samuelsson, 2004; Balunas and Kinghorn, 2005). Early medications discovered through drug discovery from medicinal plants included cocaine and quinine in addition to morphine (Balunas and Kinghorn, 2005; Samuelsson, 2004; Butler, 2004; Newman et al., 2000). In recent years, due to the increase of the diseases and the usage of synthetic drugs people have turned to traditional treatment methods. Plants are also used as food. For that reason, especially in the last few years the researche about traditional usage of plant taxa has increased. Results of research into medicinal plants are necessary for further developing and 'upgrading' inhabitant and traditional medicine (Heinrich, 2000). The public availability of this research is a very important issue. Because, no matter how much scientific publications increase in this field, unless they are announced to the public and the results obtained are not delivered to the public, unfortunately, development and permanence cannot be talked about.

Traditional medicine has a rapidly growing economic importance and it is used globally. Because it is the only readily available, reasonably priced treatment in impoverished nations, traditional medicine is extremely significant (Bussmann and Sharon, 2006). Indigenous societies have a long history of using medicinal herbs, but in certain cases there are no written records or other proof to support the full historical context (Leonti et al., 2003). However, if indigenous knowledges is documented through ethnobotanical studies, it will be possible to protect biological resources (Muthu et al., 2006).

The present study aims to determine the unwritten ethnobotanical and ethnomedicinal uses of natural plant taxa of the local people in Tütüncüler village-Artvin province of Türkiye.

2. Material and Method

2.1. Study Area

The subject of this study is occured about the traditional usage of wild plant taxa in Tütüncüler village. Tütüncüler village is located in the central district of Artvin province. The distance of Tütüncüler Village to the Artvin city center is approximately 13 km (Anonymous 2017a). Figure 1 is shown the Tütüncüler Village on Turkiye map.



Figure 1. Location of the Tütüncüler Village on Türkiye Map (Adapted from Anonymous, 2017a and Anonymous, 2017b).

2.2. Data collection and analysis

This study was carried out in summer 2016. Within the scope of the study a face-to-face survey was conducted with rural inhabitants of Tütüncüler Village in Artvin via snowball sampling. Prior Informed Consent (PIC) was taken orally before starting each interview. The survey participants were mostly selected from among people who are middle aged and older (Table 1). Detailed information shared by participants about native plant taxa was recorded (App.1). Additionally, the author identified the plant taxa that were gathered from the study region using the guidelines provided in "Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol.1-9, " (Davis 1965-1985; Vol.10, Güner et al., 2000). The Turkish names of plant taxa were assigned in accordance with Güner et al. (2012). Every taxon has at least one prepared sample that is kept in the Herbarium of the Karadeniz Technical University Faculty of Forestry (KATO).

Table 1. Demographic characteristics of the informants.

Features		Number of informants	Percentage (%)
Gender	Male	17	34.69
	Female	32	65.31
Degree of education	University	4	8.16
	High school	10	20.40
	Secondary school	7	14.28
	Primary school	19	38.77
	Illiterate	9	18.36
Age groups	>55	11	22.44
	45-55	20	40.81
	35-45	11	22.44
	25-35	7	14.28
Employment	Worker	7	14.28
	Farmer	8	16.32
	Retired	12	24.48
	Housewife	17	34.69
	Self-employment	5	10.20

For the plants in the study area, use-value (UV) and the Factor of Informant Consensus (FIC) were computed. UV is a way to quantify the frequency with which people use plants in their daily lives. The homogeneity between a particular disease and the ethnomedicinal use of the plants was assessed using the Factor of Informant Consensus (FIC) (Trotter and Logan 1986; Heinrich et al., 1998).

$$UV = U / N \quad \text{and} \quad FIC = Nur - Nt / (Nur - 1)$$

U = total number of informants' usage citations

N = number of informants.

Nur = quantity of citations for each group

Nt = number of taxa of plants utilized

3. Results and Discussion

At the end of the study, the most commonly used families of the identified 43 plant taxa were Lamiaceae (5 taxa), Fabaceae and Rosaceae (4), Asteraceae and Polygalaceae (3) (Figure 2). Considering the utilized plant parts, the preparations and applications mostly used aerial parts (20 taxa), followed by leaves (11 taxa) and flowers (10 taxa) (Figure 3). The most preferred traditional uses of medicinal plants were infusion (22 taxa), followed by fresh (11 taxa) and crushed (6 taxa) (Figure 4). The highest UV value was recorded for *Fragaria vesca* L. (0.91) (Table 2), and gynecological diseases had the highest informant consensus factor value (0.88) (Table 3).

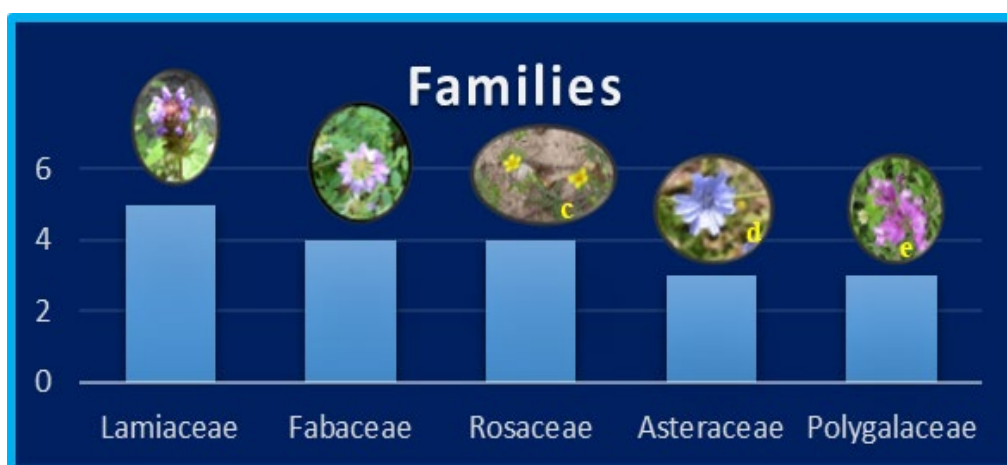


Figure 2. Plant taxonomic families with the most numbers (a: *Prunella vulgaris*, b: *Securigera varia*, c: *Potentilla recta*, d: *Cichorium intybus*, e: *Polygala major*).

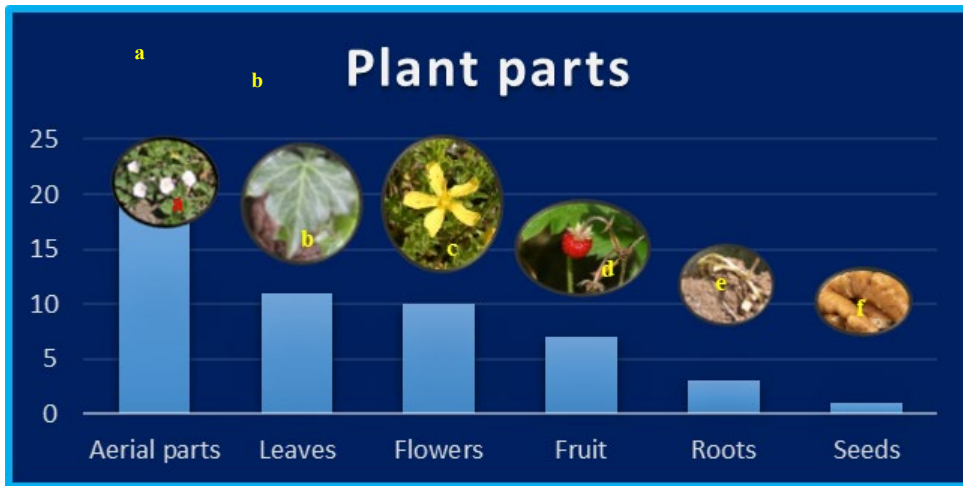


Figure 3. The most frequently used plant parts (a: *Convolvulus cantabrica*, b: *Hedera helix*, c: *Hypericum orientale*, d: *Fragaria vesca*, e: *Aristolochia pontica*, f: *Juglans regia*).

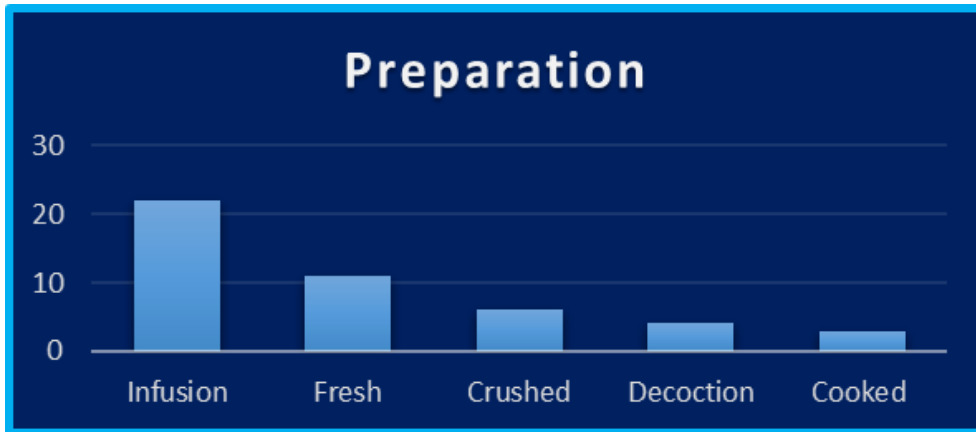


Figure 4. Techniques used for prepare traditional medicines.

43 plant taxa from 23 families that were found to be important for ethnobotany and ethnomedicine are listed in Table 2 of this study. The list of these plant taxa's traditional uses was displayed in Table 2.













Table 2. Ethnobotanical and ethnomedicinal usage of plant taxa.













Family	Botanical name	Local names	Plant parts	Collecting Time	Traditional Usage	Preparations	UV
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.	Duvar sarmaşığı	Leaves	From May to October	Rheumatism	Infusion	0.40
Aristolachiaceae	<i>Aristolochia pontica</i> Lam.	Gangırdak	Roots	From April to June	Stomach disorder, Gynecological diseases	Decoction	0.30
Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> L.	Koyungözü	Flowers, Leaves	From March to August	Common cold	Infusion	0.51
	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba	Aerial parts	From April to September	Wound healing	Crushed	0.14












Family	Botanical name	Local names	Plant parts	Collecting Time	Traditional Usage	Preparations	UV
	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	Kanarya otu	Aerial parts	From February to August	Wound healing	Crushed	0.10
Boraginaceae	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Griseb.) R.Fern.	Tarla taşkeseni	Leaves	From February to June	Diuretic	Infusion	0.12
	<i>Echium vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i> L.	Engerek otu	Leaves, Flowers	From May to September	Lung disease, Bone fracture	Infusion	0.16
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> L.	Laden	Leaves, Flowers	From March to June	Constipation	Infusion	0.30
	<i>Cistus salvifolius</i> L.	Kartli	Leaves, Flowers	From March to May	Gynecological diseases	Infusion	0.32
Convolvulaceae	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. subsp. <i>sepium</i>	Çit sarmaşığı	Stalks, Young shoots, Roots	From July to September	Intestinal disorder	Cooked	0.32
	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	Çadırçiçeği	Aerial parts	From April to August	Stomach disorder	Infusion	0.26
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Eğreli	Aerial parts	From May to September	The plant prevent the decay of the fruits and vegetables	Fresh	0.71
Dipsacaceae	<i>Scabiosa columbaria</i> L. subsp. <i>columbaria</i> var. <i>columbaria</i>	Uyuz otu	Roots	From June to September	Constipation, Diuretic	Infusion	0.14
Equisetaceae	<i>Equisetum palustre</i> L.	Kırkbacak	Aerial parts	From April to July	Diuretic	Infusion	0.22
Ericaceae	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet	Zifin	Leaves	From April to September	Foot swelling, Wound healing	Crushed	0.28
	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> L.	Likarpa	Leaves, Flowers, Fruits	From May to July	Kidney disorder, Urinary tract infection	Jam, Infusion, Fresh	0.75
Fabaceae	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	Körigen	Aerial parts	From June to November	Insecticide	Fresh	0.20
	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. subsp. <i>anatolicum</i> (Boiss.) Gams	Kaplanotu	Aerial parts	From May to June	Fodder	Fresh	0.48
	<i>Genista tinctoria</i> L.	Boyacı katirtirnağı	Aerial parts	From April to July	Urinary tract infection	Infusion	0.28
	<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>	Çayır üçgülü	Aerial parts	From May to September	Sore throat, Diarrhea	Infusion	0.55
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i> L.	Dağ ıtırı	Leaves	From June to September	Stomach disorder	Infusion	0.16
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L. subsp. <i>perforatum</i>	Kantaron	Aerial parts	From June to July	Haemorrhoids, Cardiovascular	Decoction	0.28
	<i>Hypericum orientale</i> L.	Sandık çiçeği	Flowers	From May to July	Haemorrhoids, Gynecological diseases, Bone fracture	Decoction	0.30

Family	Botanical name	Local names	Plant parts	Collecting Time	Traditional Usage	Preparations	UV
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Seeds, Fruits	May	Cholesterol, Mixed with henna to dye hair	Fresh, Decoction	0.34
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L. subsp. <i>effusus</i>	Has kofa	Aerial parts	From April to June	Basketry, Plaited crafts	Fresh	0.42
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gelinciklemeotu	Aerial parts	From June to August	Common cold	Infusion	0.18
	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	Bodur fesleğen	Flowers	From June to August	Headache	Infusion	0.12
	<i>Stachys annua</i> (L.) L. subsp. <i>annua</i> var. <i>annua</i>	Haciosmanotu	Aerial parts	From March to September	Cough, Headache	Infusion	0.14
	<i>Thymus nummularius</i> M. Bieb.	Limon kekiği	Leaves, flowers	From July to August	Stomach disorder	Infusion	0.51
	<i>Thymus praecox</i> Opitz subsp. <i>grossheimii</i> (Ronniger) Jalas	Yayla kekiği	Aerial parts	From May to August	Stomach disorder	Infusion	0.55
Orchidaceae	<i>Serapias orientalis</i> (Greuter) H.Baumann & Künkele subsp. <i>orientalis</i>	Dillikulak	Tuber	From March to May	Sahlep, Edible	Fresh	0.10
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	Sinirotu	Aerial parts	From May to August	Wound healing, Joint pain, Rheumatism	Crushed, Infusion	0.57
Polygalaceae	<i>Polygala major</i> Jacq.	Koca sütotu	Aerial parts	From May to September	Intestinal disorder, Kidney disorder	Infusion	0.22
	<i>Rumex crispus</i> L.	Labada	Aerial parts	From March to August	Stomach disorder	Cooked	0.61
	<i>Rumex alpinus</i> L.	Şortah	Aerial parts	From March to August	Stomach disorder	Cooked	0.65
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L. var. <i>arvensis</i>	Farekulaği	Aerial parts	From April to September	Wound healing, Anti-inflammatory	Crushed	0.28
	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Kargaotu	Aerial parts	From April to September	Rheumatism, Lung disease	Infusion (very small amount)	0.06
Ranunculaceae	<i>Ranunculus cappadocicus</i> Willd.	Yağlıçanak	Flowers	From April to July	Rheumatism	Infusion	0.26
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Dağ çileği	Fruits	From April to June	Kidney disorder, Diuretic	Fresh, Jam	0.91
	<i>Potentilla recta</i> L.	Su parmakotu	Flowers	From May to July	Wound healing	Crushed	0.14
	<i>Rubus caesius</i> L.	Büküzümü	Fruits	From May to August	Diarrhea	Fresh, Jam, Marmalade	0.57
	<i>Rubus idaeus</i> L. subsp. <i>idaeus</i>	Ahududu	Fruits, Leaves	July	Diuretic	Fresh, Jam, Marmalade	0.63
Smilacaceae	<i>Smilax excelsa</i> L.	Dikenucu	Fruits	From July to September	Stomach ache	Fresh	0.18

Photographs of the plant taxa, which were identified in the research area, taken from the field are shown in Figure 5.

		
<i>Hedera helix</i> L.	<i>Hypericum orientale</i> L.	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.
		
<i>Aristolochia pontica</i> Lam.	<i>Juglans regia</i> L.	<i>Juncus effusus</i> L. subsp. <i>effusus</i>
		
<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>Cistus creticus</i> L.
		
<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	<i>Thymus nummularius</i> M. Bieb.	<i>Prunella vulgaris</i> L.

		
<p><i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Griseb.) R.Fern.</p>	<p><i>Cistus salviifolius</i> L.</p>	<p><i>Polygala major</i> Jacq.</p>
		
<p><i>Stachys annua</i> (L.) L. subsp. <i>annua</i> var. <i>annua</i></p>	<p><i>Echium vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i> L.</p>	<p><i>Serapias orientalis</i> (Greuter) H.Baumann & Künkele subsp. <i>orientalis</i></p>
		
<p><i>Thymus praecox</i> Opitz subsp. <i>grossheimii</i> (Ronniger) Jalas</p>	<p><i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i></p>	<p><i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. subsp. <i>sepium</i></p>
		
<p><i>Convolvulus cantabrica</i> L.</p>	<p><i>Scabiosa columbaria</i> L. subsp. <i>columbaria</i> var. <i>columbaria</i></p>	<p><i>Vaccinium arctostaphylos</i> L.</p>

		
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	<i>Rumex alpinus</i> L.	<i>Rumex crispus</i> L.
		
<i>Equisetum palustre</i> L.	<i>Anagallis arvensis</i> L. var. <i>arvensis</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.
		
<i>Ranunculus cappadocicus</i> Willd.	<i>Geranium robertianum</i> L.	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet
		
<i>Genista tinctoria</i> L.	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. subsp. <i>anatolicum</i> (Boiss.) Gams	<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>








		
<i>Fragaria vesca</i> L.	<i>Potentilla recta</i> L.	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen
		
<i>Hypericum perforatum</i> L. subsp. <i>perforatum</i>	<i>Rubus idaeus</i> L. subsp. <i>idaeus</i>	<i>Rubus caesius</i> L.
		
	<i>Smilax excelsa</i> L.	

Figure 5. Field photographs of medicinal plant taxa in this study.

The International Classification of Primary Care, Second Edition (ICPC-2) disease categories (WHO, 2002) show that the most commonly used plants were for skin disorders (7 taxa), urological disorders (10 taxa), and digestive disorders (14 taxa). FIC values showed that neurological disorders (0.87), respiratory disorders (0.86), and gynecological diseases (0.88) were the top three categories (Table 3).

Table 3. FIC values according to ICPC-2 ailments categories.

ICPC-2 Categories	Ailments	Number of use report (Nur)	Number of taxa (Nt)	FIC
D-Digestive	Constipation (UR:13), diarrhea (UR:12), stomach disorder (UR:9), stomach ache (UR:6), intestinal disorder (UR:5)	43	14	0.69
K-Cardiovascular	Cardiovascular (UR:18), cholesterol (UR:7), haemorrhoids (UR:5)	19	4	0.83
L-Musculoskeletal	Rheumatism (UR:9), joint pain (UR:8), bone fracture (UR:1)	31	7	0.80
N-Neurological	Headache (UR:12)	9	2	0.87
R-Respiratory	Common cold (UR:46), cough (UR:22), sore throat (UR:3), lung disease (UR:2)	39	6	0.86
S-Skin	Wound healing (UR:20), antiinflammatory (UR:10),	30	7	0.79
U-Urological	Diuretic (UR:21), urinary tract infection (UR:7), kidney disorder (UR:4),	45	10	0.79
X-Female Genital	Gynecological diseases (UR:4),	18	3	0.88

It was determined that 38 of the 43 plant taxa (88.37%) were used for traditional treatment. The study was showed that the plants in the region were mostly used for medical purposes, such as *Hedera helix*, *Aristolochia pontica*, *Bellis perennis*, *Cichorium intybus*, *Senecio vernalis*, *Buglossoides arvensis*, *Echium vulgare*, *Cistus creticus*, *C. salviifolius*, *Calystegia sepium*, *Convolvulus cantabrica*, *Scabiosa columbaria*, *Equisetum palustre*, *Rhododendron luteum*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Genista tinctoria*, *Trifolium pratense*, *Geranium robertianum*, *Hypericum perforatum*, *H. orientale*, *Juglans regia*, *Prunella vulgaris*, *P. laciniata*, *Stachys annua*, *Thymus nummularius*, *T. praecox* subsp. *grossheimii*, *Plantago major*, *Polygala major*, *Rumex crispus*, *R. alpinus*, *Anagallis arvensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus cappadocicus*, *Fragaria vesca*, *Potentilla recta*, *Rubus caesius*, *R. idaeus* and *Smilax excelsa*. It is also observed in similar studies that these plants are used for the same purposes (Passalacqua et al., 2007; Karakaş et al., 2012; Şener, 2001; Menković et al, 2010; Lutsenko et al. 2010; Barnes et al., 2001; Karakas et al., 2015; Samuelsen, 2000; Guarrera et al., 2005; Redzic, 2010; Mazzanti, et al.,2005; Özbucak et al., 2006).

Plant taxa, which were used for the 25 diseases, identified as a result of the study are shown in Table 4. Some of the 38 plant taxa used for the treatment of diseases were found to be used in the treatment of more than one disease. When these taxa are ranked from most to least in terms of usage status; *Hypericum orientale* (Bone fracture, Gynecological diseases

and Haemorrhoids) and *Plantago major* (Joint pain, Rheumatism and Wound healing) are used for the treatment of three different diseases, while *Anagallis arvensis* (Anti-inflammatory and Wound healing), *Echium vulgare* (Bone fracture and Lung disease), *Hypericum perforatum* (Cardiovascular and Haemorrhoids), *Scabiosa columbaria* (Constipation and Diuretic), *Stachys annua* (Cough and Headache), *Trifolium pratense* (Diarrhea and Sore throat), *Fragaria vesca* (Diuretic and Kidney disorder), *Rhododendron luteum* (Foot swelling and Wound healing), *Aristolochia pontica* (Gynecological diseases and Stomach disorder), *Polygala major* (Intestinal disorder and Kidney disorder), *Vaccinium arctostaphylos* (Kidney disorder and Urinary tract infection) and *Lysimachia vulgaris* (Lung disease and Rheumatism) are used for two different treatments. The other plant taxa identified were found to be used for only one therapeutic purpose. According to Table 4, it was recorded that these plant taxa are mostly used for Stomach disorder (7 plant taxa), Wound healing (6 plant taxa), Diuretic (5 plant taxa) and Rheumatism (7 plant taxa). Rize and Trabzon, which were provinces neighboring Artvin province located in the Eastern Black Sea region, were obtained overlapping data like current study (Saraç et al., 2013; Sağıroğlu et al., 2012; Baykal and Atamov, 2017; Gürdal and Öztürk, 2022; Akbulut and Özkan, 2014).

Table 4. Plants that are used to cure diseases.

Diseases	Plant taxa
Anti-inflammatory	<i>Anagallis arvensis</i>
Bone fracture	<i>Echium vulgare</i> , <i>Hypericum orientale</i>
Cardiovascular	<i>Hypericum perforatum</i>
Cholesterol	<i>Juglans regia</i>
Common cold	<i>Bellis perennis</i> , <i>Prunella vulgaris</i>
Constipation	<i>Cistus creticus</i> , <i>Scabiosa columbaria</i>
Cough	<i>Stachys annua</i>
Diarrhea	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Rubus caesius</i>
Diuretic	<i>Buglossoides arvensis</i> subsp. <i>sibthorpiana</i> , <i>Scabiosa columbaria</i> , <i>Equisetum palustre</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Rubus idaeus</i>
Fodder	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>anatolicum</i>
Foot swelling	<i>Rhododendron luteum</i>
Gynecological diseases	<i>Aristolochia pontica</i> , <i>Cistus salvifolius</i> , <i>Hypericum orientale</i>
Haemorrhoids	<i>Hypericum perforatum</i> , <i>H. orientale</i>
Headache	<i>Prunella laciniata</i> , <i>Stachys annua</i>
Insecticide	<i>Securigera varia</i>
Intestinal disorder	<i>Calystegia sepium</i> , <i>Polygala major</i>
Joint pain	<i>Plantago major</i>
Kidney disorder	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> , <i>Polygala major</i> , <i>Fragaria vesca</i>
Lung disease	<i>Echium vulgare</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i>
Rheumatism	<i>Hedera helix</i> , <i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Ranunculus cappadocicus</i>
Sore throat	<i>Trifolium pratense</i>
Stomach ache	<i>Smilax excelsa</i>
Stomach disorder	<i>Aristolochia pontica</i> , <i>Convolvulus cantabrica</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Thymus nummularius</i> , <i>T. praecox</i> subsp. <i>grossheimii</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>R. alpinus</i>
Urinary tract infection	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> , <i>Genista tinctoria</i>
Wound healing	<i>Cichorium intybus</i> , <i>Senecio vernalis</i> , <i>Rhododendron luteum</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Anagallis arvensis</i> , <i>Potentilla recta</i>

Some of them from these plant taxa such as *Rumex alpinus*, *R. crispus* and *Serapias vomeracea* subsp. *orientalis* used for food purposes. It is also observed in similar studies that these plants are used for the same purposes (Pieroni and Giusti, 2009; Mojab et al., 2003; Şen, 2016).

Coronilla varia subsp. *varia*, *Dorycynium pentaphyllum*, *Juncus effusus*, *Pteridium aquilinum* plant taxa were evaluated other traditional usage purposes (such as insecticide, fodder, basketry and prevent the decay of the fruits) in Tütüncüler Village. It is observed in other studies that these plants are used for especially medicinal purposes (Baharvand-Ahmadi et al., 2016; Turker and Yıldırım, 2015; Carvalho et al., 2006; Menendez-Baceta et al., 2012).

It is possible to confirm, based on the research data, that the residents of the rural communities in the Tütüncüler village region are highly knowledgeable about the uses of natural plant taxa, both edible and medicinal. It is important to use the traditional knowledge of using plants to raise the standard of living for the local population.

The current study on the customary use of plants demonstrated the value of local research once more. An important source of traditional treatments is plants. That is why it is indisputable how important it is to preserve the biocultural information about edible and medicinal plants. Faster and better methods for plant collection should be developed because drug discovery from medicinal plants has historically taken a very long time (Do and Bernard, 2004; Koehn and Carter, 2005; Jachak and Saklani, 2007; Sharma and Gupta, 2015).

Acknowledgements

I am grateful to the local people of Tütüncüler Village in Artvin, because of their participation in the study and transfer of their information about traditional usage of plants. This study was presented as oral presentation at the “International Forestry & Environment Symposium (07-10 November 2017, Trabzon / Turkey)” and printed as abstract.

References

Akbulut, S. & Özkan, Z.C. (2014). Traditional usage of some wild plants in Trabzon region (Turkey), *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 14(1), 135-145.

- Anonymous,(2017a).<https://www.haritatr.com/tutunculer-koyu-haritasi-m16ad>,
Access Date: 25.09.2017.
- Anonymous,(2017b).<http://www.lafsozluk.com/2012/01/artvin-ilinin-turkiye-haritasindaki-yeri.html>, Access Date: 25.09.2017.
- Baharvand-Ahmadi, B., Bahmani, M., Tajeddini, P., Naghdi, N., & Rafieian-Kopaei, M. (2016). An ethno-medicinal study of medicinal plants used for the treatment of diabetes. *J. Nephrothol.*, doi: 10.15171/jnp.2016.08.
- Balick, M.J & Cox, P.A. (1997). *Plants, People, and Culture: the Science of Ethnobotany*. Scientific American Library, New York, NY.
- Balunas, M.J. & Kinghorn, A.D. (2005). Drug discovery from medicinal plants. *ELSEVIER, Life Sciences*, 78, 431 – 441.
- Barnes, J., Anderson, L.A. & Phillipson, J.D. (2001). St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): a review of its chemistry, pharmacology and clinical properties, Review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 53, 583–600, ISSN 0022-3573.
- Baykal, H. & Atamov, V. (2017). Ethnobotanical documentation of plants of başhemşin valley, Kaçkar mountains national park, rize, Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 46(2), 767-773.
- Bussmann, R.W. & Sharon, D. (2006). Traditional medicinal plant use in Northern Peru: tracking two thousand years of healing culture. *BioMed Central, Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, doi:10.1186/1746-4269-2-47.
- Butler, M.S. (2004). The role of natural product chemistry in drug discovery. *Journal of Natural Products*, 67(12), 2141 – 2153.
- Carvalho, A.M., Pardo-De-Santayana, M., & Morales, R. (2006). *Traditional knowledge of basketry practices in a Northeastern region of Portugal*. Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005), 335-338.
- Davis, P.H., Tan, K., Mill, R.R. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands and supplement I. Volume X*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1-590.
- Do, Q.T. & Bernard, P. (2004). Pharmacognosy and reverse pharmacognosy: a new concept for accelerating natural drug discovery. *IDrugs*, 7(11), 1017 – 1027.
- Guarrera, P.M., Salerno, G. & Caneva, G. (2005). Folk phytotherapeutical plants from Maratea area (Basilicata, Italy), *ELSEVIER, Journal of Ethnopharmacology*, Volume 99, Issue 3, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.01.039>.
- Guner, A., Akyildirim, B., Alkayış, M.F., Cingay, B., Kanoğlu, S.S., Ozkan, A.M., Oztekin, M., Tuğ, G.N. (2012). *Turkce Bitki Adlari*. in: Guner A, Aslan S, Ekim T, Vural M,

- Babac MT. (Eds.), *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, İstanbul, Nezahat Göküçit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 1290.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands and supplement II. Volume XI*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1-680.
- Gürdal, B., & Öztürk, F. (2022). *Ethnobotanical research in Sürmene district (Trabzon-Turkey, Black Sea region)*. *Advances in Traditional Medicine*, 1-12.
- Heinrich, M. (2000). Ethnobotany and its role in drug development. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 14(7), 479-488.
- Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Weimann, C., Sticher, O. (1998). Medicinal plants in Mexico: healers' consensus and cultural importance. *Social Science and Medicine*, 47, 1859-1871.
- Jachak, S.M. & Saklani, A. (2007). Challenges and opportunities in drug discovery from plants. *Current science*, 1251-1257.
- Karakas, F.P., Yildirim, A.B., Bayram, R., Yavuz, M.Z., Gepdiremen, A. & Turker, A.U. (2015). Antiproliferative Activity of Some Medicinal Plants on Human Breast and Hepatocellular Carcinoma Cell Lines and their Phenolic Contents, Original Research Article, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, ISSN: 1596-5996 (print); 1596-9827 (electronic).
- Koehn, F.E. & Carter, G.T. (2005). The evolving role of natural products in drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery*, 4(3), 206 – 220.
- Leonti, M., Sticher, O. & Heinrich, M. (2003). Antiquity of medicinal plant usage in two Macro-Mayan ethnic groups (México). ELSEVIER, *Journal of Ethnopharmacology*, 88, 119–124.
- Lutsenko, Y., Bylka, W., Matławska, I. & Darmohray, R. (2010). *Hedera helix* as a medicinal plant, *Kerva Polonica*, 56(1).
- Mazzanti, M.B., Bosi, G., Mercuri, A.M., Accorsi, C.A. & Guarnieri, C. (2005). Plant use in a city in Northern Italy during the late Mediaeval and Renaissance periods: results of the archaeobotanical investigation of “The Mirror Pit” (14th–15th century a.d.) in Ferrara, Original Article, *Veget Hist Archaeobot*, 14, 442–452.
DOI 10.1007/s00334-005-0082-y.
- Menendez-Baceta, G., Aceituno-Mata, L., Tardi’o, J., Reyes-García, V. & Pardo-de-Santayana, M. (2012). Wild edible plants traditionally gathered in Gorbeialdea

- (Biscay, Basque Country), Research Article, *Genet Resour Crop Evol*, 59, 1329–1347
DOI 10.1007/s10722-011-9760-z.
- Menković, N., Šavikin, K., Tasić, S., Zdunić, G., Stešević, D., Milosavljević, S. & Vincek, D. (2010). Ethnobotanical study on traditional uses of wild medicinal plants in Prokletije Mountains (Montenegro), ELSEVIER, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 133, Issue 1, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.09.008>.
- Mojab, F., Kamalinejad, M., Ghaderi, N. & Vahidipour, H.R. (2003). Phytochemical Screening of Some Species of Iranian Plants. Original Article, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 77-82.
- Muthu, C., Ayyanar, M., Raja, N. & Ignacimuthu, S. (2006). Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. BioMed Central, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, doi:10.1186/1746-4269-2-43.
- Newman, D.J., Cragg, G.M. & Snader, K.M. (2000). The influence of natural products upon drug discovery. *Natural Product Reports*, 17(3), 215 – 234.
- Özbucak, T.B., Akçin, Ö.E. & Yalçin, S. (2006). Nutrition Contents of the Some Wild Edible Plants in Central Black Sea Region of Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1, 11-13.
- Passalacqua, N.G., Guarnera, P.M. & De Fine, G. (2007). Contribution to the knowledge of the folk plant medicine in Calabria region (Southern Italy). Short report (ethno), *Fitoterapia*, 78, 52–68.
- Pehlivan Karakaş, F., Yıldırım, A. & Türker, A. (2012). Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities. *Turk J Biol*, 36, 641-652 © TÜBİTAK doi:10.3906/biy-1203-16.
- Pieroni, A. & Giusti, M.E. (2009). Alpine ethnobotany in Italy: traditional knowledge of gastronomic and medicinal plants among the Occitans of the upper Varaita valley, Piedmont. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, <https://doi.org/10.1186/1746-4269-5-32>.
- Rasoo, R., Ganai, B.A., Akbar, S., Kamili, A.N. & Masood, A. (2010). Phytochemical Screening of *Prunella Vulgaris* L. – An Important Medicinal Plant of Kashmir. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 23(4), 399-402.
- Redzic, S. (2010). Wild medicinal plants and their usage in traditional human therapy (Southern Bosnia and Herzegovina, W. Balkan), Full Length Research Paper, *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 4(11), pp. 1003-1027, DOI: 10.5897/JMPR09.254, ISSN 1996-0875.

- Sağiroğlu, M., Arslantürk, A., Akdemir, Z.K., & Turna, M. (2012). An ethnobotanical survey from Hayrat Trabzon and Kalkandere Rize/Turkey. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 5(1), 31-42.
- Samuelsen, A.B. (2000). The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review, ELSEVIER, *Journal of Ethnopharmacology*, 71, 1–21.
- Samuelsson, G. (2004). *Drugs of Natural Origin: a Textbook of Pharmacognosy*. 5th Swedish Pharmaceutical Press, Stockholm.
- Saraç, D.U., Özkan, Z.C., & Akbulut, S. (2013). Ethnobotanic features of Rize/Turkey province. *Biological Diversity and Conservation*, 6(3), 57-66.
- Sharma, S.B. & Gupta, R. (2015). Drug development from natural resource: a systematic approach. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 15(1), 52-57.
- Şen, M.A. (2016). Türkiye'nin Değişik Yörelereinden Toplanan Orkidelerden Elde Edilen Saleplerin Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geleneksel Yöntemle Maraş Usulü Dondurma Yapımında Ürün Kalitesine Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Şener, B. (2001). *Biodiversity: Biomolecular Aspects of Biodiversity and Innovative Utilization*. Springer Science & Business Media, ISBN 0-306-47477-8.
- Trotter, R.T. & Logan, M.H. (1986). *Informant census: A new approach for identifying potentially effective medicinal plants*. In: Etkin LN. (Ed.), *Plants in indigenous medicine and diet*. Routledge, Bedford Hill, NY, pp. 91-112.
- Turker, H. & Yıldırım, A.B. (2015). Article; Agriculture and Environmental Biotechnology, Screening for antibacterial activity of some Turkish plants against fish pathogens: a possible alternative in the treatment of bacterial infections. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29(2), 281-288.
<http://dx.doi.org/10.1080/13102818.2015.1006445>.
- WHO. World health organization traditional medicine strategy 2002–2005. Geneva: World Health Organization; 2002. Access Date: 27.08.2017.

Appendix 1

A questionnaire used during an Ethnobotanical and ethnomedicinal study

Informants Details

Name:

Gender:

Education:

Employment:

Questions

1. Which plants have you used for medicinal purposes, if any?
2. For what ailments do you use the plant?
3. Which part of the plant do you use?
4. How do you prepare it for use?
5. How is the preparation administered?
6. Apart from medicinal purposes, for what other purposes do you use these plants?

Isıl İşlemli Kontrplaklarda Mekanik Özellikler

Mechanical Properties of Heat-Treated Plywood

 Cengiz GÜLER¹,  Ramazan YEŞİLDAĞ¹

Özet

Kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Titrek Kavak (*Populus tremula*) odunlarından elde edilen 1.2 mm kalınlıktaki soyma kaplama levhalarına ısıl işlem uygulandıktan sonra 3 tabakalı kontrplak üretilmiştir. İki ağaç türü ve iki farklı tutkal kullanılarak üretilen kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir Aynı koşullarda üretilmiş kontrol örneklerine göre değişim miktarları belirlenmiştir. Genel olarak ısıl işlem uygulanmış kontrplakların direnç özelliklerinde bir azalma meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kontrplak, Isıl İşlem, Kayın, Kavak, Tutkal

Abstract

In this study, 1.2 mm thick peeling veneer boards were produced from Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Poplar (*Populus tremula*) woods. These veneers underwent a heat treatment process before being used to manufacture three-layer plywood. The mechanical properties investigated for these heat-treated plywood panels included tensile-shear strength, bending strength, and modulus of elasticity. The panels were produced using two types of wood species and two different adhesives, and the results were statistically analyzed and compared with control samples produced under identical conditions. Overall, a reduction in strength was noted in the heat-treated plywood.

Keywords: Plywood, Heat Treatment, Beech, Poplar, Adhesive

1. Giriş

Orman ürünleri sektörü, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve çevresel dengenin korunması açısından dünya ekonomisinde stratejik bir öneme sahiptir. Sektörün en önemli ürünlerinden biri olan kontrplak, tabakalı ağaç malzemeler arasında yer alır ve çok katmanlı yapısıyla yüksek mukavemet, dayanıklılık ve esneklik sunar. Günümüzde kontrplak, mobilya üretiminden inşaat sektörüne, otomotivden denizcilik endüstrisine kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Hafifliği ve kolay işlenebilirliği sayesinde, özellikle prefabrik yapılar ve hızlı montaj gerektiren uygulamalarda tercih edilir. Ayrıca, kontrplak yangına ve neme karşı dirençli özel türleriyle de dikkat çeker. Sektörün sürdürülebilir büyümesi, teknolojik yenilikler ve çevresel duyarlılıkla doğru orantılıdır.

Soyma, kesme ve biçme yöntemi ile en fazla 7 mm'ye kadar elde edilen ahşap levhalar kaplama levha olarak tanımlanmaktadır. Kontrplak; daha çok soyma kaplama yöntemi ile elde edilirler. Kontrplak; kaplama levhaların lif yönü birbirine dik gelecek şekilde tek sayıda olmak üzere en az üç tabakadan oluşan levhalardır. Kontrplak üretiminde kullanılan ağaç ve tutkal türü levhanın performans özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Son zamanlarda thermowood oduna ilgi arttığı görülmektedir. Boonstra (2008)'a göre bunun nedeni, ahşap malzemenin korunmasında zehirli kimyasal kullanımını sınırlayan düzenlemeler, kaliteli ahşap malzeme üretimine olan ihtiyaç ve ormanların azalması sonucu hammaddeye olan talebin artmasıdır.

Isıl işlemin amacı, odunun rutubet alış verişini azaltmak, boyutsal stabilizasyon kazandırmak, mantar ve böcek gibi organizmalara karşı biyolojik dayanıklılığını artırmak ve denge rutubet miktarını düşürmektir. Isıl işlem sürecinde odun renginde değişimler görülür. Isıl işlem uygulanmış ağaç malzeme, farklı rutubet ortamlarında normal odundan daha kararlı ve termal iletkenliği daha iyidir. Odun yeterli sıcaklıklarda muamele edilirse ağaç malzemenin çürümeye karşı direnci belli oranlarda artmaktadır. Isıl işlem sayesinde biyolojik direnç ve kararlılık artarken 200°C'den sonra ağaç malzemenin direnç özelliklerinde önemli düşüşler meydana gelebilmektedir (Karakas 2008).

Ahşapta ısıl işlem konusunda ilk çalışmalar 1930 ve 1940'lı yıllarda Almanya ve ABD'de başlamıştır. Daha sonra 1990'lı yıllarda Finlandiya, Fransa ve Hollanda'da yürütülen modern araştırmalarla devam etmiştir (Mayes and Oksanen, 2002). Fakat ilk endüstriyel teknoloji Thermowood 1997 yılında Finlandiya'da ortaya çıkmıştır. Ahşap hammaddelerinin termal modifikasyonuna yönelik teknolojinin genel unsuru, 150 ile 280 °C sıcaklık aralığında çeşitli ortamlarda ısıtılmasıdır. Ahşabın kazandığı en önemli faktör mantar ve böcek larvalarının

biyolojik etkilerine karşı dayanıklılığının artmasıdır. Ahşap kaplamanın yüksek sıcaklıkta işlenmesi ile higroskopisitede bir azalma, kaplama levhanın renk, yoğunluk, ve hücrel yapısında değişikliğe yol açtığı tespit edilmiştir.

Isıl işlemle modifiye edilmiş kayın vb. kaplamalar kullanılarak üretilen kontrplakların, bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar, ısıl işlem uygulanan kaplama levhalardan elde edilen kontrplakların performansının değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır (Krivorotova ve ark, 2021, Matthew ve ark 2014, Bertrand ve ark, 2022, Grinins ve ark 2016).

Krivorotova ve ark, (2021)'de yaptıkları çalışmada ahşap kaplamalarda rasyonel ısıl işlem sıcaklığı 190 ila 210 °C aralığında olduğu belirtilmektedir. Chotikhun ve ark (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, kauçuk ağacı (rubberwood) kaplamalar farklı sıcaklıklarda (160, 170, 180 ve 180 °C) ısıl işlemle muamele edildikten sonra 5 katlı kontrplakları melamin üre formaldehit (MÜF) reçinesi ile üreterek teknolojik özelliklerini incelemiştir.

Bu çalışmada; ısıl işlem uygulanmış kayın ve kavak kaplamalardan elde edilmiş kontrplakların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda iki ağaç ve iki tutkal türü kullanılarak üretilen kontrplakların bazı mekanik özellikleri, ilgili standartlara göre belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Düzce Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilen Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Titrek Kavak (*Populus tiremula*) tomrukları bir firmada taze halde kaplama soyma makinası ile 1.2 mm kalınlıklarda soyulmuştur. 60x60 cm ölçülerinde boyutlandırılan kaplama levhalara, 2 m³ kapasiteli buhar sistemi ile çalışan ısıl işlen fırınında "Thermowood" koşullarına uygun olarak yüksek sıcaklıkta 190 °C'de 1.5 saat süre ile ısıl işlem uygulanmıştır. Kontrol ve ısıl işlem görmüş kaplama levhalarından 3 tabakalı kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların üretim faktörleri ve pres şartları Çizelge 1 ve 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Kontrplakların üretim faktörleri.

Kont Tipi	Ön İşlem	Kontrplak		Tutkal Cinsi	1 kg tutkala	
		Ağaç Türü	Levha Kal. mm		Katkı Mad. (%)	Sertleştirici (%)
A	Kontrol	Kayın	1.2	ÜF	-30	10
B	"	Kayın	"	FF	"	-
C	"	Kavak	"	ÜF	"	10
D	"	Kavak	"	FF	"	-
G	Isıl İşlem	Kayın	"	ÜF	"	10
H	"	Kayın	"	FF	"	-
I	"	Kavak	"	ÜF	"	10

Kont	Ön	Kontrplak		Tutkal	1 kg tutkala	
Tipi	İşlem	Ağaç Türü	Levha Kal. mm	Cinsi	Katkı Mad. (%)	Sertleştirici (%)
K	“	Kavak	“	FF	-	-

Çizelge 2. Kontrplak üretim şartları.

Kontrplak	Tutkal	Tutkal	Kaplama	Sıcak Pres		
Tipi	Cinsi	Miktarı (g/m ²)	Sıcaklığı (°C)	Basınç (kg/cm ²)	Sıcaklık (°C)	Süre (dak)
A, C, G, I	ÜF	160	20	12-14	130	6
B, D, H, K	FF	160	20	12-14	150	8

Kontrplakların üretiminde %47'lik fenol formaldehit ve %65'lik üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır (Çizelge 3). Her iki tutkal kaplamaların tek yüzüne 160 g/m² olarak uygulanmıştır. Sertleştirici madde olarak amonyum klorürün (NH₄Cl) %10'luk sulu çözeltisi kullanılmıştır. Fenol Formaldehit tutkalında ise herhangi bir sertleştirici kullanılmamıştır. Kontrplakların üretiminde katkı maddesi olarak tüm levhalarda tutkala %30 oranında katkı maddesi olarak buğday unu kullanılmıştır.

Çizelge 3. Üre formaldehit (ÜF) ve fenol formaldehit (FF) tutkalının özellikleri.

Özellikler	ÜF	FF
Görünüş	Yarı saydam	Kırmızı kahverengi
Katı madde oranı (%)	65±1	47±1
Viskozite (cPs, 20°C)	280	300-500
Akma zamanı (sn, FC4, 20°C)	95	50-90
pH (20°C)	8.3-8.5	10.5-13
Yoğunluk (kg/m ³)	1280	1195-1205
Serbest formaldehit oranı (%)	Max 0.2	Max 1.0
Jelleşme süresi (sn)	45-49	10-20
Depolama süresi (gün)	45	45



Şekil 1. Levha taslaklarının preslenmesi.

Deneyde kullanılacak levhalar laboratuvarında ortalama 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem koşullarında TS 642 ISO 554 (1997) standardına uygun olarak iklimlendirme odasında örnekler değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek klimatize edilmiştir.

Üre ve fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üç tabakalı ve her gruptan 2'şer adet kontrplak üretimi gerçekleştirilmiştir. Çekme makaslama direnci deneyi için TS EN 314-1 (1999) de belirtilen esaslara göre, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, TS EN 310 (1999)'da belirtilen esaslara göre yapılmış olup SPSS programı ile istatistik olarak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Deneme levhalarının eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme-makaslama direnci, özelliklerine ait istatistik sonuçlar Çizelge 4, 5 ve 6'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Eğilme direncine göre ısı işlem uygulama, tutkal türü ve ağaç türü sonuçlarının analizi.

Değişken türü	n	Ortalama değer	Standart sapma	t hesap	Önem düzeyi
Isıl işlem görmemiş	24	140,13	21,13	3,07	0,004
Isıl işlem görmüş	24	120,57	23,05		
Üre formaldehit	24	120,74	18,35	-3,000	0,005
Fenol Formaldehit	24	139,95	25,45		
Kayın	24	124,68	17,45	-1,667	0,104
Kavak	24	136,01	28,38		

Çizelge 5. Elastikiyet modülüne göre ısı işlem uygulama, tutkal türü ve ağaç türü sonuçlarının analizi.

Değişken türü	n	Ortalama değer	Standart sapma	t hesap	Önem düzeyi
Isıl işlem görmemiş	24	14609,05	1673,11	-0,561	0,578
Isıl işlem görmüş	24	14878,71	1659,93		
Üre formaldehit	24	14040,52	1338,42	-3,227	0,002
Fenol Formaldehit	24	15447,23	1663,97		
Kayın	24	14158,92	1304,05	-2,595	0,013
Kavak	24	15328,84	1782,68		

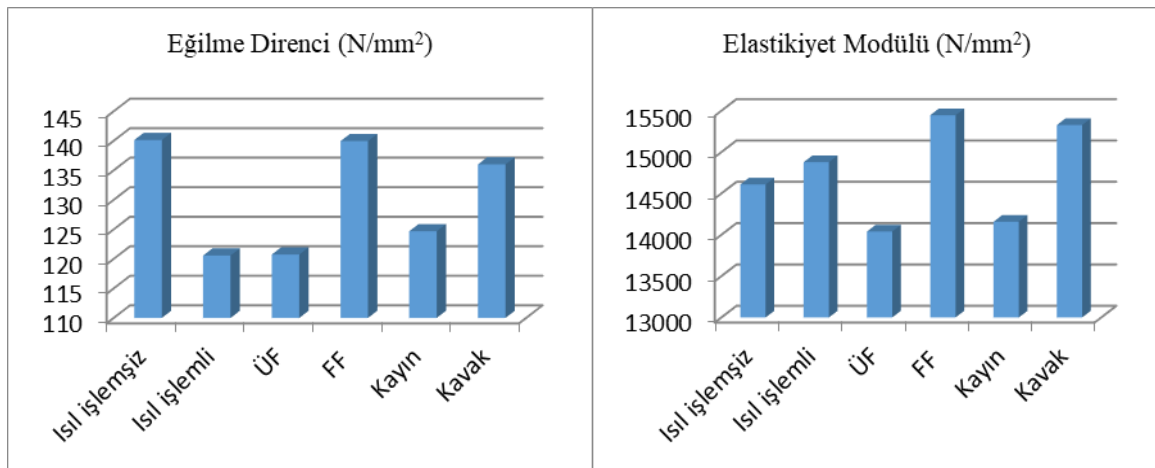
Çizelge 6. Çekme direncine göre ısı işlem uygulama, tutkal türü ve ağaç türü sonuçlarının analizi.

Değişken türü	n	Ortalama değer	Standart sapma	t hesap	Önem düzeyi
Isıl işlem görmemiş	24	2,19	0,606	2,037	0,047
Isıl işlem görmüş	24	1,87	0,488		
Üre formaldehit	24	1,85	0,598	-2,252	0,029
Fenol Formaldehit	24	2,21	0,486		
Kayın	24	2,46	0,442	7,892	0,000
Kavak	24	1,60	0,291		

Eğilme direncinde ön işlemler, tutkal türü ve ağaç türü etkisini belirlemek için karşılaştırılan kontrplakların deney sonuçlarına ilişkin t testi sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Eğilme direncinde ön işlem ve tutkal türü etkisi 0.001 yanılma ihtimali ile önemli, ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Elastikiyet

modülünde ise ısı işlemin etkisi önemsiz tutkal türü ve ağaç türünün önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş kontrplaklarda, üre formaldehit ile yapıştırılmış kontrplaklara göre hem eğilme direnci hem de elastikiyet modülü daha yüksektir. Isıl işlem görmüş kontrplaklarda kayın ve kavakta %13'lük bir eğilme direncinde azalma meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada eğilme direnci ile çekme makaslama mukavemetindeki %8,4'lük kayıp olduğu ifade edilmiş ancak bu önemli bir kayıp olarak görülmemiştir (Chen, 2021). Ancak elastikiyet modülünde bu kayıp daha az olup ısı işleminin ya da ısı işleminin görmemiş kontrplaklarda önemli bir değişim görülmemiştir. Bunun nedeni, ısı işlemlili ağaç malzemenin normal masif ahşap malzemeye göre hücre çeperine bulunan bağlı su miktarının düşük olması sonucunda daha az higroskopik özellik göstermesi ve bu nedenle ağacın daha az esnek oluşundan ileri geldiği belirtilmiştir (Boonstra, 2008).

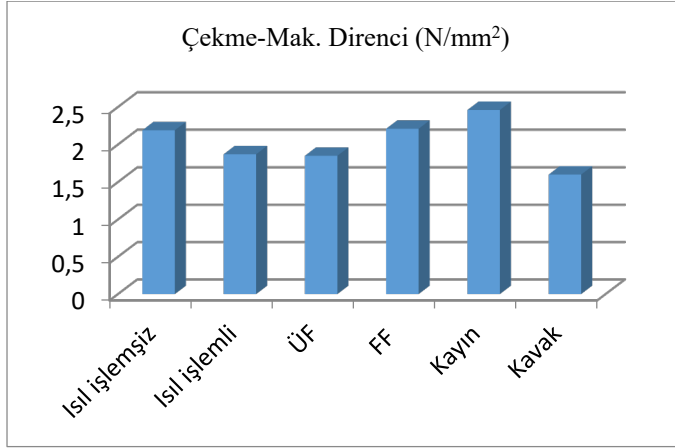
Ön işlemlerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü.

Çizelge 6' de gösterilen istatistik sonuçlara göre, ön işlem, tutkal türü ve ağaç türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmektedir. Bunlara göre fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklarda, üre formaldehit tutkalı ile üretilenlere göre yapışma direncinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapışma direnci, ısı işlemlisiz kaplamalardan üretilen kontrplaklarda yüksek, ısı işleminin uygulanmış kaplamalardan üretilen kontrplaklarda daha düşük bulunmuştur (Şekil 3). Ayrıca her iki tutkal tipi içinde, ısı işlemlili kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, ısı işlemlisiz kaplamalardan üretilenlere göre, daha düşüktür. Krivorotova ve ark (2021) te yaptıkları çalışmada kayın kaplamalara 160 ve 200 °C'de ısı işleme tabi tutmuşlar ve sonunda direnç özelliklerini irdelemişlerdir. 200 °C' de ısı işleme tabi tutulmuş kontrplaklarda daha düşük

eğilme direnci ve çekme makaslama direnci elde etmiş olup benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca Chotikhun ve ark (2023) yaptıkları çalışmada 180 °C'nin üzerinde ısıl işlemler kaplamalardan üretilen kontrplakların mekanik direnç özelliklerinin azaldığını belirtmişlerdir. Bunlara göre ısıl işlemler kaplamalardan üretilen kontrplakların mekanik özelliklerinde genel olarak azalma olduğu ifade edilebilir.



Şekil 3. Çekme makaslama direnci.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada iki farklı tutkal ve kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılan kayın ve kavak türlerinden soyma kaplama levha üretimi yöntemi ile elde edilmiş 3 tabakalı kontrplakların bazı mekanik özellikleri incelenmiştir. İki ağaç türü ve iki farklı tutkal kullanılarak üretilen kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü özellikleri incelenerek, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve aynı koşullarda üretilmiş kontrol örneklerine göre değişim miktarları belirlenmiştir.

Üretilen kaplamaların yarısına ısıl işlem uygulandıktan sonra 3 katlı kontrplak üretilmiştir. Isıl işlem uygulanmış kontrplaklarda eğilme direnci ve çekme makasla direnci değerlerinde %13'lük bir azalma meydana gelmiştir. Fakat elastikiyet modülünde herhangi bir direnç kaybı söz konusu değildir. Aynı koşullarda üretilen fenol formaldehit ile üretilmiş kontrplaklar, üre formaldehit tutkalına göre eğilme direnci %15 daha yüksektir.

Isıl işlem uygulanan kontrplakların mekanik direnç özelliklerinde genel bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak, bu azalma birçok kullanım alanı için önemsiz olabilir ve yüksek mukavemet gerektirmeyen yerlerde tercih edilebilir. Ayrıca ısıl işlem ile muamele edilmiş kontrplakların boyutsal stabilite özellikleri ile mantar testleri yapılması önerilir.

Bu bulgular ışığında, ısıtma işlemi uygulanan kontrplakların kullanımı, özellikle iç mekan uygulamalarında ve nem oranının düşük olduğu ortamlarda avantajlı olabilir. Isıtma işlemi, kontrplakların nem direncini artırarak, boyutsal stabiliteyi iyileştirebilir ve böylece uzun vadede malzemenin performansını koruyabilir. Ayrıca, ısıtma işlemi görmüş kontrplakların estetik açıdan da tercih edilebileceği, doğal ahşap dokusunun daha belirgin hale geldiği ve renk tonunun derinleştiği gözlemlenmiştir. Bu özellikler, mobilya ve dekorasyon sektöründe kullanım için ısıtma işlemi görmüş kontrplakları cazip bir seçenek haline getirebilir.

Kaynaklar

- Boonstra, M.J. (2008). A two-stage thermal modification of wood. *Ph.D. dissertation in cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare - Nancy 1*, 297 p. ISBN 978-90-5989-210-1.
- Chen, Y. (2021). Developing soybean-based adhesives for heat-treated plywood, Doctor of philosophy, *Department of Grain Science and Industry College of Agriculture Kansas State University*, Manhattan, Kansas-USA.
- Chotikhun, A. Kittijaruwattana, J. Lee, S.H. Salca, E.A. Arsyad, W.O.M. Hadi, Y.S. Neimsuwan, & T. Hiziroglu, S. (2023). Characterization of plywood made from heat-treated rubberwood veneers bonded with melamine urea formaldehyde resin, *Journal of Wood Science*, 69, 23.
- Grinins, J. Irbe, I. Andersons, B. Andersone, I. Meija-Feldmane, A. Janberga, A. Pavlovics, G. & Sansonetti, E. (2016). Thermo-hydro treated (THT) birch plywood with improved service properties, *International Wood Products Journal*, 7(4), 181-187.
DOI 10.1080/20426445.2016.1212963.
- Karakaş, G. (2008). Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde ısıtma işleminin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.
- Krivorotova, A.I. Orlov, A.A. Korchuk, Y.A. & Popov, A.A. (2021). Research of physical and mechanical properties of plywood based on thermally modified veneer, *IOP Conference Series, Mater. Sci. Eng.*, doi:10.1088/1757-899X/1181/1/012005.
- Mayes, D. & Oksanen, O. (2002). ThermoWood Handbook, *Finnforest*, Finland.
- Matthew, D.A. Brian, K.B. & Patrick, K.D. (2014). Mechanical and Physical Properties of Thermally Modified Plywood and Oriented Strand Board Panels, *Forest Products Journal*, 64 (7-8), 281–289.

- Marcon, B. Candelier, K. Viguier, J. Pignolet, L. Gartili, A. Thévenon, M.F. Collet R. & Denaud, L. (2022). Durability of Heat Treated Massive Poplar Plywood, *Science Arts & Métiers, 10th European Conference on Wood Modification, France, 2022-04-25- Proceedings of the Tenth European Conference on Wood, Modification*<http://hdl.handle.net/10985/21880>.
- TS 642 ISO 554 (1997). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, *TSE* Ankara.
- TS EN 314-1 (1999). Determining the bonding quality of veneer plywood by shear testing. *TSE* Ankara.
- TS EN 310 (1999). Determining the modulus of elasticity in bending and the bending strength of wood-based panels, *TSE*, Ankara.

G-20 Ülkelerinde CO₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Kentleşme ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi İlişkisi

Relationship Between CO₂ Emissions, Economic Growth, Urbanization and Renewable Energy Consumption in G-20 Countries

 Neslihan AKIN ÖZDEMİR¹

Özet

Sera gazı emisyonlarının küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi insan sağlığı ve çevre açısından ciddi tehdit oluşturan olaylara sebebiyet vermesi ülkeleri, sera gazı emisyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan CO₂ emisyonlarının azaltmak için önlemler almaya yönlendirmiştir. Mevcut çalışmada; kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin G-20 ülkeleri için 2020 verileri kullanılarak Robust Regresyon Analizi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Analizde CO₂ emisyonu bağımlı değişken; kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, kentsel nüfus oranı ve yenilenebilir enerji tüketimini ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Robust regresyon analizi sonucuna göre Kanada ve Brezilya'nın aykırı gözlem olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki pozitif iken; yenilenebilir enerji tüketimi ve kentsel nüfus oranının ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki negatif yönlü olarak tespit edilmiştir. Tüm bu bağımsız değişkenler %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: CO₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Kentleşme, Robust Regresyon, Yenilenebilir Enerji

Abstract

The fact that greenhouse gas emissions cause events that pose serious threats to human health and the environment, such as global warming and climate change, has led countries to take measures to reduce CO₂ emissions, which constitute a large part of greenhouse gas emissions. In the current study; It is aimed to determine the relationship between CO₂ emissions per capita, gross domestic product per capita, urbanization and renewable energy consumption by Robust Regression Analysis using 2020 data for G-20 countries. CO₂ emission was used as dependent variable; Gross domestic product per capita, urban population rate and renewable energy consumption were used as independent variables in the analysis. According to the results of robust regression analysis, Canada and Brazil were found to be outliers. While the relationship between gross domestic product per capita and CO₂ emissions is positive; The relationship between renewable energy consumption and urban population rate and CO₂ emissions has been determined to be negative. All these independent variables were found to be statistically significant at the 5% significance level.

Keywords: CO₂ Emissions, Economic Growth, Renewable Energy, Robust Regression, Urbanization

1. Giriş

Sanayileşmenin yol açtığı yüksek ekonomik büyüme oranları sera gazı emisyonlarının (GHG) artmasına neden olmaktadır. Bu emisyonlar, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi insan sağlığı ve çevre açısından ciddi tehdit oluşturan doğal olaylara yol açmaktadır. Bu nedenle ülkeler, sera gazı emisyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan CO₂ emisyonlarını azaltmak için politikalar üretmektedir (Pata, 2018). Hangi faktörlerin CO₂ emisyonları üzerinde etkisi olduğunun belirlenmesi her ülke için CO₂ azaltım önlemlerinin, politikalarının ve stratejilerinin oluşturulmasını doğrudan etkileyeceği için büyük öneme sahiptir (Fan ve ark., 2006).

Enerji tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonları, sanayileşmiş ülkelere kıyasla 1990'lı yıllardan bu yana yeni sanayileşmiş ülkelerde önemli ölçüde artmıştır. Çevre kalitesindeki bozulmanın endişe verici boyutlara ulaşması çevresel bozulmanın ardındaki nedenleri ve bunun ekonomik büyüme ile ilişkisini anlamak son yıllarda giderek önem kazanmıştır (Kasman ve Duman, 2015). Yapılan çalışmaların çoğu GSYİH'nın CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi bağlamında analiz etmeye (Sun ve ark., 2022; Li ve Haneklous, 2021; Gierałtowska ve ark., 2022) odaklanmıştır. EKC kavramı, ekonomik büyümenin ilk aşamalarındaki ekonomilerin öncelikle sanayi sektörüne odaklandığını göstermiştir. Katı çevre düzenlemelerinin yokluğunda, ekonomiler CO₂ emisyonlarında bir artışla karşı karşıya kalacaktır. Ancak belli bir süre sonra ekonomiler ekonomik büyüme merdivenini tırmandığında sanayi sektöründen hizmet sektörüne geçiş yapmakta, daha temiz enerjileri teşvik etmekte ve sıkı çevre düzenlemeleri uygulamaktadırlar (Sun ve ark., 2022).

CO₂ emisyonları üzerinde etkisi olan bir diğer faktör kentleşmedir. Kentleşme sosyal ve ekonomik bir dönüşüm sürecidir. Bu sadece kırsal kesimden kentlere nüfus kayması değil, aynı zamanda tarıma dayalı ekonominin sanayiye dayalı ekonomiye sistematik dönüşümüdür. Daha yüksek kentleşme, daha yüksek ekonomik faaliyetle ilişkilidir. Ülkeler gelişmeye başladıkça insanların kentsel alanlara taşınmayı düşünecekleri konusunda bir görüş mevcuttur. Yüksek ekonomik faaliyetin neden olduğu zenginlik varlıklı sakinleri karbondioksit emisyonlarını artıracak enerji yoğun ürünler (örn. otomobiller, klimalar vb.) kullanımına yönlendirebilir. Zengin sakinlerin çevreye daha fazla önem vermeleri de muhtemeldir. Artan kentleşme aynı zamanda teknolojik yenilikler, yani üretime dayalı ekonomilerden bilgi ve hizmete dayalı ekonomilere geçiş, çevresel düzenlemelerde ayarlamalar ve elektrik dahil enerji dağıtımından kaynaklanan atıkların azaltılması yoluyla

emisyolları azaltabilir. Dolayısıyla kentleşmenin çevre kalitesi üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olabilmektedir. (Muhammad ve ark., 2020; Sadorsky, 2014; Shahnazi ve Shabani, 2021.; Mahmood ve ark., 2020).

CO₂ emisyonları üzerinde etkisi olan bir diğere faktör yenilenebilir enerjidir. İklim değışikliğine ilişkin artan endişeler yenilenebilir enerjiyi (hidroelektrik, rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal) önemli bir araştırma konusu haline getirmiştir. Yenilenebilir enerjinin çevreye ve halk sağlığına zarar vermemesi nedeniyle önemli bir enerji kaynağı olduğu bilinmektedir. Bu enerji türü, bir ülkenin fosil yakıtlara bağımlılığını azaltarak enerji güvenliğini artırabilen sürekli bir kaynaktır (Al-Mulali ve ark., 2015). Ayrıca yenilenebilir enerji alternatiflerinin kullanılması ekonomilerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmaktadır.

Yukarıda bahsedilen nedenlerle çalışmanın problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

- Türkiye'nin de içinde yer aldığı G-20 ülkeleri için gelir, yenilenebilir enerji tüketimi ve kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri nelerdir?
- Bahsedilen faktörlerden hangileri CO₂ emisyonunu etkilemektedir? CO₂ emisyonunu arttıran faktörler mevcut ise bu faktörlere yönelik olarak nasıl bir politika izlenmesi gerekmektedir?

Mevcut çalışmanın amacı; kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin G-20 (Türkiye, ABD, Almanya, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Birleşik Krallık, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore, Hindistan, İtalya, Japonya, Kanada, Meksika, Rusya ve Suudi Arabistan) ülkeleri için 2020 verileri kullanılarak Robust Regresyon Analizi ile belirlenmesidir.

2. Literatür

Shafiei ve Salim (2014) çalışmasında OECD ülkeleri için 1980-2011 verileri kullanarak STIRPAT modeli ile CO₂ emisyonlarının belirleyicilerini tespit edilmeye çalışılmıştır. Ampirik sonuçlar, yenilenemeyen enerjinin tüketimi CO₂ emisyonunu artırırken, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO₂ emisyonunu azalttığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca toplam nüfus büyüklüğünün, kişi başına düşen GSYİH'nın, sanayileşmenin ve kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerinde olumlu ve anlamlı etkileri olduğunu ortaya koymuştur.

Sun ve ark. (2022) çalışmalarında 1991-2019 dönemi için MENA bölgesinde yenilenebilir enerji tüketimi, kentleşme, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları (CE)

arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Bu çalışmada, uzun vadede Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, hızlı kentleşme ve ekonomik büyüme daha yüksek CE'ye katkıda bulunurken, yenilenebilir enerji tüketiminin CE'yi azaltmak için en uygun çözüm olduğu görülmüştür.

Li ve Haneklous (2021) çalışmalarında, yenilenebilir enerji, fosil yakıt tüketimi, ekonomik büyüme, kentleşme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi Çin özelinde, 1990-2020 dönemi için Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi altında Otoresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) modeli aracılığıyla araştırmışlardır. Bulgular, hem uzun hem de kısa vadede CO₂ emisyonları ile kişi başına düşen GSYİH arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını güçlü bir şekilde desteklemiştir. Kişi başına fosil yakıt tüketimindeki %1'lik artışın uzun vadede kişi başına CO₂ emisyonunu %0,235 artırdığı tespit edilmiştir. Kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ile kişi başına CO₂ emisyonunu arasındaki ilişki uzun vadede negatif iken kısa vadede ise pozitif olarak tespit edilmiştir.

Gierałtowska ve ark. (2022) çalışmalarında 2000-2016 dönemi için 163 ülkeyi kapsayan veri seti için sabit etkiler regresyonu ve iki aşamalı genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM) kullanılmıştır. Çalışmada yenilenebilir enerji, kentleşme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişki test etmişlerdir. Ampirik sonuçlar, kentleşmenin CO₂ emisyonları ile ters U şeklinde bir ilişkiye sahip olduğunu, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO₂ emisyonlarını azalttığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerliliğini doğrulamıştır.

Anwar ve ark. (2022) çalışmalarında 1990-2014 dönemi için 15 Asya ekonomisinde kentleşmenin, yenilenebilir enerji tüketiminin, finansal kalkınmanın, tarımın ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ampirik kanıtlar kentleşmenin, finansal gelişmenin ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarını artırdığını, yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını azalttığını ve tarımın etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir.

Yazdi ve Shakouri (2018) çalışmasında, kentleşme, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki uzun vadeli denge ilişkilerini ve nedensel ilişkileri ampirik olarak araştırmıştır. 1992–2014 dönemi için Dinamik Sıradan En Küçük Kareler (DOLS) ve Tamamen Değiştirilmiş Sıradan En Küçük Kareler (FMOLS) yaklaşımları kullanılmıştır. Granger nedensellik sonuçları, CO₂ emisyonlarından kentleşmeye doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğunu, yenilenebilir enerji tüketimi ile CO₂ emisyonları arasında nedenselliğin bulunmadığını göstermiştir.

Koengkan ve ark. (2020) çalışmalarında karbondioksit emisyonları, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve kentleşme arasındaki nedensellikler, Arjantin, Brezilya, Paraguay, Uruguay ve Venezuela için araştırmışlardır. 1980-2014 dönemi için panel vektör otoregresyonun kullanıldığı çalışmada fosil yakıt tüketimi, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları arasında çift yönlü nedenselliğin varlığı tespit edilirken; yenilenebilir enerji tüketimi ile kentleşme arasında tek yönlü bir ilişki belirlenmiştir.

Sharma (2011) çalışmasında, dinamik panel veri modelini kullanarak 69 ülkeden oluşan küresel bir panel için karbondioksit emisyonlarının belirleyicilerini araştırmıştır. Ülkeler gelir seviyelerine göre yüksek gelir, orta gelir ve düşük gelir olarak gruplandırılmıştır. 1985–2005 dönemini kapsayan çalışmada ticari açıklığın, kişi başına düşen GSYİH'nın ve kişi başına elektrik enerjisi tüketiminin CO₂ emisyonları üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Kentleşmenin yüksek gelir, orta gelir ve düşük gelir panellerinde CO₂ emisyonları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Shahbaz ve ark. (2016) çalışmalarında kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini, 1970Q1–2011Q4 döneminde Malezya örneğinde STIRPAT modelini uygulayarak araştırmışlardır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi VECM Granger nedensellik testi uygulanarak araştırılmaktadır. Ampirik sonuçlar, ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarına önemli bir katkı sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca enerji tüketiminin emisyon yoğunluğunu arttırdığı, sermaye stoğunun ise enerji tüketimini arttırdığı tespit edilmiştir. Kentleşme ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişkinin U şeklinde olduğu, yani kentleşmenin başlangıçta CO₂ emisyonlarını azalttığını, ancak bir eşik seviyesinden sonra CO₂ emisyonlarını artırdığı belirtilmiştir. Nedensellik analizi kentleşmesinin CO₂ emisyonlarının Granger nedeni olduğunu göstermiştir.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı ülke ya da ülke gruplarına yönelik olarak yenilenebilir enerji, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ve kentleşme ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik olarak farklı dönemler ve farklı yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmasına rağmen literatürde Türkiye'nin de içinde yer aldığı G-20 ülkelerini içine alan yenilenebilir enerji, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ve kentleşmeyle CO₂ emisyonu arasındaki ilişkileri belirlemek için Robust Regresyon analizinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut çalışmanın bu yönleri ile literatürdeki boşluğu doldurması ve literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

3. Yöntem

Olağan en küçük kareler yöntemi regresyon çözümlemesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu yöntemin kullanılabilmesi artıkların; normal dağılması, varyansının sabit olması ve otokorelasyonsuz olması gibi çeşitli varsayımlar gerektirir. Aykırı değerler, artıkların normal dağılmamasına, varyansın homojen olmamasına ve aralık tahminlerinin geniş bir aralığa sahip olmasına neden olabilmektedir (Prahutama ve Rusgiyono, 2020: 2). Robust regresyonun temel amacı aykırı değerlerin varlığında dirençli (kararlı) sonuçlar sağlamaktır. Bu istikrarı sağlamak için robust regresyon aykırı değerlerin etkisini sınırlandırır (Chen, 2002).

Robust regresyon tahminçileri yüksek kırılma noktalı tahminçiler, yüksek etkinlik tahminçileri ve çoklu özellik tahmin edicileri (etkin ve yüksek kırılma tahmin ediciler) olarak üç kategoriye ayrılabilirler (Gad ve Qura, 2016). Kırılma noktası, tahmini tamamen bozacak aykırı değerlerin minimum oranını gösterirken; etki fonksiyonu ise bir tahmincinin aykırı gözlemlere karşı gösterdiği tepkidir. MM tahminçileri hem yüksek kırılma noktasına hem de yüksek etkinliğe sahip tahminçilerdir (Lopuhaa ve Rousseeuw, 1991; Yorulmaz, 2016).

$$\sum_{i=1}^n p_1'(u_i) X_{ij} = 0 \text{ ya da } \sum_{i=1}^n p_1'\left(\frac{Y_i - \sum_{j=0}^k X_{ij}\hat{\beta}_j}{S_{MM}}\right) X_{ij} = 0$$

MM tahminçisi, S_{MM} 'nin S tahmininin artığından elde edilen standart sapma olduğu çözümdür ve ρ Tukey'in biweight fonksiyonudur:

$$p(u_i) = \begin{cases} \frac{u_i^2}{2} + \frac{u_i^4}{2c^2} + \frac{u_i^6}{6c^2} & , -c \leq u_i \leq c \\ \frac{c^2}{6} & , u_i < -c \text{ ya da } u_i > c \end{cases}$$

Algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir:

1. OLS kullanılarak verilerdeki regresyon katsayıları tahmin edilir.
2. Klasik regresyon modelinin varsayımları test edilir
3. Verilerdeki aykırı değerler tespit edilir.
4. S tahmininin artık değeri $e_i = y_i - \hat{y}_i$ hesaplanır.
5. $\hat{\sigma}_i$ değeri hesaplanır. $\hat{\sigma}_i = \hat{\sigma}_{sn}$
6. u_i değeri $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_i}$ hesaplanır.
7. Ağırlıklandırılmış değer hesaplanır.

$$w_i = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{u_i}{4.685}\right)^2\right]^2, & |u_i| \leq 4.685 \\ 0, & |u_i| > 4.685 \end{cases}$$

8. Ağırlıklı değer w_i ile WLS yöntemini kullanarak $\hat{\beta}_M M$ hesaplanır.
9. $\hat{\beta}_M M$ 'nin yakınsak değerini elde etmek için 5-8 arasındaki adımlar tekrarlanır.
10. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı etkisinin olup olmadığını belirlemek için test yapılır (Susanti ve ark., 2014).

4. Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın temel amacı, kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin G-20 ülkeleri için Robust Regresyon Analizi ile belirlenmesidir. Bu amaca yönelik olarak çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan değişkenler

Değişken		
Carb	Kişi başına CO ₂ emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası
Gdp	Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (Euro)	Dünya Bankası
Urban	Kentsel nüfus oranı (toplam nüfusun yüzdesi)	Dünya Bankası
Energy	Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi)	Dünya Bankası

Robust Regresyon Analizinde CO₂ emisyonunun bağımlı; kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, Kentsel nüfus oranı ve Yenilenebilir enerji tüketiminin bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Regresyon denklemi katsayıları MM tahmincisi ile elde edilmiştir. İlgili literatür incelemesine dayanarak, çalışmanın temel modeli aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$carb = \beta_0 + \beta_1 gdp + \beta_2 urban + \beta_3 energy + \varepsilon$$

Elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir:

Çizelge 2. Robust regresyon analizi sonuçları

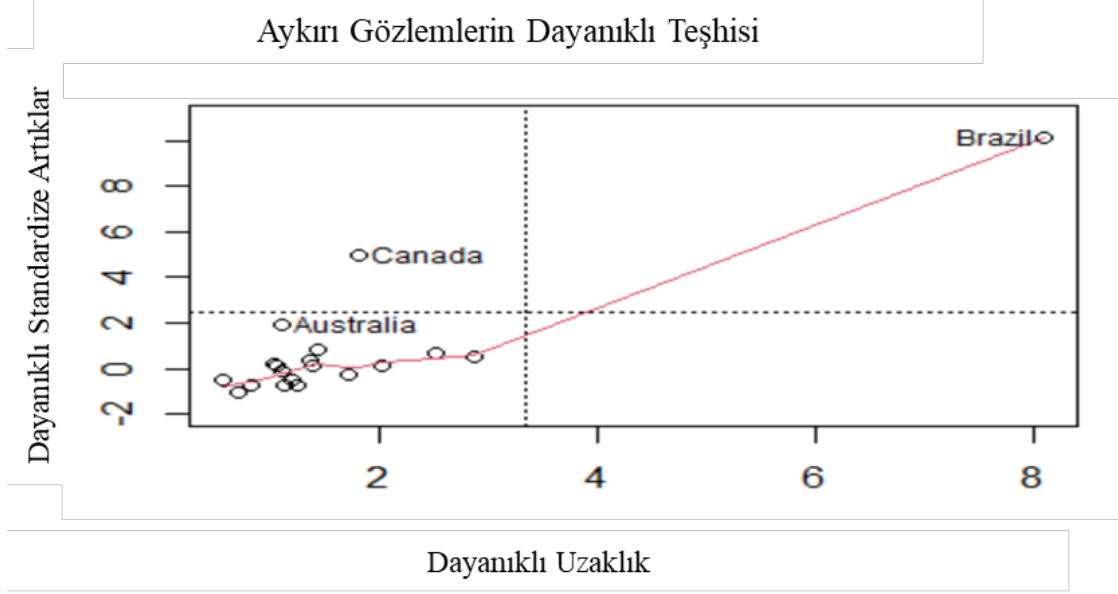
Katsayılar:				
	β katsayısı	Standart Hata	t değeri	p
Sabit	3.151e+01	3.905e+00	8.070	7.74e-07 ***
gdp	1.627e-04	2.519e-05	6.461	1.07e-05 ***
Energy	-6.310e-01	7.516e-02	-8.395	4.73e-07 ***

Katsayılar:				
	β katsayısı	Standart Hata	t değeri	p
Urban	-2.666e-01	4.372e-02	-6.098	2.04e-05 ***
‘***’, ‘**’, ‘*’ işaretleri sırasıyla 0.001, 0.01 ve 0.05 düzeylerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.				
Dayanıklı artık standart hata: 2.387				
R^2 : 0.8187, Düzeltilmiş R^2 : 0.7824				
8 IRWLS yinelemesinde yakınsama				
Dayanıklı ağırlıklar:				
2 gözlem $c(3,4)$ ağırlık == 0 ($< 0,0053$) ile aykırı değerlerdir				

Elde edilen sonuçlara göre kişi başına gayri safi yurtiçi hâsıla ile kişi başına CO₂ emisyonu arasındaki ilişki pozitif yönlüdür ve %0.1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. 2. ve 3. bağımsız değişkenler sabitken (analize girip çıktıktan sonra) kişi başına gayri safi yurtiçi hasıladaki 1 birimlik artış kişi başına CO₂ emisyonunu 0.1627 metrik ton arttırmaktadır.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile kişi başına CO₂ emisyonu arasındaki ilişki negatif yönlüdür ve %0.1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. 1. ve 3. bağımsız değişkenler sabitken (analize girip çıktıktan sonra) yenilenebilir enerji tüketimindeki 1 birimlik artış kişi başına CO₂ emisyonunu 631 metrik ton azaltmaktadır.

Kentsel nüfus oranı ile kişi başına CO₂ emisyonu arasındaki ilişki negatif yönlüdür ve %0.1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. 1. ve 2. bağımsız değişkenler sabitken (analize girip çıktıktan sonra) kentsel nüfus oranındaki 1 birimlik artış kişi başına CO₂ emisyonunu 266.6 metrik ton azaltmaktadır. Kentsel nüfus oranı ile kişi başına CO₂ emisyonu arasındaki negatif ilişki şu şekilde izah edilebilir. Artan kentleşme teknolojik yenilikler, yani üretime dayalı ekonomilerden bilgi ve hizmete dayalı ekonomilere geçiş, çevresel düzenlemelerde ayarlamalar ve elektrik dahil enerji dağıtımından kaynaklanan atıkların azaltılması yoluyla emisyonları azaltabilir (Shahnazi ve Shabani, 2021).



Şekil 1. Aykırı gözlemlerin belirlenmesi

Modele ilişkin olarak elde edilen Şekil 1 incelendiğinde Kanada ve Brezilya'nın aykırı gözlem olduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuçlar

Yüksek ekonomik büyüme oranlarının sera gazı emisyonlarının (GHG) artmasına neden olması ve bu durumun da küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi insan sağlığı ve çevre açısından ciddi tehdit oluşturan doğal olaylara sebebiyet vermesi ülkeleri, sera gazı emisyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan CO₂ emisyonlarını azaltmak için önlemlerinin, politikalarının ve stratejilerinin oluşturulmasını yönlendirmiştir. Bu nedenle mevcut çalışmada; kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin G-20 ülkeleri için 2020 verileri kullanılarak Robust Regresyon Analizi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Robust Regresyon Analizinde CO₂ emisyonunun bağımlı; kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, kentsel nüfus oranı ve yenilenebilir enerji tüketiminin bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Robust regresyon analizi sonucuna göre Kanada ve Brezilya'nın aykırı gözlem olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın CO₂ emisyonlarındaki artışa katkıda bulunduğu; yenilenebilir enerji tüketimi ve kentsel nüfus oranının ise CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunduğunu tespit edilmiştir. Ampirik kanıtlar, yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kullanımında süreklilik sağlamak adına

ülkeler, yeni yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırımı teşvik edecek politikalar tasarlamalıdır.

Bu bağlamda ülkeler yenilenebilir enerji teknolojilerinin özel sektör ve hane halkı tarafından benimsenmesini teşvik etmek için hibeler, düşük faizli krediler, vergi indirimleri veya sübvansiyonlar gibi araçlar kullanılabilirler. Halk-özel-kamu ortaklığı bu misyonu gerçekleştirmek için gerekli üç temel sacayağıdır. Bu ortaklık, vatandaşlara temiz enerji çözümlerinin avantajlarından daha iyi yararlanmalarına ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılıklarını yenilenebilir kaynaklarla değiştirme yönünde kararlar almaları açısından fayda sağlayacaktır (Gierałowska ve ark., 2022).

Kentsel nüfus oranının CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda karar vericilerin alabileceği bazı önlemler bulunmaktadır. Örneğin hükümetler etkili arazi kullanım planlaması uygulamalı, kentsel genişlemeyi rasyonel olarak kontrol etmeli ve kentsel arazinin verimli kullanımını teşvik etmelidirler. Ayrıca kentsel toplu taşıma hizmetlerinin geliştirilmesine ve çoklu ulaşım modlarının birbirine bağlanmasına öncelik verilmelidir (Wang ve ark., 2019).

Kaynaklar

- Al-Mulali, U., Ozturk, I., & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79, 621-644.
- Anwar, A., Sinha, A., Sharif, A., Siddique, M., Irshad, S., Anwar, W., & Malik, S. (2022). The nexus between urbanization, renewable energy consumption, financial development, and CO₂ emissions: Evidence from selected Asian countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 6556-6576
- Chen, C. (2002). Paper 265-27 Robust regression and outlier detection with the ROBUSTREG procedure. In Proceedings of the Proceedings of the Twenty-Seventh Annual SAS Users Group International Conference.
- Fan, Y., Liu, L. C., Wu, G., & Wei, Y. M. (2006). Analyzing impact factors of CO₂ emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4), 377-395.
- Gad, A. M. & Qura, M. E. (2016). Regression Estimation in the presence of outliers: A comparative study. *International Journal of Probability and Statistics*, 5(3), 65-72
- Gierałowska, U., Asyngier, R., Nakonieczny, J., & Salahodjaev, R. (2022). Renewable energy, urbanization, and CO₂ emissions: a global test. *Energies*, 15(9), 3390.

- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic modelling*, 44, 97-103.
- Koengkan, M., Fuinhas, J. A., & Santiago, R. (2020). The relationship between CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption, economic growth, and urbanisation in the Southern Common Market. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 9(4), 383-401.
- Li, B., & Haneklaus, N. (2021). The role of renewable energy, fossil fuel consumption, urbanization and economic growth on CO₂ emissions in China. *Energy Reports*, 7, 783-791.
- Lopuhaa, H. P., & Rousseeuw, P. J. (1991). Breakdown points of affine equivariant estimators of multivariate location and covariance matrices. *The Annals of Statistics*, 19(1), 229-248.
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). Industrialization, urbanization and CO₂ emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy Reports*, 6, 1553-1560.
- Muhammad, S., Long, X., Salman, M., & Dauda, L. (2020). Effect of urbanization and international trade on CO₂ emissions across 65 belt and road initiative countries. *Energy*, 196, 117102.
- Pata, U. K. (2018). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of cleaner production*, 187, 770-779.
- Prahitama, A., & Rusgiyono, A. (2021, July). Robust regression with MM-estimator for modelling the number maternal mortality of pregnancy in Central Java, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1943, No. 1, p. 012148). IOP Publishing.
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies. *Energy economics*, 41, 147-153.
- Shafiei, S., & Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO₂ emissions in OECD countries: a comparative analysis. *Energy policy*, 66, 547-556.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Muzaffar, A. T., Ahmed, K., & Jabran, M. A. (2016). How urbanization affects CO₂ emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 83-93.

- Shahnazi, R., & Shabani, Z. D. (2021). The effects of renewable energy, spatial spillover of CO₂ emissions and economic freedom on CO₂ emissions in the EU. *Renewable Energy*, *169*, 293-307.
- Sharma, S. S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, *88*(1), 376-382.
- Sun, Y., Li, H., Andlib, Z., & Genie, M. G. (2022). How do renewable energy and urbanization cause carbon emissions? Evidence from advanced panel estimation techniques. *Renewable Energy*, *185*, 996-1005.
- Susanti, Y., Pratiwi, H., Sulistijowati, S., & Liana, T. (2014). M estimation, S estimation, and MM estimation in robust regression. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, *91*(3), 349-360.
- Wang, Y., Li, X., Kang, Y., Chen, W., Zhao, M., & Li, W. (2019). Analyzing the impact of urbanization quality on CO₂ emissions: What can geographically weighted regression tell us? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *104*, 127-136.
- Yorulmaz, Ö. (2016). *Dayanıklı istatistiksel yöntemler ve R uygulamaları*. İstanbul: Beta.

Yapay Sinir Ağları (YSA) Kullanılarak CLT Perde Duvarların Yanal Yük Altındaki Rijitliklerinin Kereste Direnç Sınıflarına Göre Tahmin Edilmesi*

Predicting Stiffness of CLT Shear Walls Under Lateral Loads According to Timber Strength Classes Using Artificial Neural Network (ANN)

 Abdullah Uğur BİRİNCİ¹,  Okan İLHAN¹,  Aydın DEMİR¹,  Cenk DEMİRKİR¹

Özet

Bu çalışmada, öncelikle yapay sinir ağları (YSA) kullanarak ağaç türü ve kereste direnç sınıfları gibi üretim parametrelerinin CLT perde duvarların yanıl yük altındaki rijitlik performansını üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha sonra, analizler sonucunda elde edilen YSA tahmin modellerini kullanarak, CLT perde duvarlar için en yüksek rijitlik değerini verecek orta ve dış tabakalarda kullanılan kereste direnç sınıflarına ait optimum tabaka kombinasyonlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, ladin, kızılğaç ve bu iki ağaç türünü içeren hibrit CLT paneller üretilmiştir. Kerestelerin direnç sınıfları TS EN 338 standardına göre hasarsız olarak belirlenmiş ve ladin için C₁₆, C₂₂, C₃₀, kızılğaç için ise D₁₈, D₃₀, D₄₀ grubu keresteleri, çalışma kapsamında CLT üretiminde kullanılmak üzere seçilmiştir. Ağaç türü ve direnç sınıfı kombinasyonlarından oluşan 30 farklı test grubu için CLT paneller üretilmiştir. CLT panellerden oluşturulan perde duvarlar ASTM E 72 standardına göre analiz edilmiş, elde edilen maksimum yük ve bu yükteki deplasman miktarlarından rijitlik hesaplanmıştır. YSA modelleri sonucunda, deneysel verilerden yola çıkarak tahmin değerleri elde edilmiş ve bu verilerle optimum tabaka kombinasyonları belirlenmiştir. Buna göre, CLT perde duvarlar için elde edilen optimum kereste direnç sınıfları ve tabaka kombinasyonları, ladinde C₃₀-C₁₈-C₃₀, kızılğaçta D₃₀-D₃₅-D₃₀, hibritlerde C₃₀-D₂₄-C₃₀ ve D₃₀-C₃₀-D₃₀ olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çapraz Lamine Ahşap (CLT), Kereste Direnç Sınıfı, Yapay Sinir Ağları (YSA), Perde Duvar, Rijitlik

Abstract

In this study, it was primarily aimed to determine the effects of production parameters such as wood species and timber strength classes on the stiffness performance of CLT shear walls under lateral load using artificial neural network (ANN). Then, using the ANN prediction models obtained as a result of the analyses, it was aimed to reveal the optimum layer combinations of the timber strength classes used in the middle and outer layers that will give the highest stiffness value for CLT shear walls. In this study, spruce, alder and these two wood species hybrid CLT panels incorporating were produced. The timber strength classes were determined as undamaged according to the TS EN 338 standard, and C₁₆, C₂₂, C₃₀, group timbers for spruce and D₁₈, D₃₀, D₄₀ group timbers for alder were selected to be used in CLT production within the scope of the study. CLT panels were produced for 30 different test groups consisting of wood species and strength class combinations. The shear walls formed from CLT panels was analyzed according to the ASTM E 72 standard, the stiffness was calculated from the maximum load obtained and the displacement amounts at this load. As a result of ANN modeling, prediction values were obtained based on experimental data and optimum layer combinations were determined with these data. According to this, the optimum timber strength classes and layer combinations for CLT shear walls were determined as C₃₀-C₁₈-C₃₀ for spruce, D₃₀-D₃₅-D₃₀ for alder, and C₃₀-D₂₄-C₃₀ and D₃₀-C₃₀-D₃₀ for hybrids.

Keywords: Cross Laminated Timber (CLT), Timber Strength Class, Artificial Neural Networks (ANN), Shear Wall, Rigidity

Geliş Tarihi: 26.02.2024, Düzeltme Tarihi: 26.04.2024, Kabul Tarihi: 15.05.2024

Adres: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

E-mail: ugurbirinci@ktu.edu.tr

*Bu çalışma, Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 220O012 no'lu projeden üretilmiştir.

1. Giriş

Ahşap esaslı yapılar, son yirmi yılda konut ve konut dışı inşaatlarda, ayrıca ahşap kullanımına yatkın olmayan ülkelerde de popülerlik kazanmaktadır. Bu gelişmenin temel nedeni olarak yapı elemanları için kullanılan Glulam, çapraz lamine ahşap (CLT) ve Lamine Kaplama Kereste (LVL) gibi yüksek verimliliğe sahip mühendislik ve sürdürülebilir ahşap ürünlerinin piyasaya sürülmesi gösterilmektedir (Sandoli ve ark., 2021). Mükemmel sismik direncinin yanı sıra çevre dostu ve eko-sürdürülebilirlik özellikleri ahşabı özellikle takdir edilen bir yapı malzemesi haline getirmiştir (Chen ve ark., 2019). CLT paneller, 1990'ların sonlarında Orta Avrupa'da geliştirildikten sonra özellikle Kuzey Amerika'da orta yükseklikte konut ve konut dışı inşaatlarda kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (Gagnon ve Pirvu, 2012). CLT; beton ve çeliğe göre daha hafif, inşa süresinin kısa ve karbon ayak izinin düşük olması, deprem dayanıklılığı gibi avantajları nedeniyle müstakil evlerin yanında, çok katlı yapılar, okullar, oditoryumlar, gösteri merkezleri, spor salonları, tiyatrolar, ticari ve dini yapılarda kullanılabilen cazip bir malzeme olarak görülmektedir (Di Bella ve Mitrovic, 2020; Hindman ve Golden, 2020; Hematabadi ve ark., 2020). Bununla birlikte, CLT paneller özellikle platform tipi yapıların ana yanal kuvvet direnç sistemlerinde perde duvar olarak sıkça tercih edilmektedir (Tannert ve ark., 2018). Perde duvarların yanal yük dayanımları, kırılma anındaki direnç, eğilme direnci, rijitlik ve süneklik olmak üzere genel olarak dört faktörden etkilenmektedir (Demir ve ark., 2021). Perde duvarların yük taşıma kapasitesi, kaplama materyali ve çerçeve arasındaki bağlantıların gücünün yanında, perde duvarda kullanılan ahşap materyalin özelliklerinden de etkilenebilmektedir. CLT perde duvarlarda özellikle rijitliğin ağaç türü, kereste kalitesi gibi etmenlerden farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

CLT panellerde kullanılan ağaç türleri incelendiğinde, genel olarak çam, ladin gibi iğne yapraklı ağaçların tercih edildiği literatürde belirlense de son zamanlarda hızlı büyüyen yerli ağaç türlerinin de CLT ve hibrit CLT üretiminde kullanıldığı tespit edilmiştir (Srivaro ve ark., 2020; Dong ve ark., 2023). Tercih edilen ağaç türleri önemli olmakla birlikte kullanılan türlerin kalite ve direnç sınıfı, CLT panel kalitesini etkileyen özelliklerden en önemlileri arasında gösterilmektedir. TS EN 338 (2016) Avrupa normuna göre; iğne yapraklı ağaç türleri için 12 (C₁₄, C₁₆, C₁₈, C₂₀, C₂₂, C₂₄, C₂₇, C₃₀, C₃₅, C₄₀, C₄₅, C₅₀), yapraklı ağaç türleri için ise 8 grup (D₁₈, D₂₄, D₃₀, D₃₅, D₄₀, D₅₀, D₆₀, D₇₀) olacak şekilde bir direnç sınıflandırması yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar kerestenin kalitesini belirlediği gibi satış fiyatını da etkileyen en önemli unsurdur. Yapılan literatür araştırmasında; Avrupa'da CLT

üretimi yapan büyük firmaların üretiminde kullandıkları kerestelerin, TS EN 338 (2016) standardına göre sınıflandırmasını gösteren bir çalışmada; genel olarak C₂₄ direnç sınıfındaki kerestelerin kullanıldığı ifade edilmiştir (Wiruszewski ve Mazela, 2017). Literatürde yapılan çalışmalarda, CLT üretiminde genel olarak iğne yapraklı ağaçların kullanıldığı ve herhangi bir direnç değeri kıyaslamasından ziyade mevcut tek bir grup üzerinde analizler yapıldığı görülmüş ve çoğunlukla da bu grubun C₂₄ olduğu tespit edilmiştir (Hassanieh ve ark., 2017; Reynolds ve ark., 2017; Follesa ve Fragiancomo, 2018; Brandner, 2018; Turesson ve ark., 2019; Lie ve ark., 2020). Bunların dışında, C₁₆ (Kippel ve ark., 2014), C₁₈ (Soriano ve ark., 2016; Luengo ve ark., 2017), C₂₂ (Guo ve ark., 2017) ve C₃₀ (Hadigheh ve Dias da Costa, 2020) direnç sınıflarının da tercih edildiği görülmüştür. Ayrıca bazı çalışmalarda iki farklı direnç sınıfına ait kerestelerin tek bir CLT panelin üretiminde kullanıldığı ifade edilmiştir (O'Dowd ve ark., 2016). Hem Türkiye'de yetişen hızlı büyüyen ağaç türlerinden biri olan kızılğaç kerestelerinin CLT üretiminde kullanılmasına yönelik hem de kereste direnç sınıfları üzerine kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmamasından dolayı bu çalışmanın literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

CLT malzemelerin teknolojik özellikleri, mümkün olduğunca maliyet ve süre etkin testler yapılarak belirlenebilmektedir. Ancak CLT üretim parametrelerinin değişmesi durumunda elde edilebilecek direnç değerlerinin belirlenmesi çoklu parametreler göz önüne alındığında yeniden bir maliyet ve süre kaybına neden olabilecek proses oluşturmaktadır. Bu noktada yapay sinir ağları (YSA) kullanımı ile mevcut testlerden elde edilen veriler modellenerek karşılaşılabilecek farklı üretim parametrelerinde ahşap malzemenin göstereceği direnç özelliklerinin tahmin edilmesi mümkün olmaktadır. Yapılan literatür araştırmalarında, yapısal ahşap malzemelere yönelik optimizasyon çalışmalarında YSA modellemelerinin başarı ile kullanıldığı belirlenmiştir (Demir ve ark., 2023; Öztürk ve ark., 2022; Demirkır ve ark., 2013). Bu çalışmada, ağaç türü ve kereste direnç sınıfı gibi üretim parametrelerinin CLT perde duvarların yanal yük altındaki rijitliği üzerindeki etkileri YSA ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, YSA modellerini yardımıyla yapılan optimizasyon çalışmalarıyla da CLT paneller için en yüksek rijitlik değerini verecek orta ve dış tabakalarda kullanılan kereste direnç sınıflarının kombinasyonları ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç malzeme

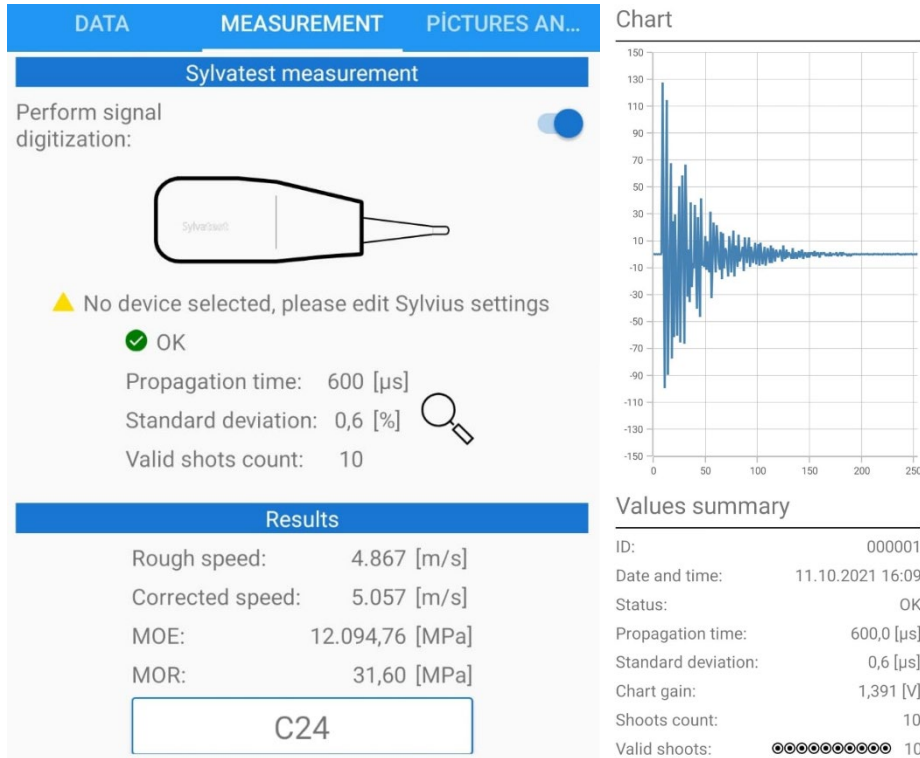
Bu çalışmada, CLT üretiminde en fazla tercih edilen türlerden biri olan ladin (*Picea orientalis L.*), iğne yapraklı ağaç türü olarak seçilmiştir. Ayrıca, hızlı büyüyen türlerden olan kızılgağaç (*Alnus glutinosa subsp. Barbata (C.A. Mey.) Yalt.*), yapraklı ağaç türü olarak seçilmiştir. Farklı bölgelerden, sırasıyla TS 1265 (2012) ve TS EN 14081-1 (2019) standartlarında belirtilen görünüş özelliklerine göre 3 farklı kalite sınıfında ladin ve 2 farklı kalite sınıftan kızılgağaç keresteler temin edilmiştir. Kerestelerin dört tarafı planya makinasında işlenmiş ve kurutulmuş olarak temin edilmiştir. Keresteler, CLT üretimi için en uygun aralık olan %12±3 rutubet derecesine sahip olmasına dikkat edilmiştir. Keresteler, CLT üretiminden önce 120x10x1.8 cm ve 240x10x1.8 cm ölçülerinde boyutlandırılmıştır.

2.2. Kerestelerin TS EN 338 standardına göre direnç sınıflarının belirlenmesi

Çalışma kapsamında, görünüş özelliklerine göre temin edilen kerestelerin, CLT üretimi öncesi hasarsız yöntemler ile testleri yapılarak TS EN 338 (2016) Standardına göre direnç sınıfları tayin edilmiştir. Kerestelerin direnç sınıflarının belirlenmesinde, CBS-CBT firması tarafından geliştirilmiş Sylvatest 4 akustik test cihazı kullanılmıştır (Şekil 1). Cihaz iki dönüştürücü (verici ve alıcı) arasındaki ahşap malzemede ultrasonik dalgaların uçuş süresini ölçerek eğilme direnci ve elastikiyet modülünü yazılım sayesinde direkt olarak hesaplamakta ve ilgili standarda göre direnç sınıfını göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilen verileri grafiğe dönüştürmektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Akustik test cihazı ile kerestelerin direnç sınıflarının belirlenmesi



Şekil 2. Akustik test cihazı yazılım verileri

Yapılan hasarsız testler sonucunda, ladin ve kızılâğaç keresteler TS EN 338 (2016) standardına göre C ve D olarak direnç sınıflarına ayrılmıştır. Elde edilen direnç sınıfı gruplarından ladin için C₁₆, C₂₂, C₃₀, kızılâğaç için ise D₁₈, D₃₀, D₄₀ grubu keresteleri, çalışma kapsamında CLT üretiminde kullanılmak üzere seçilmiştir. Özellikle iğne yapraklı ağaç türü olan ladin için bu değerler seçilirken, TS EN 338 (2016) standardında C₄₅ ve C₅₀ sınıfında kerestenin bulunamayabileceği ifadesi ve yapılan literatür araştırması neticesinde C₃₀ grubunun üzerindeki direnç sınıfına ait kerestelerin CLT üretiminde kullanımına yönelik çalışmaya rastlanılmaması dikkate alınmıştır. Bu nedenle gruplar seçilirken C₃₀ standardına kadar ilgili standartta verilen sınıflandırma sıralaması açısından eşit aralıklı olarak direnç sınıfı seçimi yapılmıştır.

2.3. CLT panellerin üretilmesi

Ağaç türü ve TS EN 338 (2016) standardındaki direnç sınıflarına göre oluşturulan tabaka kombinasyon gruplarına ait kerestelerin yüzeylerine 160 g/m² poliüretan tutkal çözeltisi sürülmüştür. Üretilen CLT panellerde taslak hazırlama işlemi tabakalar birbirine dik olacak şekilde yerleştirilmesiyle yapılmıştır. Taslak oluşturma esnasında bir tabakada kullanılacak kerestelerin, enine kesitlerindeki yıllık halka yönü dikkate alınarak üretilecek malzemenin en az çalışmasını sağlayacak şekilde kızılâğaç, ladin ve hibrit (kızılâğaç ve ladin kombinasyonu) taslaklar oluşturulmuştur. 3 tabakalı olacak şekilde hazırlanan taslak

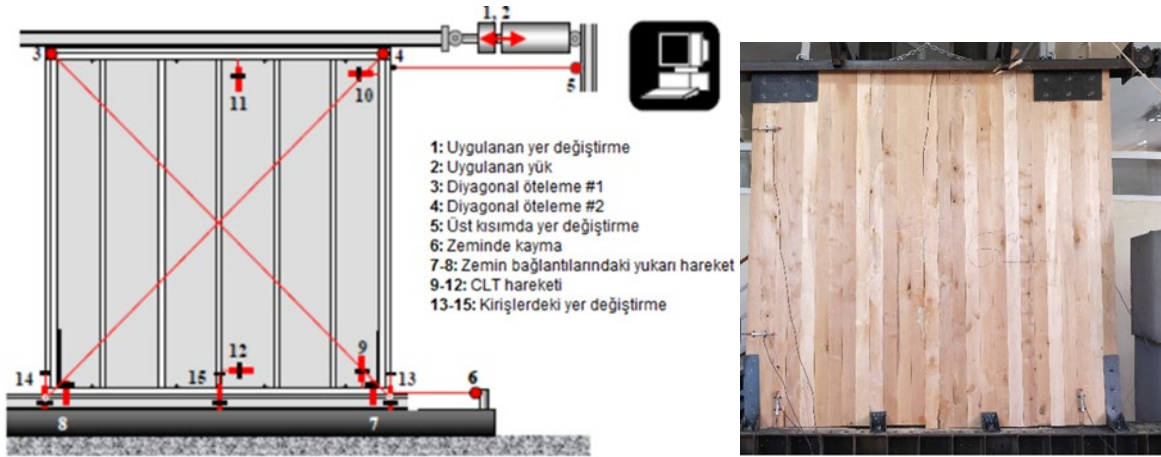
levhalar, presleme işlemine tabi tutulmuştur. Taslakların preslenmesi; endüstriyel koşullarda dikey ve yan presleme yapabilen hidrolik bir preste gerçekleştirilmiştir. Presleme işleminde soğuk pres uygulanmış ve pres basıncı ladin ve hibrit için 0.8 N/mm^2 , kızılğaç için 1.2 N/mm^2 'ye ayarlanmıştır. Kereste parçaları arasındaki boşluğu en aza indirebilmek için dikey presleme ile $0.276\text{-}0.550 \text{ N/mm}^2$ arasında bir yan presleme yapılmıştır. Ağaç türü ve TS EN 338 (2016) standardına göre oluşturulan kombinasyonlar neticesinde üretimi yapılan 30 test grubu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ağaç türü ve TS EN 338 standardına göre oluşturulan test grupları.

Grup No	Ağaç Türü	Tabaka Kombinasyonu
1	Ladin	C ₁₆ - C ₁₆ - C ₁₆
2		C ₂₂ - C ₂₂ - C ₂₂
3		C ₃₀ - C ₃₀ - C ₃₀
4		C ₁₆ - C ₂₂ - C ₁₆
5		C ₂₂ - C ₁₆ - C ₂₂
6		C ₁₆ - C ₃₀ - C ₁₆
7		C ₃₀ - C ₁₆ - C ₃₀
8		C ₂₂ - C ₃₀ - C ₂₂
9		C ₃₀ - C ₂₂ - C ₃₀
10	Kızılğaç	D ₁₈ - D ₁₈ - D ₁₈
11		D ₃₀ - D ₃₀ - D ₃₀
12		D ₄₀ - D ₄₀ - D ₄₀
13		D ₁₈ - D ₃₀ - D ₁₈
14		D ₃₀ - D ₁₈ - D ₃₀
15		D ₁₈ - D ₄₀ - D ₁₈
16		D ₄₀ - D ₁₈ - D ₄₀
17		D ₃₀ - D ₄₀ - D ₃₀
18		D ₄₀ - D ₃₀ - D ₄₀
19	Hibrit	C ₁₆ - D ₁₈ - C ₁₆
20		C ₂₂ - D ₃₀ - C ₂₂
21		C ₃₀ - D ₄₀ - C ₃₀
22		D ₁₈ - C ₁₆ - D ₁₈
23		D ₃₀ - C ₂₂ - D ₃₀
24		D ₄₀ - C ₃₀ - D ₄₀
25		C ₁₆ - D ₃₀ - C ₁₆
26		C ₁₆ - D ₄₀ - C ₁₆
27		C ₂₂ - D ₄₀ - C ₂₂
28		D ₁₈ - C ₂₂ - D ₁₈
29		D ₁₈ - C ₃₀ - D ₁₈
30		D ₃₀ - C ₃₀ - D ₃₀

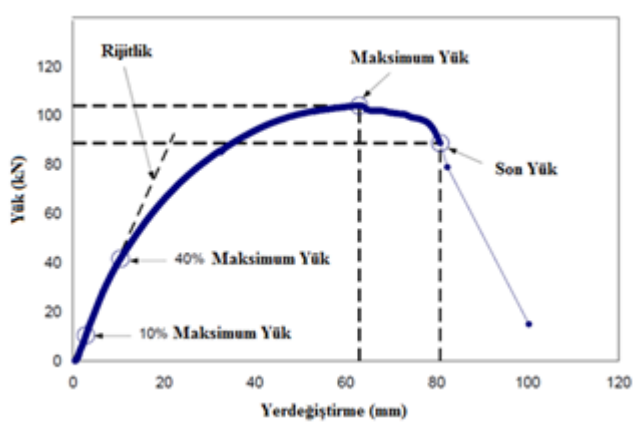
2.4. Perde duvar analizi

CLT panellerin yanal yük altındaki yapısal performansını belirlemek için perde duvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Perde duvar analizi testi ASTM E 72 (2014) standardına göre doğrusal yük altında uygulanmıştır. Kurulan deney düzeneği Şekil 3'te verilmiştir. 20 Ton Kapasiteli Servo Hidro Yükleme Sistemi perde duvar analiz testinde kullanılmıştır.



Şekil 3. Deneysel test düzeneği.

ASTM E 72 (2014) standardında belirtilen yük uygulama prosedürüne göre gerçekleştirilen testlerin ardından, her bir deney grubu için maksimum yük taşıma kapasitesi ve maksimum yükteki yer değiştirme miktarları elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına dayanarak, her bir grup için elde edilen grafikler incelenmiş ve her bir grup için temsil edici olan yük-yer değiştirme eğrileri belirlenmiştir. Bu grafikler, ilgili örnek grubun maksimum yükü ve bu yükteki yer değiştirmeyi ifade etmektedir. (Şekil 4).



Şekil 4. Test sonucu elde edilen grafik.

Bu grafiklerin yardımıyla, maksimum yükün %10-40'ı arasında bulunan eğrinin eğimi hesaplanarak CLT panellere ait rijitlik değerleri belirlenmiştir.

2.5. Yapay Sinir Ağları (YSA) Modellemesi

YSA Modellemelerinde, TS EN 338 (2016) standardına göre 3'er direnç sınıfından elde edilen deney verileri kullanılarak, standarttaki diğer direnç sınıfları için rijitlik değerlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylelikle, çalışmada kullanılmayan farklı direnç sınıfına sahip kerestelerle üretilecek CLT panellerin yapısal direnç özellikleri, deneylere gerek duymadan maliyet ve zaman kaybı olmadan yüksek güvenilirlikte tahmin

edilmiş olacaktır. Ayrıca, analizlerden elde edilen tahmin modelleri kullanılarak ladin, kızılâğaç ve hibrit CLT paneller için optimum kereste direnç sınıfı kombinasyonları hem dış tabakalar hem de orta tabakalar için ayrı ayrı belirlenmiştir.

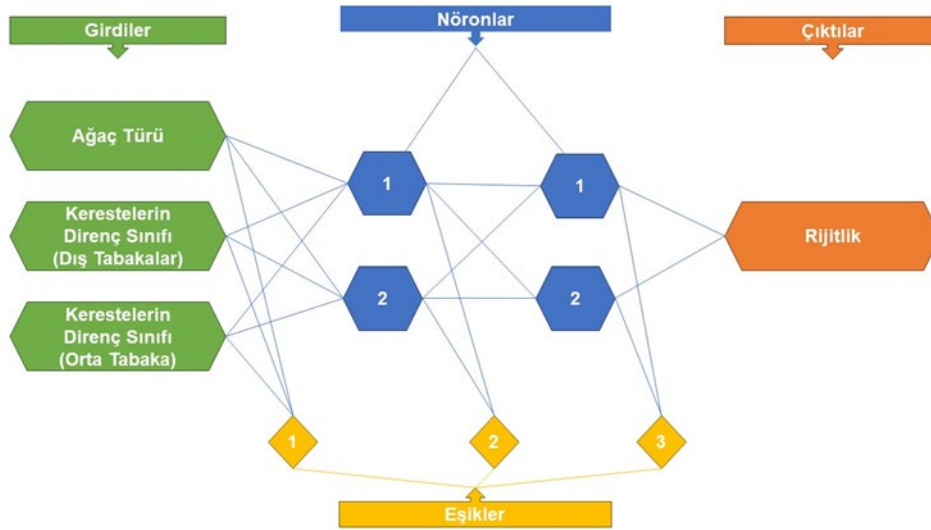
Bu araştırmada, temel işlem değişkenleri olarak ağaç türleri ile dış ve orta tabakada kullanılan kerestelerin TS EN 338'e (2016) göre belirlenen direnç sınıfı değerleri kabul edilmiştir. Çıktı değişkeni olarak ise CLT panellerin yapısal özelliklerinden elde edilen rijitlik değerleri kullanılmıştır. MATLAB programı, yapay sinir ağlarının oluşturulması, eğitilmesi, test edilmesi ve optimal parametrelerin belirlenmesi süreçlerinde kullanılmıştır. Veriler, hasarlı deneylerden elde edilmiştir. Ağaç türlerinin, dış ve orta tabakada kullanılan kerestelerin TS EN 338'e (2016) göre belirlenen direnç sınıflarının rijitlik değerleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, deneysel veriler eğitim ve test verisi olarak kategorize edilmiştir. Eğitim sürecinde 20 örnek seçilmiş ve geriye kalan 10 örnek, yapay sinir ağının genelleme yeteneğini doğrulamak amacıyla kullanılmıştır. Yapılan testlerde, tahmini değerler gerçek değerlerle karşılaştırılmış ve performans fonksiyonları olarak bilinen ve yaygın olarak kullanılan ortalama karesel hata karekökü (RMSE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) hesaplamalarıyla değerlendirilerek en etkili tahmin modelleri belirlenmiştir. RMSE ve MAPE hesaplamalarına ait denklemler aşağıda verilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - td_i)^2} \quad (1)$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \left[\left| \frac{t_i - td_i}{t_i} \right| \right] \right) \times 100 \quad (2)$$

Burada t_i , gerçek değeri; td_i , model tahmin değerini; N ise terim sayısını ifade etmektedir.

Analizlerde yüksek performans özellikleriyle en iyi tahmin modeli olarak belirlenen ağ mimarisi Şekil 5'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, en doğru ve kesin sonuçları tahmin eden modelin ağ mimarisi 1 girdi katmanı, 2 gizli katman ve 1 çıktı katmanından oluşmuştur. Her gizli katmanda 2'şer nöron kullanılmıştır.



Şekil 5. Rijitlik tahmin modeli olarak seçilen YSA mimarisi

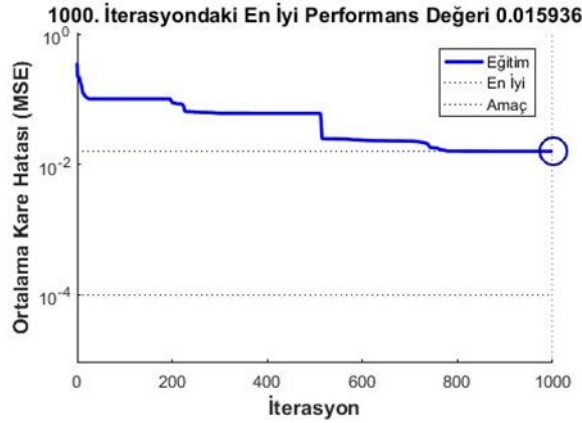
Problemlerin çözümünde ileri beslemeli ve geri yayımlı (Feed Forward and Back Propagation) çok katmanlı (multilayer) YSA tercih edilmiştir. Bu çalışmada, aktivasyon (activation) (transfer) fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu (hyperbolic tangent sigmoid function) (tansig) ile doğrusal transfer fonksiyonu (linear transfer function) (purelin), öğrenme kuralı olarak momentumlu gradyan azaltım geri yayılım algoritması (gradient descent with momentum backpropagation algorithm) (traingdm), eğitim algoritması olarak ta levenberg marquardt algoritması (trainlm) seçilmiş, performans fonksiyonu olarak ta 3 numaralı eşitlikle hesaplanan ortalama karesel hata (mean square error) (MSE) kullanılmıştır.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - td_i)^2 \quad (3)$$

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yapay Sinir Ağları (YSA) Modellemesi

Çalışma kapsamında CLT panellere uygulanan yanal yüklemelerden elde edilen rijitlik değerleri kullanılarak yüksek güvenilirlikte ve doğrulukta YSA tahmin modeli elde edilmiştir. Analizler sırasında sayısız model eğitilmiş ve bu modellerin testleri yapılmıştır. En iyi tahmini veren modellerin belirlenmesinde MSE değerleri kullanılmıştır. Bu değerlerin iterasyona göre değişimleri çıktı değişkenine göre Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Belirlenen tahmin modelinin iterasyona bağlı olarak MSE değişimleri.

Şekilden de görüleceği üzere, rijitlik tahmin modelinde en iyi performans, 1000. İterasyonda 0.015936 olarak belirlenmiştir. Yüksek performans değerine sahip tahmin modelinin kullanılan eğitim ve test veri setlerinin deneysel bulguları, tahmin bulguları ile hata oranları Tablo 2’de gösterilmiştir. Ayrıca tahmin modeline ait MAPE ve RMSE değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Rijitlik değerlerine ait eğitim ve test verileri.

EĞİTİM VERİLERİ				
Ağaç Türü	Tabaka Kombinasyonu	Rijitlik (kN/mm)		
		Gerçek	Tahmin	Hata (%)
Ladin	C22-C22-C22	1.79	1.76	1.46
Ladin	C30-C30-C30	1.40	1.40	-0.10
Ladin	C22-C16-C22	1.24	1.24	-0.09
Ladin	C16-C30-C16	1.34	1.36	-1.82
Ladin	C30-C16-C30	2.08	2.08	0.01
Ladin	C30-C22-C30	1.23	1.23	-0.07
Kızılağaç	D18-D18-D18	1.84	1.88	-2.13
Kızılağaç	D40-D40-D40	1.36	1.36	-0.11
Kızılağaç	D18-D30-D18	1.06	1.06	0.06
Kızılağaç	D30-D18-D30	1.77	1.77	0.00
Kızılağaç	D30-D40-D30	1.28	1.28	0.22
Kızılağaç	D40-D30-D40	1.84	1.84	-0.01
Hibrit	C16-D18-C16	1.73	1.89	-9.18
Hibrit	C22-D30-C22	1.83	1.89	-3.11
Hibrit	D18-C16-D18	2.05	1.89	7.86
Hibrit	D40-C30-D40	1.39	1.39	0.00
Hibrit	C16-D30-C16	2.04	1.89	7.47
Hibrit	C22-D40-C22	1.92	1.92	0.00
Hibrit	D18-C22-D18	1.83	1.89	-3.21
Hibrit	D30-C30-D30	2.58	2.58	0.01
MAPE		1.85		
RMSE		0.06		
TEST VERİLERİ				
Ağaç Türü	Tabaka Kombinasyonu	Rijitlik (kN/mm)		
		Gerçek	Tahmin	Hata (%)
Ladin	C16-C16-C16	1.32	1.32	0.29

Ladin	C ₁₆ -C ₂₂ -C ₁₆	1.71	1.56	8.65
Ladin	C ₂₂ -C ₃₀ -C ₂₂	1.54	1.55	-0.81
Kızılağaç	D ₃₀ -D ₃₀ -D ₃₀	1.44	1.43	0.65
Kızılağaç	D ₁₈ -D ₄₀ -D ₁₈	1.48	1.56	-5.68
Kızılağaç	D ₄₀ -D ₁₈ -D ₄₀	1.42	1.39	2.09
Hibrit	C ₃₀ -D ₄₀ -C ₃₀	1.27	1.39	-9.52
Hibrit	C ₁₆ -D ₄₀ -C ₁₆	1.77	1.82	-3.07
Hibrit	D ₃₀ -C ₂₂ -D ₃₀	2.02	1.89	6.48
Hibrit	D ₁₈ -C ₃₀ -D ₁₈	1.55	1.54	0.72
MAPE		3.80		
RMSE		0.08		

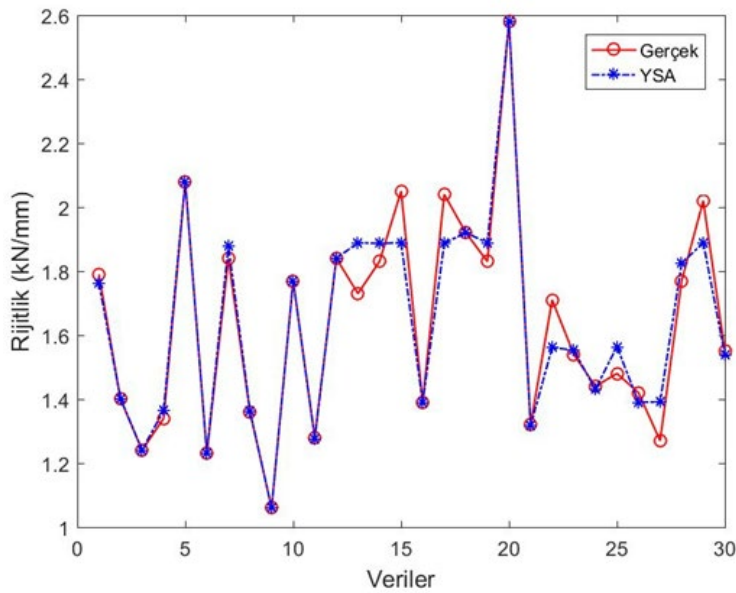
Tablo 2 incelendiğinde, CLT panellerdeki deneysel veriler ile tahmin verileri arasında yakın bir ilişki olduğu ve hata oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Rijitlik değerleri verilerinde en yüksek hata oranları, ladin CLT paneller için %8.65, kızılğaç CLT paneller için %5.68 ve hibrit CLT paneller için %9.52 olarak hesaplanmıştır. Tabloda verilen tahmin modeline ait MAPE ve RMSE değerleri ayrıca bu uyumun ne kadar yüksek olduğunu kanıtlamıştır. Özellikle MAPE, model performansını değerlendirmek için kullanılan önemli bir kriterdir ve birçok araştırmacı, model performansını değerlendirmek amacıyla MAPE'yi tercih etmiştir (Antanasijević ve ark., 2013; Yadav ve Nath, 2017). Literatürde, MAPE değerinin %10'un altında olması durumunda model performansının yüksek olduğu vurgulanmıştır (Yadav ve Nath, 2017). Bu çalışmada, rijitlik değerleri için elde edilen MAPE değerleri eğitim verileri için %1.85, test verileri için ise %3.80 olarak belirlenmiştir. Bu hata seviyeleri, YSA tahmin modelinin etkili bir şekilde tatmin edici sonuçlar sağladığını ve yeterli doğruluk ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

En iyi YSA modelinin belirlenmesinde, MAPE değerlerinin yanı sıra RMSE değerleri de dikkate alınmaktadır, ki bu durum daha geniş bir perspektif sağlamaktadır (Küçükönder ve ark., 2016). Düşük RMSE değerleri, iyi bir model performansını yansıtan önemli parametrelerden biridir (Taşpınar ve Bozkurt, 2014). Rijitlik değerlerine ait eğitim ve test verileri için RMSE değerleri sırasıyla 0.06 ve 0.08 olarak belirlenmiştir. Bu hata seviyeleri, rijitlik değerlerine ait tahmin modeli için tatmin edici olduğunu kanıtlamıştır. Rijitlik değerlerine ait tahmin modelinin bağlantı ağırlıkları ve eşik değerleri sırasıyla Tablo 3'te verilmiştir.

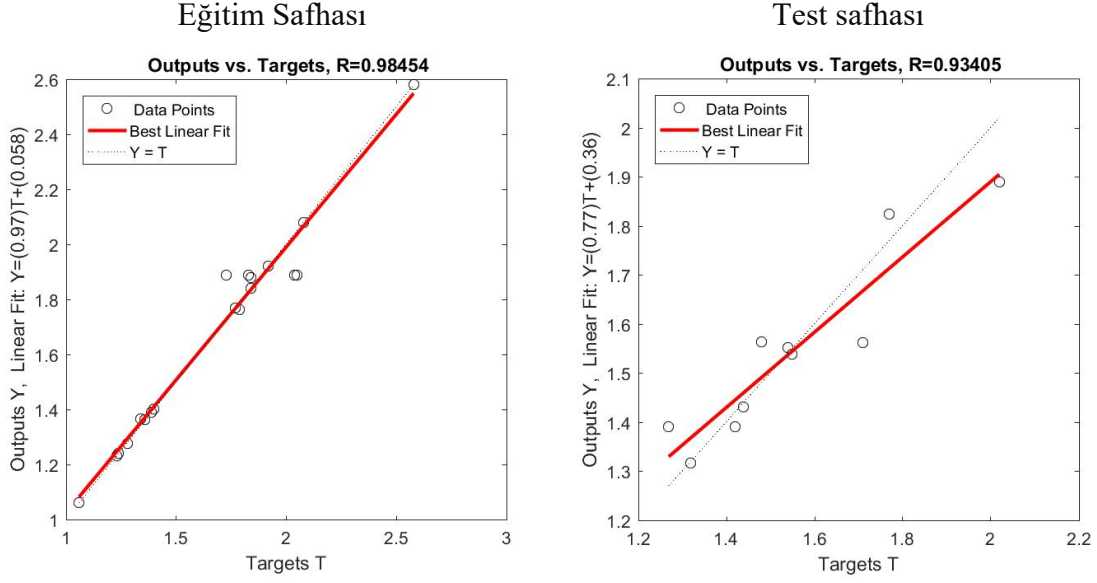
Tablo 3. Rijitlik değerlerinin tahmin modelinin bağlantı ağırlıkları ve eşikleri..

Gizli Katman 1	Nöron1	Nöron2	Eşik1
	-5.69	-5.19	0.70
14.05	0.61	-3.07	
5.83	2.47	-	
Gizli Katman 2	Nöron1	Nöron2	Eşik2
	2.37	-3.10	-1.40
-3.25	4.18	1.56	
Çıktı Katmanı	Nöron1	Eşik3	
	-19.08	-0.46	
-18.96	-		

Deneysel çalışmalardan elde edilen veriler ile YSA modellerinden elde edilen tahmin verilerin karşılaştırmaları çıktı değişkenlerine göre Şekil 7’de verilmiştir.

**Şekil 7.** Gerçek veriler ile tahmin verilerinin karşılaştırılması.

Şekil 7 incelendiğinde, deneysel çalışmalarla elde edilmiş verilerin modellerden elde edilen tahmin verileriyle önemli seviyede uyum sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, deneysel çalışmalardan elde edilen verilerle analiz sonuçlarına dayalı tahmin verileri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan regresyon analizleri, tahmin modellerinin geçerliliği ve doğruluğunu belirlemek için kullanılan kritik parametrelerden biridir. Korelasyon katsayıları, 1'e yaklaştıkça modellerin tahmin doğruluğunun arttığı gözlemlenmektedir (Özşahin, 2012). Analizler sonucunda, rijitlik tahmin modeli için hesaplanan korelasyon katsayıları (R) ve regresyon grafikleri Şekil 8’de verilmiştir.

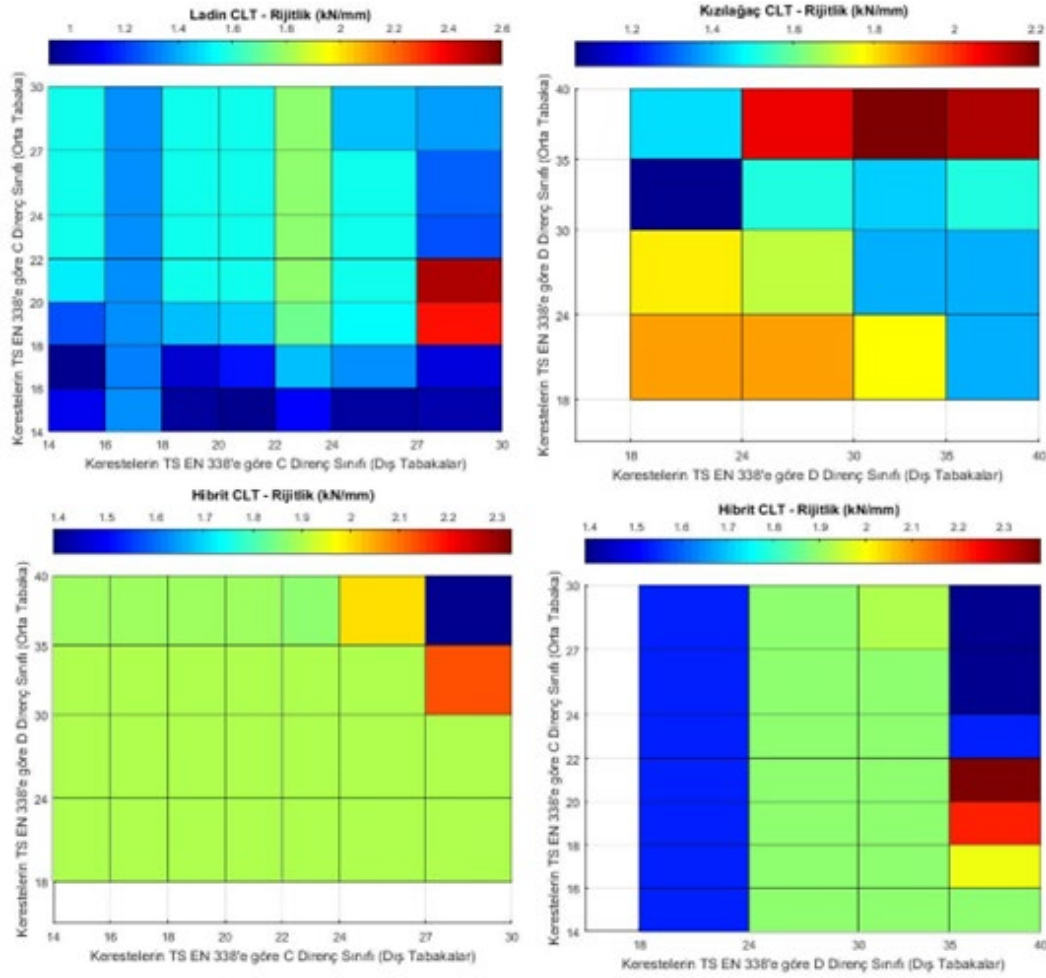


Şekil 8. Rijitlik tahmin modeline ait regresyon grafikleri.

Şekil incelendiğinde, rijitlik tahmin modelinin R değeri, eğitim safhasında 0.98454 iken test safhasında 0.93405 olarak hesaplanmıştır. R değerleri dikkate alındığında, korelasyon katsayıları 1'e yakın olan bu modelin, deneysel veriler ile tahmin verilerinin arasındaki uyumun çok iyi olduğu istatistiksel olarak da kanıtlanmıştır. İstatistiksel olarak kanıtlanan tahmin modelinin güvenilirliği ve tahmin kabiliyetlerinin kesinliği artmıştır.

3.2. Optimizasyon

YSA tahmin modelleri, deneysel çalışmalarda kullanılmayan girdi değişkenlerine ait ara verilerin çıktılarını tahmin etme konusunda yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilmektedir (Varol vd. 2018). Girdi değişkeni olarak belirlenen TS EN 338'e (2016) göre kereste direnç sınıfı değerlerinin (C_{16} , C_{22} , C_{30} ve D_{18} , D_{30} , D_{40}) deneylerde kullanılmayan ara değerlerine (C_{14} , C_{18} , C_{20} , C_{27} ve D_{24} , D_{35}) karşılık gelen rijitlik değerleri ağaç türüne göre tahmin edilmiş ve bu değerlerin CLT panellerin dış ve orta tabakalarında kullanılan kereste direnç sınıfına göre değişimleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Kereste direnç sınıfına göre CLT paneller için rijitlik değerlerinin değişimi.

CLT panellerden üretilen perde duvarların rijitlik değişimleri incelendiğinde, ladinden üretilen duvarlarda dış tabakalarda kullanılan kerestelerin direnç sınıflarının C₂₇ ve C₃₀; orta tabakada kullanılan kerestelerin direnç sınıflarının ise C₁₈ ve C₂₀ olması durumunda duvarların rijitliklerinin en yüksek değerlere ulaşacağı tahmin edilmiştir. Kızılağaçtan üretilen panellerde dış tabakalarda kullanılan kerestelerin direnç sınıflarının D₃₀ ve D₃₅; orta tabakada kullanılan kerestelerin direnç sınıflarının ise D₃₅ olması durumunda duvarların rijitliklerinin en yüksek değerler vereceği tahmin edilmiştir. Hibrit CLT panellerde en yüksek liflere paralel makaslama direnci değerleri, dış tabakasında ladin, orta tabasında kızılağaç olan gruplarda sırasıyla C₃₀-D₂₄ direnç sınıfları kombinasyonunda bulunmuştur. Dış tabakası kızılağaç orta tabakası ladin olan hibrit panellerde ise en yüksek değerler, D₃₀ ve D₃₅'in dış tabakalarda; C₂₀ ve C₃₀'un orta tabakalarda kullanıldığı kombinasyonlardan elde edilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen modellerin tahmin değerleri incelenerek ağaç türüne göre optimum kereste direnci sınıfları ve tabaka kombinasyonları tespit

edilmiştir. Belirlenen optimum tabaka kombinasyonları ile bu kombinasyonlara karşılık gelen en yüksek rijitlik değerleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. CLT paneller için optimum kereste direnç sınıfı ve tabaka kombinasyonları.

Ağaç Türü	Tabaka Kombinasyonu (Dış-Orta-Dış)	Tahmin Edilen En Yüksek Rijitlik Değeri (kN/mm)
Ladin	C ₃₀ -C ₁₈ -C ₃₀	2.60
Kızılağaç	D ₃₀ -D ₃₅ -D ₃₀	2.21
Hibrit	C ₃₀ -D ₂₄ -C ₃₀	2.33
Hibrit	D ₃₀ -C ₃₀ -D ₃₀	2.38

Tablodaki rijitlik değerleri incelendiğinde, ladin kerestelerden üretilen CLT perde duvarların kızılğaç ve hibrit CLT perde duvarlara göre çok daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. Dış tabakalarında kızılğaç kerestelerin orta tabakalarında ladin kerestelerin kullanıldığı hibrit panellerden üretilen CLT perde duvarın yanal yük altındaki rijitlik performansı diğer hibrit grubuna göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. CLT paneller üzerine YSA ile modelleme ve optimizasyon çalışmalarının sayısı literatürde oldukça sınırlı kalmıştır. Bobadilha ve ark. (2021) YSA modellemelerini CLT panellerin açık havada maruz kaldığı renk değişimlerinde kullanırken; Dong ve ark. (2017) CLT maliyetlerini ve enerji tüketimlerini YSA ile modellemiştir. Bu çalışmaların dışında özellikle CLT panellerin rijitlikleri üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bundan dolayı bu çalışma, literatüre yeni bir bakış açısı ve kullanılabilir bir veri kaynağı sunmuştur.

Literatürde iğne yapraklı ağaçlardan üretilen CLT panellerde çoğunlukla C24 direnç sınıfına sahip kerestelerin kullanıldığı tespit edilmiştir (Wiruszewski ve Mazela, 2017). Bu çalışmada YSA sonucunda elde edilen modelden, dış ve orta tabakalarında C24 direnç sınıfındaki kerestelerin kullanıldığında CLT panelin rijitlik değeri 1,56 kN/mm olarak tahmin edilmiştir. Tablo 4’te tabaka kombinasyonlarına göre verilen optimum sonuçlarda ladin için 2,60 kN/mm hesaplanmıştır. CLT üretiminde sıkça tercih edilen C24 direnç sınıfı kerestelerden ziyade, çalışmada belirlenen C30-C18-C30 grubunun oldukça yüksek yapısal dayanım sağladığı tespit edilmiştir. Orta tabakada daha düşük direnç sınıfı kerestelerin kullanılmasının rijitlik değerlerini etkilemediği görülmüş, bu durumun da CLT üretim maliyetlerine olumlu bir etkiye neden olacağı düşünülmüştür. Her ne kadar ülkemizde görsel sınıflandırmaya göre bir kereste fiyatlandırma söz konusu olmasına rağmen, özellikle dünyada yapısal kerestelerin direnç sınıfları düştükçe fiyat daha da düştüğü görülmüştür. Ülkemizde ahşap yapılar ve yapısal ahşap malzemeler üzerine gelişmeler hızlanmakta olup ilerleyen zamanlarda kereste fiyatlandırmanın da direnç sınıfına göre yapılacağı tahmin

edilmektedir. Bundan dolayı, çalışmanın sonuçlarının bu sektörde hem dayanım hem de maliyet açısından son derece önemli olacağı düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, CLT Panellerin kullanıldığı perde duvarların yanal yük altındaki rijitlikleri üzerine ağaç türü ve kereste direnç sınıfı gibi faktörlerin etkisi YSA aracılığıyla tahmin edilerek belirlenmiştir. Ayrıca, hızlı büyüyen yerli ağaç türlerimizden kızılğaç kerestelerinin CLT panel üretiminde kullanılması durumunda göstereceği yapısal performans da ortaya konulmuştur. Deneysel verilerden hesaplanan rijitlik değerleri YSA modellemelerinde kullanılmış ve en iyi tahmin performansına sahip model belirlenmiştir. Rijitlik tahmin modelinde en iyi performans, 1000. iterasyonda 0.015936 olarak belirlenmiştir. R değeri, eğitim safhasında 0.98454 iken test safhasında 0.93405 olarak hesaplanmıştır. MAPE değeri, eğitim verileri için %1.85 ve test verileri için %3.80 olarak tespit edilirken; RMSE değerleri sırasıyla 0.06 ve 0.08 olarak belirlenmiştir. Optimum kereste direnç sınıfları ve tabaka kombinasyonları, rijitlik için ladin CLT perde duvarlarda C₃₀-C₁₈-C₃₀, kızılğaç CLT perde duvarlarda D₃₀-D₃₅-D₃₀, hibrit perde duvarlarda C₃₀-D₂₄-C₃₀ ve D₃₀-C₃₀-D₃₀ olarak belirlenmiştir.

Teşekkür

Yazarlar 2200012 nolu proje için sağladığı finansal destek için Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkürü bir borç bilir.

Kaynaklar

- ASTM American Society for Testing and Materials (ASTM) E 72, (2014). Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction. West Conshohocken, A, United States.
- Antanasijević, D. Z., Pocajt, V. V., Povrenović, D. S., Ristić, M. Đ., & Perić-Grujić, A. A. (2013). PM10 emission forecasting using artificial neural networks and genetic algorithm input variable optimization. *Science of the Total Environment*, 443, 511-519.
- Bobadilha, G. S., Stokes, C. E., & Verly Lopes, D. J. (2021). Artificial neural networks modelling based on visual analysis of coated cross laminated timber (CLT) to predict color change during outdoor exposure. *Holzforschung*, 75(7), 646-654.
- Brandner, R. (2018). Cross laminated timber (CLT) in compression perpendicular to plane: Testing, properties, design and recommendations for harmonizing design provisions for structural timber products. *Engineering Structures*, 171, 944-960.
- Chen, C. X., Pierobon, F., & Ganguly, I. (2019). Life Cycle Assessment (LCA) of Cross-Laminated Timber (CLT) produced in Western Washington: The role of logistics and wood species mix. *Sustainability*, 11(5), 1278.
- Demir, A., Birinci, A. U., & Öztürk, H. (2021). Yerli Ağaç Türlerinden Üretilen Kontrplak Kaplı Perde Duvarların Yanal Yük Altındaki Performansı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 528-535.
- Demir, A., Demirkir, C., Özşahin, S., & Aydın, I. (2023). Artificial neural-network optimisation of nail size and spacings of plywood shear wall. *Wood Material Science & Engineering*, 18(1), 97-106.
- Demirkir, C., Özşahin, Ş., Aydın, I., & Colakoglu, G. (2013). Optimization of some panel manufacturing parameters for the best bonding strength of plywood. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 46, 14-20.
- Di Bella, A., & Mitrovic, M. (2020). Acoustic characteristics of cross-laminated timber systems. *Sustainability*, 12(14), 5612.
- Dong, Q., Xing, K., & Zhang, H. (2017). Artificial neural network for assessment of energy consumption and cost for cross laminated timber office building in severe cold regions. *Sustainability*, 10(1), 84.

- Dong, W., Wang, Z., Chen, G., Wang, Y., Huang, Q., & Gong, M. (2023). Bonding performance of cross-laminated timber-bamboo composites. *Journal of Building Engineering*, 63, 105526.
- Follesa, M., & Fragiacomio, M. (2018). Force-based seismic design of mixed CLT/Light-Frame buildings. *Engineering Structures*, 168, 628-642.
- Gagnon, S., C. Pirvu. 2012. Cross laminated timber (CLT) handbook. Vancouver, Canada: FPInnovations.
- Guo, H., Liu, Y., Chang, W. S., Shao, Y., & Sun, C. (2017). Energy saving and carbon reduction in the operation stage of cross laminated timber residential buildings in China. *Sustainability*, 9(2), 292.
- Hadigheh, S. A., & Dias-da-Costa, D. (2020). Shear strength of cross laminated timber-concrete connections reinforced with carbon fibre polymer composites. In *ACMSM25: Proceedings of the 25th Australasian Conference on Mechanics of Structures and Materials*, 179-185 Springer Singapore.
- Hassanieh, A., Valipour, H. R., & Bradford, M. A. (2017). Experimental and numerical investigation of short-term behaviour of CLT-steel composite beams. *Engineering Structures*, 144, 43-57.
- Hematabadi, H., Madhoushi, M., Khazaeyan, A., Ebrahimi, G., Hindman, D., & Loferski, J. (2020). Bending and shear properties of cross-laminated timber panels made of poplar (*Populus alba*). *Construction and Building Materials*, 265, 120326.
- Hindman, D. P., & Golden, M. V. (2020). Acoustical properties of southern pine cross-laminated timber panels. *Journal of Architectural Engineering*, 26 (2), 05020004.
- Kippel, M., Leyder, C., Frangi, A., Fontana, M. Lam & F. Ceccotti. (2014). Fire tests on loaded cross-laminated timber wall and floor elements. *Fire Safety Science*, 11, 626-639.
- Küçükönder, H., Boyacı, S., & Akyüz, A. (2016). A modeling study with an artificial neural network: developing estimation models for the tomato plant leaf area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(2), 203-212.
- Lie, X., Subhani, M., Ashraf, M., Kafle, B., & Kremer, P. (2020). A current-state-of-the-art on design rules vs test resistance of Cross Laminated Timber members subjected to transverse loading. In *CIGOS 2019, Innovation for Sustainable Infrastructure: Proceedings of the 5th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering Works and Structures*, 185-190, Springer Singapore.

- Luengo, E., Hermoso, E., Cabrero, J. C., & Arriaga, F. (2017). Bonding strength test method assessment for cross-laminated timber derived stressed-skin panels (CLT SSP). *Materials and structures*, *50*, 1-12.
- O'Dowd, B., Cunningham, L. S., & Nedwell, P. (2016). Briefing: Experimental and theoretical bending stiffness of cross-laminated timber panels. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, *169*(6), 277-281.
- Ozturk, H., Demir, A., & Demirkir, C. (2022). Optimization of pressing parameters for the best mechanical properties of wood veneer/polystyrene composite plywood using artificial neural network. *European Journal of Wood and Wood Products*, *80*(4), 907-922.
- Özşahin, Ş. (2012). The use of an artificial neural network for modeling the moisture absorption and thickness swelling of oriented strand board. *BioResources*, *7*(1), 1053-1067.
- Reynolds, T., Foster, R., Bregulla, J., Chang, W. S., Harris, R., & Ramage, M. (2017). Lateral-load resistance of cross-laminated timber shear walls. *Journal of Structural Engineering*, *143*(12), 06017006.
- Sandoli, A., D'Ambra, C., Ceraldi, C., Calderoni, B., & Prota, A. (2021). Sustainable cross-laminated timber structures in a seismic area: Overview and future trends. *Applied Sciences*, *11*(5), 2078.
- Soriano, F. M., Pericot, N. G., & Sierra, E. M. (2016). Comparative analysis of the reinforcement of a traditional wood floor in collective housing. In depth development with cross laminated timber and concrete. *Case studies in construction materials*, *4*, 125-145.
- Srivaro, S., Tomad, J., Shi, J., & Cai, J. (2020). Characterization of coconut (*Cocos nucifera*) trunk's properties and evaluation of its suitability to be used as raw material for cross laminated timber production. *Construction and Building Materials*, *254*, 119291.
- Tannert, T., Follesa, M., Fragiaco, M., Gonzalez, P., Isoda, H., Moroder, D., Xiong, H., & van de Lindt, J. (2018). Seismic design of cross-laminated timber buildings. *Wood and Fiber Science*, *50*, 3-26.
- Taşpınar, F., & Bozkurt, Z. (2014). Application of artificial neural networks and regression models in the prediction of daily maximum PM10 concentration in Düzce, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, *23*, 2450-2459.
- Turkish Standards Institution. (2012). TS 1265. Sawn timber (Coniferous) - For building construction. Ankara, TSE.

- Turkish Standards Institution. (2019). TS EN 14081. Timber structures - Strength graded structural timber with rectangular cross section - Part 1: General requirements, Ankara, TSE.
- Turkish Standards Institution. (2016). TS EN 338. Structural timber - Strength classes, Ankara, TSE.
- Tureson, J., Berg, S., & Ekevad, M. (2019). Impact of board width on in-plane shear stiffness of cross-laminated timber. *Engineering Structures*, *196*, 109249.
- Varol, T., Canakci, A., & Ozsahin, S. (2018). Prediction of effect of reinforcement content, flake size and flake time on the density and hardness of flake AA2024-SiC nanocomposites using neural networks. *Journal of Alloys and Compounds*, *739*, 1005-1014.
- Wieruszewski, M., & Mazela, B. (2017). Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Form of Construction Wood. *Wood Industry/Drvna Industrija*, *68*(4), 359-367.
- Yadav, V., & Nath, S. (2017). Forecasting of PM 10 using autoregressive models and exponential smoothing technique. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, *14*(4), 109-113.

Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle Perennial Garden Kavramının Değerlendirilmesi*

Evaluation of the Perennial Garden Concept Using Bibliometric Analysis Method

 Türker OĞUZTÜRK¹,  Cengiz ACAR²

Özet

Bu çalışmada perennial garden kavramı bibliyometrik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Perennial bahçeler, çeşitli araştırma amaçları için özel olarak tasarlanmış bahçelerdir. Bu bahçeler, bitki kalitesi, verimlilik, büyüme hızı, görsel etki gibi çeşitli faktörlerin değerlendirilmesi için kullanılır. Bibliyometrik analiz, bilim haritalaması kullanarak birçok alanın genel görünümünü ve gelişimini görselleştirebildiğinden, literatür açısından birçok alandaki araştırmaların niceliksel açıdan incelemenin, analiz etmenin ve grafikler yardımıyla görselleştirmenin etkili bir yöntemidir. Bu çalışmada "Perennial Garden" kelimesi ile ilişkili 1980-2023 yılları arasında yapılan 1717 bilimsel çalışma incelenerek görselleştirilmiştir. Hangi ülkelerin bu konuda öncülük ettiğini, Türkiye'nin bu kavram açısından konumunu, kavramın odak noktasını ve tarihsel süreçteki gelişimini inceledik. Yapılan bu çalışma Türkiye'de "Perennial Bahçe" kavramının eksikliğini ve gelişmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Perennial garden, Bibliyometri, Doğal tür

Abstract

In this study, the concept of perennial gardens was evaluated through bibliometric analysis. Perennial gardens are specially designed gardens for various research purposes. These gardens are used to assess various factors such as plant quality, productivity, growth rate, and visual impact. Bibliometric analysis is an effective method for quantitatively examining, analyzing, and visualizing research in many fields, as it can provide an overview and development of various areas using science mapping. In this study, 1717 scientific studies conducted between 1980 and 2023 related to the term "Perennial Garden" were examined and visualized. We investigated which countries are leading in this area, the position of Turkey in terms of this concept, the focal point of the concept, and its development in the temporal process. This study reveals the lack of the "Perennial Garden" concept in Turkey and emphasizes the need for its development.

Keywords: Perennial garden, Bibliometrics, Natural species

Geliş Tarihi: 19.03.2024, Düzeltme Tarihi: 16.05.2024, Kabul Tarihi: 27.05.2024

Adres: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

E-mail: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

*Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda "Doğal ve Egzotik Bazı Perennial Bitkilerin Trabzon Koşullarında Gelişimlerinin Belirlenmesi" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Perennial bahçeler, çeşitli araştırma amaçları için özel olarak tasarlanmış bahçelerdir. Bu bahçeler, bitki kalitesi, verimlilik, büyüme hızı, hastalık ve zararlılara karşı direnç gibi çeşitli faktörlerin değerlendirilmesi için kullanılır (Smith, 2015). Alman bahçıvan ve bahçecilik filozofu Karl Foerster'a atfedilen "perennial bahçe" kavramı, bitkilerin estetik etkilerini sergilemek, sınamak ve değerlendirmek üzere özel olarak yetiştirildikleri bir bahçeyi ifade etmektedir (Kośmicki, 2019).

Otsu perennial bitkilerin, perennial bahçe tasarımının temel unsurlarından biri olarak kullanılması, kökeni belirli bir kişiye veya kültüre dayanmayan ancak farklı dönemlerde ve kültürlerde çok özel örneklerin bulunduğu bir tarihsel derinliğe sahiptir. Perennial bahçe kavramı ise tarih boyunca çeşitli evrimlere tabi tutularak gelişen bir bahçe tasarım yaklaşımını ifade eder. Bu evrim süreci, insanların endüstriyel gelişmelerin etkisiyle artan kentleşmeyle birlikte doğal çevreleriyle olan bağlantılarını sürdürme çabalarına dayanmaktadır (Manjılı, 2017).

Almanya ve diğer ülkelerde, 19. yüzyılın ortalarındaki hızlı endüstrileşme, kentsel alanlarda büyük ölçüde genişlemeye ve önemli endüstriyel ilerlemelere sebep olmuştur. Bu süreç, kentsel peyzaj tasarımında bitki örtüsünün belirgin bir şekilde değişmesine neden olmuştur. 19. yüzyılda, genellikle kentsel peyzaj tasarımında bitkisel çeşitlilik ve düzenlemeler ikinci plana atılmıştır. Bu da kentsel alanlardaki bitki örtüsünün etkilenmesine yol açmıştır (Oudolf ve Kingsbury, 2013).

Bu dönemdeki değişiklikler, doğadan uzaklaşma ve insanların doğal çevreleriyle olan bağlarını zayıflatma eğilimini artırmıştır. Bu bağlamda, kentsel alanlardaki bahçeler, insanların doğayla yeniden temas kurma isteğini yansıtarak, doğanın doğal denge ve huzurunu arama arzusunu tatmin etme amacını taşımıştır.

Bu hedef doğrultusunda, yeni yaklaşımlar ve düşünce tarzları gelişmiştir. Avrupa'daki kentleşen bölgelerde, Türkiye'ye kıyasla daha az bitki çeşidi bulunmasına rağmen, insanların dinlenme ve eğlence aktivitelerine imkân tanıyacak ve takson çeşitliliğini artıracak stratejilere odaklanılmıştır. Bu amaçla doğal unsurları dağ zirvelerinden kent merkezlerine taşımayı perennial garden kavramıyla hedeflemişlerdir (Rainer ve West, 2015).

İnsanların kentsel alanlarda doğayla buluşmalarını teşvik etmek amacıyla, peyzaj tasarımında sıklıkla tercih edilen bir strateji, otsu perennial bitkilerinin kullanımudur. Bu stratejinin tercih edilme sebepleri arasında, otsu perennial bitkilerin, bahsedilen bu alanların

aşırı kuru ve açık koşullarını başarıyla tolere etme yetenekleri, dayanıklılıkları ve mevsimlere göre değişen çarpıcı görünüşleri önemli bir rol oynamıştır. Bu özellikleri sayesinde, kamusal alanlara canlılık katarak, ziyaretçilere çeşitli doğa deneyimleri sunma potansiyeline sahiptirler (Messer, 2009).

Perennial bahçeler, ziyaretçilere çeşitli bitkilerle tanışma ve iklim koşullarına uygun bitki topluluklarının performansını gözlemlene imkânı sunmayı hedefler (Smith, 2015).

Bu bahçeler, ziyaretçilere sadece yeni bitkileri tanıtmakla kalmaz, aynı zamanda bölgede en uygun yetişen bitkiler hakkında bilgi verme rolünü de üstlenirler. Ziyaretçilerine anket yapılan perennial bahçelerde ziyaretçilerin %80'i, bahçecilikle ilgili yeni bilgiler edinmek amacıyla ziyaret ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu özelliği ile perennial bahçeler, bahçecilikle ilgilenenlere ve bitki üzerine çalışma yapanlara kusursuz bir kaynak potansiyeli barındırırken eğitim ve keşif fırsatı sunmaktadır (Hamilton, 2001).

Bibliyometrik analiz, istatistiksel teknikleri kullanarak bir alan içindeki çalışmaların çeşitli verilerini inceleyerek değerlendirme imkânı sağlar. Bu veriler arasında yazar ilişkileri, konu dağılımları, anahtar kelimeler, atıflar, kullanılan yöntemler gibi faktörler bulunmaktadır. Bu yöntem, bir araştırma alanındaki çalışmaların çeşitli parametreler üzerinden izlenmesini ve gelişiminin istatistiksel bir perspektiften değerlendirilmesine olanak tanır (Çavuşgil Köse, 2020; Ercan Oğuztürk ve Pulatkan, 2022). Yeni yazılım programları sayesinde, akademik veritabanlarından elde edilen verilerin işlenmesini ve kategorize edilmesi ile bibliyometrik analizler yapılabilmektedir (Sipahi ve Yılmaz, 2023). Bibliyometri, kitaplar, makaleler ve diğer yayınların nicel analizi ile ilgilenen bir alandır ve bu analizler akademide, hükümetlerde ve araştırma kurumlarında önemli bir yer edinmiştir. Veri odaklı üretkenlik, etki, eğilimler ve diğer faktörleri ölçme amacıyla kullanılması, bu analizlerin çekiciliğini oluştururken aynı zamanda çevrelerindeki bazı öznellik ve önyargıları azaltmaya yönelik bir avantaj sağlamaktadır (Berger ve Baker, 2014)

Bibliyometrik analiz matematiksel ve istatistiksel yöntemler (Al ve ark., 2010) ile bilim haritalaması kullanılarak kavramların ve çalışma alanlarının gelişimlerini diyagramlar ile ortaya koyabilir (Pan ve ark., 2023). Bu diyagramlar bir alandaki dergiler arasındaki bağlantıları gösterebilir, alan sınırlarını aşan dergileri tespit edebilir veya etkileşim içerisindeki dergileri belirleyebilir.

Atıf sayıları bir dergi için puan oluşturmak amacıyla kullanılabilir. Yaygın bibliyometrik ölçümlerden biri olan dergi etki faktörü (JIF), bir dergideki ortalama makalenin aldığı alt alıntılarının sayısıdır. Amacı, araştırmacıların bir dergide yayınlanan içeriğin belirli bir alandaki diğer dergilere göre değerini anlamalarına yardımcı olmaktır.

Puan ne kadar yüksekse derginin etkisi de o kadar büyük olur. Dergi etki faktörü, bir derginin prestijini belirlemek için mevcut en iyi ve en objektif araç olarak bilinmektedir (Cooper, 2015).

Etki faktörü, bir derginin bulunduğu yıl dâhil edilmeden son iki yıl içerisinde yayımlanan makaleleri için aldığı mevcut atıfların, aynı yıllarda o dergi tarafından yayımlanan makale sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Örnek olarak, X dergisinin 2024 baskısında dergi etki faktörü, 2022 ve 2023 yıllarında yayımlanan makalelere 2024 yılında yapılan atıfların toplanarak, 2022 ve 2023 yıllarında yayımlanan makale sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Bir derginin etki faktörü 1 ise, bahsedilen iki yıllık dönemde o dergide yayımlanan her makalenin ortalama olarak bir kez alıntılındığı anlamına gelir. Dolayısıyla, etki faktörü ne kadar yüksekse, X dergisinin makalelerine o kadar sık atıfta bulunulmuş demektir (McBurney ve Novak, 2002).

Bu doğrultuda yapılan analizler sonucunda Türkiye’de perennial bahçe kavramı üzerine yapılan bilimsel çalışmaların az sayıda olduğu görülmektedir. Dünya genelinde örneğine çokça rastladığımız, kent hayatı ve bilimsel çalışmalar açısından önemli yeri olan perennial bahçe kavramının önemini vurgulayarak bu kavramın Türkiye’de gelişim potansiyelinin yüksek olduğunu göstermek amaçlanmaktadır. Ayrıca bu çalışma; perennial bahçe kavramı alanında daha fazla araştırma yapılmasını teşvik edecektir. Çalışmanın bu özelliği onu özgün kılmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini “Perennial Garden” kelimesi ile ilişkili 1980-2023 yılları arasında yapılan 1447 makale, 8 kitap bölümü, 145 bildiri, 54 derleme ve 63 diğer yayından oluşan toplamda 1717 bilimsel çalışma oluşturmaktadır.

2.2. Yöntem

Bibliyometrik analiz uygulamalarında, Web of Science (Wos) veri tabanını kullanırken çalışma konularını seçerken dikkatli olmak önemlidir. Çünkü çok geniş bir konu yelpazesi seçmek, istenmeyen alan dışı veya konuyla ilgisiz verilerin analize dâhil edilmesine yol açabilir. Bu nedenle, belirli ve ilgili anahtar kelimelerle sınırlı, net ve düzenli bir veri seti elde etmek önemlidir. Bibliyometrik analiz yaparken, Şekil 1’de gösterilen yöntem şemasını takip etmek faydalı olacaktır.



Şekil 1. Bibliyometrik analizi aşamaları.

1980 ile 2023 yılları arasında WOS veri tabanında yer alan 1717 makale üzerinde gerçekleştirilen analiz, önceki çalışmaların hangi konularda odaklandığını, hangi yazarların etkili olduğunu, dergilerin, ülkelerin ve anahtar kelimelerin ilişki durumlarını ortaya koymaktadır. Analiz, Perennial Garden anahtar kelimesi kullanılarak 07.06.2023 tarihinde WOS veri tabanından saat 10.50'de çekilen tüm verilerle gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz, araştırma alanının 44 yıllık gelişim ve değişim sürecini ortaya koymakta olup, literatürdeki konu ile ilgili boşlukların tespit edilmesine imkân tanımaktadır.

WOS veri tabanından bilgiler alındıktan sonra Kantitatif Bibliyometrik analiz yapabilmek için biyoistatistik gibi pek çok alanda popüler olan R programında işlenmiştir. Ücretsiz olarak istatistiksel analiz, grafik ve veri görselleştirme imkânı sunan R programı 4.1.1 versiyonu perennial bahçe kavramının önemini analiz etmek ve detaylı grafiklerle görselleştirmek için kullanılmıştır.

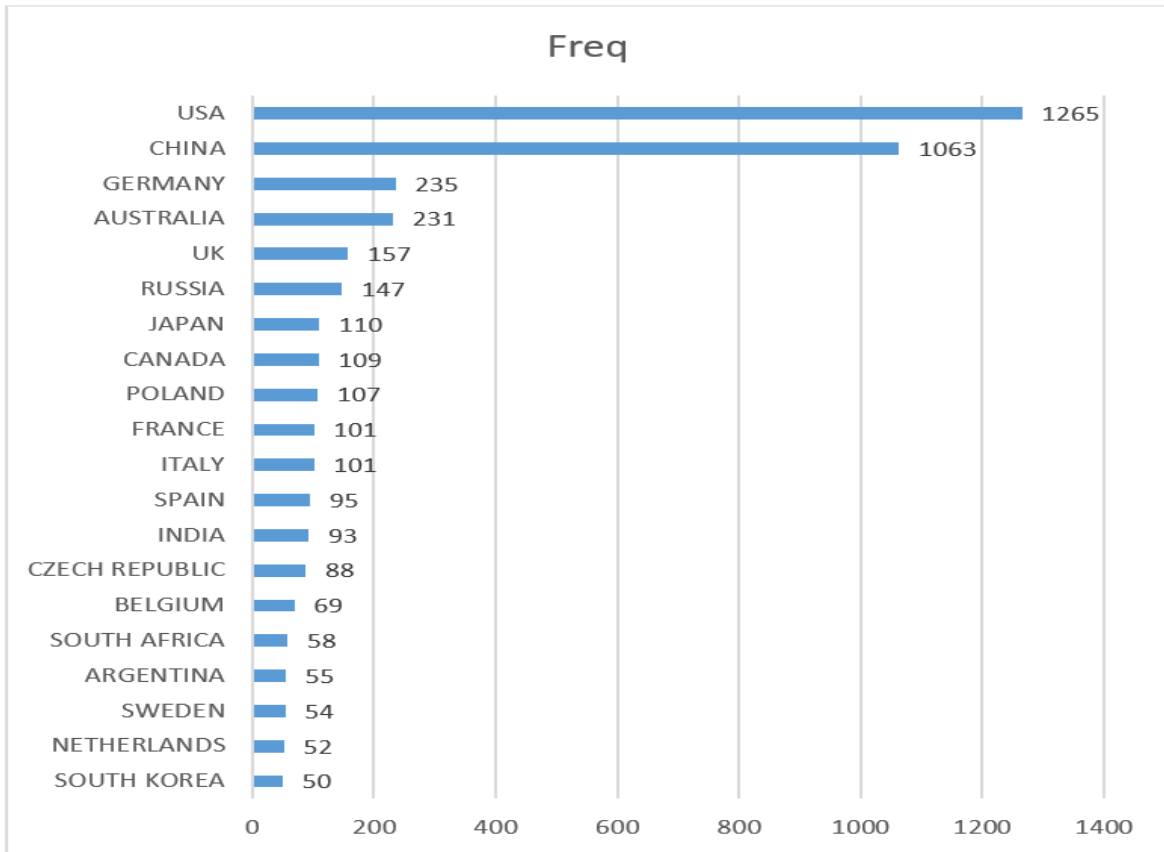
Bibliyometrik analizde özellikle aşağıdaki konulara odaklandık.

- Hangi ülkelerin bu konuda öncülük ettiğini, en çok yayını üreten ülkelerin son zamanlarda hangileri olduğunu ve Türkiye'nin bu konudaki konumunu araştırdık.
- Perennial bahçe anahtar kelimesini karakterize eden kavramları belirledik ve bu kavramların zaman içinde nasıl değiştiğini inceledik.
- Perennial bahçe çalışmalarının odak alanlarını araştırdık ve bu odak alanlarının zaman içinde nasıl değiştiğini analiz ettik.
- Perennial bahçe kavramının hangi dergilerde sıkça kullanıldığını ve bu kavramla ilişkilendirilen konuları belirledik.

Otsu perennial taksonlarla oluşturulan bahçe tasarımları ve bu alandaki çalışmaları incelemek amacıyla 1980-2023 yılları arasında konuyla ilgili yapılan araştırmaları derledik. Bu analiz, literatürdeki Perennial bahçe konusuyla ilgili genel bir gelişim ve değişim perspektifini göstermektedir.

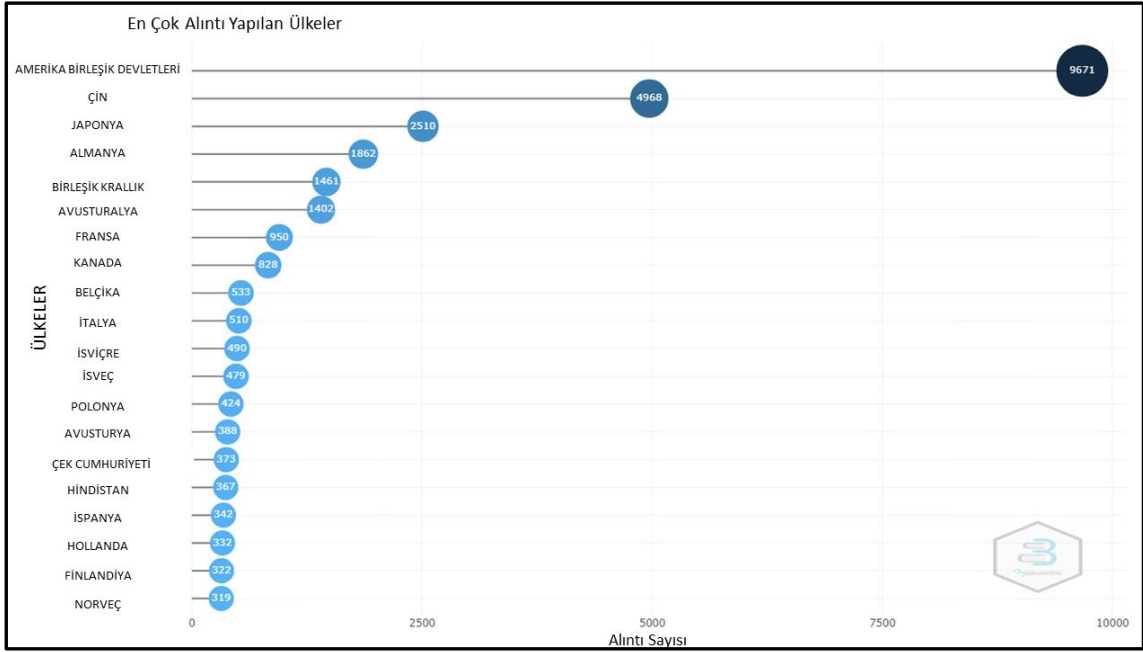
3. Bulgular ve Tartışma

Perennial garden araştırmalarına odaklanarak, bu alanda öncülük eden ülkelerin tespiti için ülkelerin etki değeri analizi ve etkili dergilerin ve ülkelerin atıf analizi gerçekleştirilmiştir. Konunun coğrafyasının belirlenmesi amacıyla yapılan frekans analizi sonuçları, Şekil 2'de gösterilmiştir. Frekans analizi, konunun coğrafi dağılımını incelediğinde, Amerika ve Çin'in öncülük ettiği ve ağırlıklı bir oran farkıyla konuya liderlik ettiği görülmektedir. Amerika ve Çin'in frekans analizine göre toplam yapılan çalışma 2328 iken diğer 18 ülkenin toplam çalışması 1912'dir. Bu iki ülkeyi Almanya ve Avustralya takip etmektedir. Frekans analizine göre, Amerika ve Çin'in bu kavram açısından merkezi bir rol oynadığı görülmektedir.



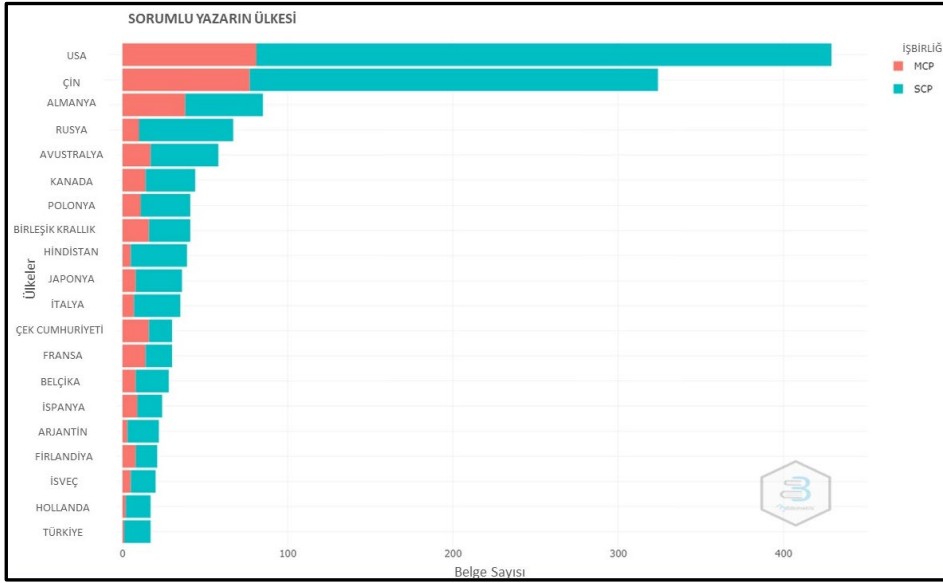
Şekil 2. Perennial garden kelimesinin frekans analizi.

En fazla alıntı yapılan ülkelerin sıralamasını incelediğimizde, ilk sırada Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra Çin ikinci sırada, üçüncü en çok alıntı yapılan ülke olarak Japonya ve dördüncü sırada Almanya'nın yer aldığını görmekteyiz. Diğer ülkelerden yapılan alıntılar, toplam atıfın küçük bir kısmını oluşturarak, bu dört ülkenin dışındaki ülkelerin etkisinin daha az olduğunu göstermektedir. 1980 ile 2023 yılları arasında bu dört ülkede toplamda 17.149 alıntı yapılmışken, Şekil 3'de görüldüğü gibi grafikte yer alan diğer 16 ülkede toplam 9.520 alıntı yapılmıştır.



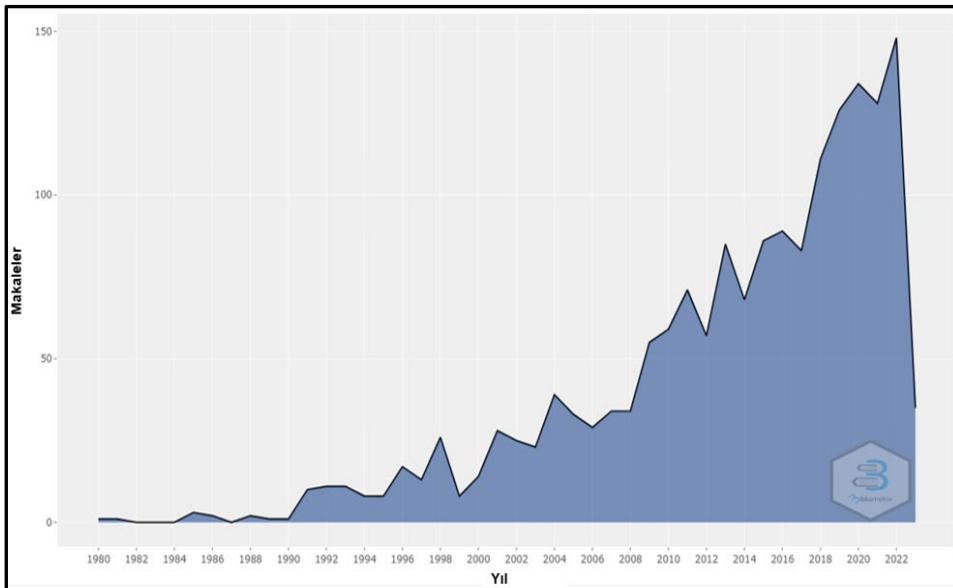
Şekil 3. 2023 yılına kadar en fazla atıf alan ülkelerin sıralaması.

Sorumlu yazarların ülkesini gösteren grafik incelendiğinde, sıralamanın birinciliğini Amerika Birleşik Devletleri, ikinciliğini Çin, üçüncülüğünü Almanya ve dördüncülüğünü Rusya'nın aldığı görülmektedir (Şekil 4). Aynı grafiğe göre Türkiye'nin 20. sırada olduğu gözükmektedir. Bu veriler, Türkiye'de perennial bahçe araştırmalarının yetersiz olduğunu ve daha yoğun şekilde çalışılması gerektiğini göstermektedir. Türkiye'nin bu sıralamaya girmesinde, MCP (Mean Citation Per Paper) değerinin daha çok SCP (Self-Citation Per Paper) değerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu oran, Türkiye'deki sorumlu yazarların, alıntı yaptığı ve etkileşimde olduğu farklı ülkelerdeki yazarların aldığı atıfların oranlarının kendi aldığı atıf miktarından daha fazla olduğu gözükmektedir. Türkiye'de Perennial Garden kavramı ile ilişkili özgün ve nitelikli yayınların yapılması, bu alanda Türkiye'nin bilimsel değerini artırabilir.



Şekil 4. Atıf alan sorumlu yazarların ülkesini gösteren grafik.

Şekil 5'e göre, perennial bahçe konusu 1980 yılından sonra ortaya çıkmış ve 1990'a kadar fazla gelişim göstermemiştir. 2000 yılına kadar geçen süre içerisinde, perennial garden konusu rağbet almaya başlamış ve bu kavram üzerine olan ilgi ivmeli bir şekilde artmıştır. 2008'den sonra ise günümüze kadar Perennial Garden kavramı ile ilişkili çalışmaların sayısı hızlı bir şekilde artmıştır. Bu kavram, ortaya çıktığı tarihten günümüze kadar geçen süreç içerisinde bazı dönemlerde popülerliğini yavaşlatmış olsa da genel itibarıyla ilk kullanılmaya başladığı tarihten bugüne gelişmiş, farklılaşmış ve farklı kavramlarla ilişkisi artmıştır.



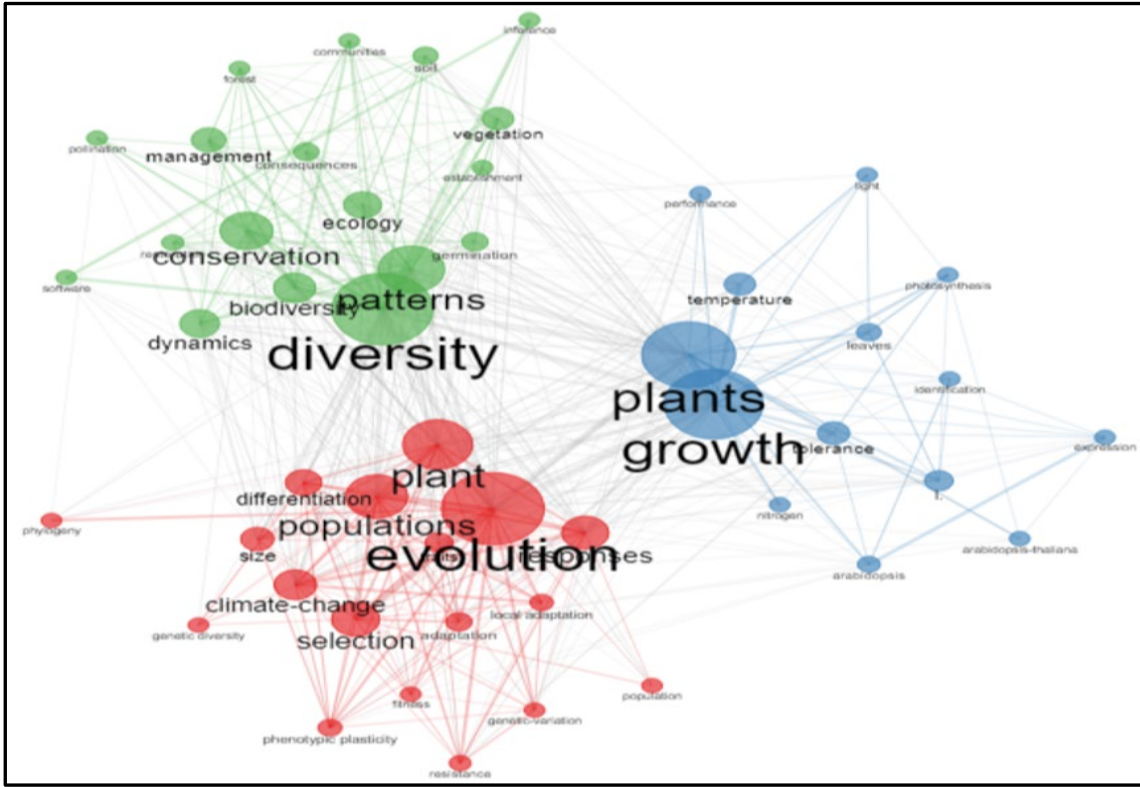
Şekil 5. 1980'den 2023 yılına Perennial Garden anahtar kelimesi ile etkileşen yıllık yayın gelişimi.

Perennial bahçeler kavramının ilk kullanılmaya başlandığı tarihten günümüze kadar olan süreçte ilişki kurulan temel kavramların evolution (evrim) %6, plants (bitkiler) %6, diversity (çeşitlilik) %6, growth (büyüme) %6, plant (bitki) %4, patterns (desenler) %4, populations (popülasyonlar) %3, conservation (koruma) %3, biodiversity (biyolojik çeşitlilik) %2 ve climate-change (iklim değişikliği) konularında yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 6).



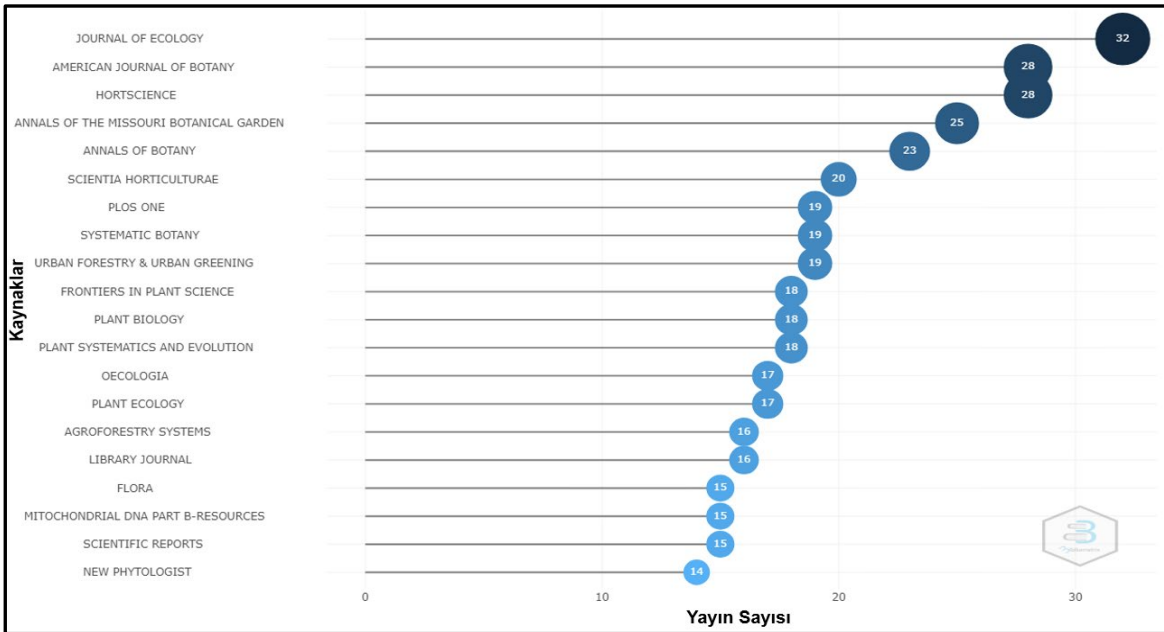
Şekil 6. Perennial garden kavramının 2023 yılına kadar en fazla ilişki kurduğu kavramlar.

Perennial garden kavramı ile ilgili kavramlar analiz edildiğinde 3 farklı kümeden oluşan ilişki diyagramı ortaya çıkmıştır (Şekil 7). Oluşan bu kümelerde daire boyutlarındaki farklılık kelimelerin tekrarlanma sıklığını ifade etmektedir. Kümelerin temel kavramlarının growth (büyüme), plants (bitkiler), diversity (çeşitlilik), patterns (desenler), anahtar kelimelerinden oluştuğu görülmektedir. Benzer renge sahip kümeler, birlikte kullanılan ve benzer konuları içeren kullanımları temsil etmektedir. Kırmızı renkle ifade edilen anahtar kelimeler arasında evolution (evrim), populations (popülasyon), plant (bitki), climate-change (iklim değişikliği) ve selection (seçim) konularının sıkı bir etkileşimde olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde yeşil renkli dairelerle gösterilen diversity, patterns, biodiversity, conservation, management, ecology, dynamics ve vegetation (çeşitlilik, desenler, biyolojik çeşitlilik, koruma, yönetim, ekoloji, dinamikler ve bitki örtüsü) arasında ilişki olduğu görülmüştür. Mavi renk dairelerle gösterilen grupta ise; growth, plants, tolerance ve temperature (büyüme, bitkiler, tolerans ve sıcaklık) kavramları arasında yoğun ilişki olduğu Şekil 7'ye göre belirlenmiştir.



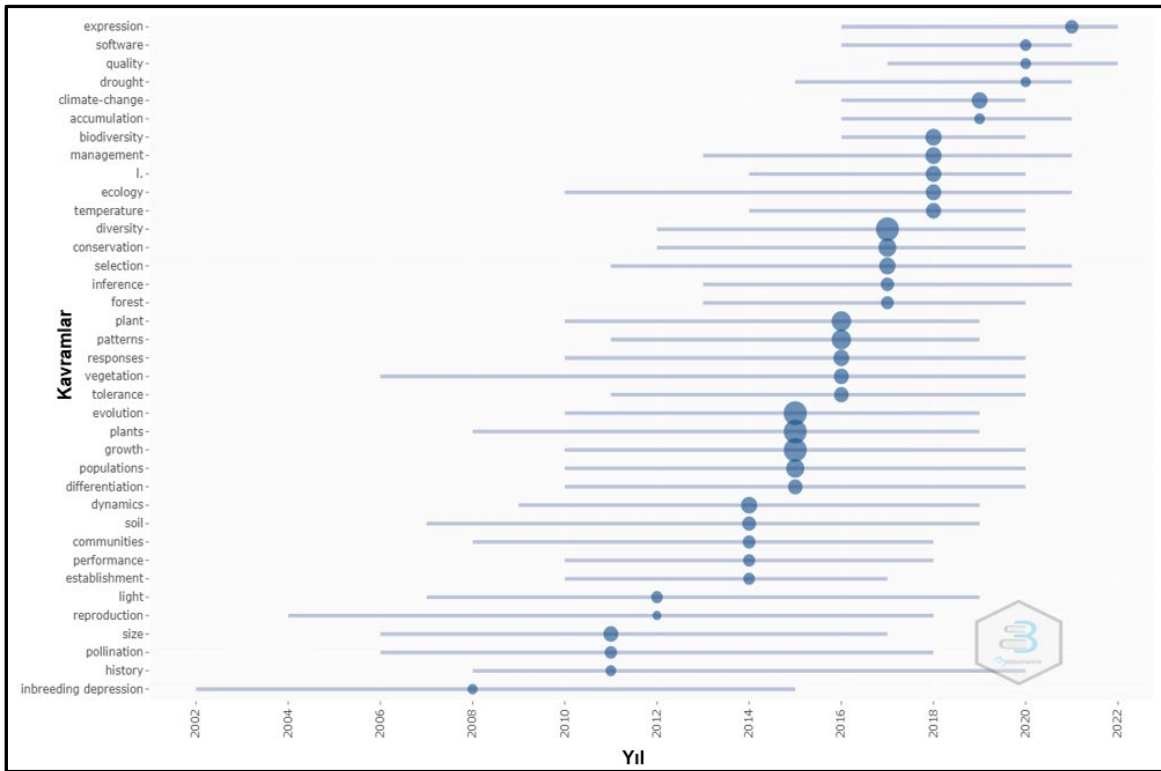
Şekil 7. Anahtar kelimelerin hiyerarşik ilişki diyagramı.

Anahtar kelime ile ilişkili etki faktörü yüksek dergiler Şekil 8’de verilmiştir. Bu verilere göre, en fazla yayın “Journal of Ecology” dergisinde yapılmıştır. Bu dergiyi “American Journal of Botany” ve “HortScience” dergileri takip etmektedir. Perennial Garden kavramının en yoğun kullanıldığı ilk beş dergideki çalışma sayısının gelişimini gösteren grafik Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 8. Perennial garden anahtar kelimesinin en çok bulunduğu kaynaklar.

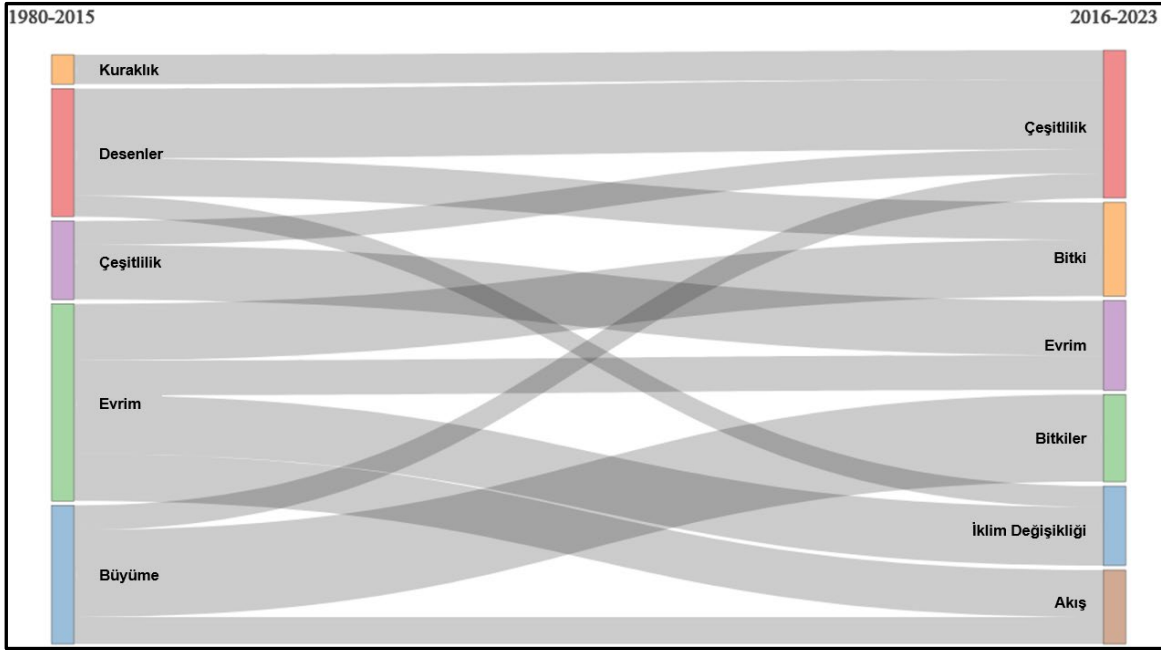
Deneme bahçesi kavramının ilk ortaya çıktığı tarihten bugüne kadar gelen süreçteki gelişimi, değişimleri ve nasıl evirildiğini tespit edebilmek için trend kelime analizleri yapılmıştır (Şekil 11). Trend kelime analizine bakıldığında 2011 yılında pollination, size, history konularının (tozlaşma, boyut, tarih); 2012 yılında light ve reproduction konularının (ışık, üreme); 2014 yılında ise establishment, performance, communities, soil, dynamics konularının (kuruluş, verim, topluluklar, toprak, dinamikler); 2015’da ise differentiation, population, growth, plants, evolution konularının (farklılaşma, nüfus, büyüme, bitkiler, evrim); 2016 yılında tolerance, vegetation, responses, patterns, plant konularının (tolerans, bitki örtüsü, tepkiler, desenler, bitki dikimi); 2017 yılında forest, inference, selection, conservation, diversity konularının (orman, çıkarım, seçim, koruma, çeşitlilik); 2018 yılında biodiversity, management, ecology, temperature konuları (biyoçeşitlilik, yönetim, ekoloji, sıcaklık); 2019 yılında climate change ve accumulation konuları (iklim değişikliği, birikim); 2020 software, quality, drought konuları (yazılım, kalite, kuraklık) ve son olarak da 2021 yılında expression (ifade etme) konuları ile ilişkili çalışmaların arttığı görülmektedir.



Şekil 11. Perennial garden kavramındaki trend anahtar kelimelerin değişim ve gelişimi.

1980 yılından itibaren, perennial bahçelerle ilgili anahtar kavramlar zaman içinde evrim geçirmiştir. Şekil 12, son 8 yılda bu kavramların nasıl değiştiğini ve birbirleriyle nasıl ilişkilendiğini göstermektedir. 2015 öncesinde desenler ve evrim popülerken, son yıllarda iklim değişikliği kavramı ön plana çıkmış ve bitki konseptleriyle güçlü bir ilişki kurmuştur.

Ayrıca, kuraklık çalışmaları takson çeşitliliğiyle bağlantılı hale gelmiş, desen kavramı ise çalışmaların çeşitlilik odaklı olduğunu göstermiştir. Evrim konusu, hala önemli bir konu olmasının yanı sıra bitki, akış ve iklim değişikliği gibi konularla da bağlantılı olarak kullanılmıştır. Büyüme kavramı ise son 8 yılda bitkiler, akış ve çeşitlik kavramlarıyla sıkça ilişkilendirilmiştir.



Şekil 12. Perennial garden kavramının ilişkili olduğu kavramların zaman içerisinde gelişimi, yönelimi ve evrimi.

Bu çalışmada R programında yapılan analiz, 'Perennial garden' kavramının literatürdeki yazarlar, dergiler, ülkeler gibi unsurlarını değerlendirmiştir. Atıf alan sorumlu yazarların ülkesini gösteren grafik (Şekil 4) sonuçlarına göre, 20. sırada bulunan Türkiye'de bu kavram üzerine yapılan çalışmalarının sayısının az olduğu tespit edilmiştir. Bu eksikliği gidermek ve diğer çalışmalara altlık oluşturmak amacıyla elde edilen bulgular, daha önce yapılan Kahveci ve ark. (2018) çalışmasının sonuçlarını desteklemektedir. Kahveci ve ark. (2018) çalışmasında ülkemizde yapılan birçok uygulama çalışmasında genellikle ticari bitkilerin tercih edildiği ve doğal bitkilere daha az yer verildiği belirtilmiştir. Ayrıca, Hitchmough ve Fieldhouse (2004)'un belirttiği gibi, doğal perennial bitkilerin kentsel ekosistem üzerinde olumlu etkileri olduğu ve uzun süreli vejetasyon sürelerine sahip oldukları için kentsel alanlarda sıkça kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Šajbidorová ve Hillová (2018) tarafından yapılan çalışma, üniversite yerleşkelerinde oluşturulan bu tür perennial bahçelerin, eğitim-öğretim sürecine önemli ölçüde katkı sağladığını ve otsu kompozisyonların tasarımı ve bakımı konusunda kaliteli ve profesyonel

bir eğitim fırsatı sunduğunu vurgulamıştır. Smith (2015) tarafından ifade edilen görüşe göre, halka açık perennial bahçeleri ve arboretumların denemelerinin temel avantajı, ziyaretçilere bölgesel olarak en uygun bitkiler hakkında bilgi verme fırsatı sunmasıdır. Bu, yöre halkı için önemli bir kültürel husustur. Cao ve ark. (2022) tarafından yapılan araştırmada, perennial garden konusunun önemi vurgulanarak perennial bitkilerle oluşturulan alanların, bozuk arazi yapısı ve çölleşme gibi problemlerin iyileştirilmesi için etkili ve sağlam bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Perennial bahçe kavramıyla ilgili bu bilgiler, perennial bahçe kavramının geliştirilme potansiyelinin yüksek olduğu ve Türkiye’de bu kavram üzerine çalışmaların artırılmasının önemli olduğu bulgusunu desteklemektedir.

4. Sonuçlar

Bu araştırmada R programı kullanılarak hazırlanan analiz ile “Perennial garden” anahtar kelimesinin WOS veri tabanında taratılması ile bu konuda çalışan dergiler, ülkeler, yazarlar vb. değerlendirildiğinde Türkiye’de bu alandaki araştırmaların yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu alandaki eksikliği yapılacak çalışmalar ile gidermek ve yeni çalışmalara alt yapı oluşturmak için perennial garden çalışmaları yapılması önem arz etmektedir. Perennial garden kavramının Türkiye’de gelişmesi ve kavramın yaygınlaşabilmesinin önemli yollarından biriside peyzaj mimarlığı bölümleri gibi bitki materyali üzerine eğitimler veren eğitim kurumlarında bu tip bahçelerin kurulmasıdır. Bitki materyali ile ilgilenen eğitim kurumlarında perennial bahçelerin kurulması eğitimcilerin kendilerini geliştirmelerine imkân sağlarken, öğrenim gören öğrencilerin literatürde var olan bilgiyi deneyimleyerek daha kolay kavramalarına olanak sağlamaktadır.

Elde edilen bulgular incelendiğinde fenoloji konusu üzerine çalışmaların yetersiz olduğu ve bu konuya daha fazla önem verilmesi gerektiği gözükmektedir. Perennial garden kavramı kapsamında; bahçe kuruluşu, bitki boyutu, bitki toplulukları, bitki büyümesi, çalışma alanı toprak verileri, bitki katmanları, ekoloji, bitki dikimi, bahçe yönetim ve biyoçeşitlilik kavramlarındaki çalışmaların artırılmasıyla Türkiye’de Perennial garden kavramı geliştirilebilir. Ayrıca yapılan bibliyometrik analizlerine göre; doğal ve egzotik otsu perennial taksonların bir araya getirilerek oluşturulan bahçe çalışmalarına dair yurt dışındaki birçok uygulamaya kıyasla benzer bir uygulamaya Türkiye’de rastlanmamıştır. Bu tespit, bu alanda yapılacak çalışmaların özgünlüğünü ve değerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu alanda yapılacak çalışmaların sayısının artırılarak niteliklerinin geliştirilmesi Türkiye’nin perennial bahçe kavramı açısından konumunu geliştirecektir.

Elde edilen verilere dayanarak, doğal taksonlar, bitki gelişimi, bitki çeşitliliği ve iklim değişikliği konularında gerçekleştirilecek perennial garden çalışmaları, güncellik açısından önemli ve ülkemizin bu alandaki varlığını güçlendirebilecek nitelikte çalışmalar olacaktır. Yapılmış olan bu çalışma daha sonraki çalışmalara bir altlık ve yön haritası oluştururken farklı anahtar kelimelerin eklenmesi ile yeni sonuçların ve bulguların oluşturulmasını sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: FDK-2022-9985).

Kaynaklar

- Al, U., Soydal, İ., ve Yalçın, H. (2010). Bibliyometrik özellikleri açısından Bilig'in değerlendirilmesi. *Bilig*, 55, 1-20.
- Berger, J. M., & Baker, C. M. (2014). Bibliometrics: an overview. *RGUHS Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(4), 81-92.
- Cao, X., Jiao, J., Li, J., Qi, H., Bai, L., Wang, X., & Sun, X. (2022). Morphometric characteristics and sand intercepting capacity of dominant perennial plants in the Eastern Qaidam Basin: Implication for aeolian erosion control. *Catena*, 210, 105939.
- Cooper, I. D. (2015). Bibliometrics basics. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 103(4), 217.
- Çavuşgil Köse, B. (2020). Turizm ve Covid-19: Bir Bibliyometrik Analiz Yaklaşım. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 5, 99-111.
- Ercan Oğuztürk, G. E., ve Pulatkan, M. (2022). Üniversite Yerleşkelerinin Bütüncül Planlama Yaklaşımıyla Değerlendirilmesinin Bibliyometrik Analiz ile irdelenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(2), 1-13.
- Hamilton, S.L., & DeMarrais, K. (2001). Visits to public gardens: Their meaning for avid gardeners. *HortTechnology*, 11(2), 209-215.
- Hitchmough, J., & Fieldhouse, K. (2004). *Plant User Handbook*, BlackScience Ltd., Oxford, UK
- Kahveci, H., Acar, C., ve Hergül, Ö. C. (2018). Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Yetişen Perennial (Çok Yıllık Otsu) Bitkilerin Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi. *International Journal Of Social Humanities Sciences Research*, 5(31), 4568-4579.

- Kośmicki, E. (2019). Bavyera'daki Weihestephan Deneme Bahçesi Kitabının İncelemesi. *Ekonomi ve Çevre*, 71(4), 4
- Manjili, M.G. (2017). Randomly Mixed Perennial Plantings: Trial Results from Bernburg/Germany Perennial Mixture Project and Application in Iran. Hochschule Anhalt, Doktora Tezi, Bernburg.
- McBurney, M. K., & Novak, P. L. (2002). *What is bibliometrics and why should you care?*. IEEE international professional communication conference, 108-114, Portland, OR, ABD.
- Messer, U. J. (2009). Studies on the development and assessment of perennial planting mixtures. University of Sheffield, Department of Landscape, Doctoral dissertation, England.
- Oudolf, P., & Kingsbury, N. (2013). *Planting: A New Perspective*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Pan, L., Xu, Z., & Skare, M. (2023). Sustainable business model innovation literature: a bibliometrics analysis. *Review of Managerial Science*, 17(3), 757-785.
- Rainer, T., & West, C. (2015). *Planting in a Post-Wild World: Designing Plant Communities for Resilient Landscapes*. Timber Press.
- Šajbidorová, V., & Hillová, D. (2018). *Interactive Experimental Garden*. Nitra, Slovakia.
- Sipahi, M. & Yılmaz, H. (2023). *Bibliometric analysis for noise barrier and design within the scope of highway noise planning*. III. International Architectural Sciences and Applications Symposium, Naples, Italy.
- Smith, S. L. (2015). *Evaluation of trial garden practices at public horticulture institutions*. University of Delaware.
- Thelwall, M. (2008). Bibliometrics to webometrics. *Journal of information science*, 34(4), 605-621.

Afet Sonrası Bir Kriz Yönetimi Bileşeni Olarak Kent Parkları; Malatya Örneği*

City Parks as a Post-Disaster Crisis Management Component; In case of Malatya

 Emine DENİZ¹,  Emrah YALÇINALP¹,  Alperen MERAL²

Özet

Afetler sonucu doğal ve kültürel kaynakların süratle tükendiği günümüzde afet sonrası organizasyon çözümlenmeleri önem taşıyan bir unsur haline gelmiştir. Bu noktada 6 Şubat depreminden etkilenen illerden biri olan Malatya ilinde belirlenen beş açık yeşil alanın kullanıcıları ile gerçekleştirilen 150 ankette talep ve beklentileri karşılayan alan nitelikleri irdelenmiştir. 0-500m park ve konut arası mesafe ve bu alanlarda 0-3 gün kalma durumu bu tercihlerden bazıları olmuştur. Kullanıcılar Millet bahçesi hariç afet sonrası güvenliklerini en çok "açık alana çıkarak" sağladıklarını belirtirken, Millet bahçesi kullanıcıları "güvenli alanlara giderek" yanıtını vermişlerdir. Ayrıca park alanlarında yüksek oranda talep edilen gıda, barınma ve sağlık ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için parkların sahip olduğu idari merkezlerin dağıtım ve depo görevi üstlenmesi gerektiğini belirlenmiştir. İleride yapılacak çalışmalar kapsamında parkların altyapısı güçlendirilmiş yüksek nitelikli alan statüsüne yükseltilmesinin önü açılmak istenmiştir.

Anahtar kelimeler: Afet, Park, Deprem

Abstract

In today's world where natural and cultural resources are rapidly depleted as a result of disasters, post-disaster organizational analysis has become an important element. At this point, the field qualities that meet the demands and expectations were examined in 150 surveys conducted with the users of five open green areas determined in Malatya, one of the provinces affected by the February 6 earthquake. 0-500m distance between parks and residences and staying in these areas for 0-3 days were some of these preferences. While users stated that they mostly ensured their post-disaster safety by "going to open areas", except for the National Garden, the users of the National Garden responded by "going to safe areas". In addition, it has been determined that the administrative centers of the parks should undertake distribution and warehouse duties in order to meet the food, shelter and health needs that are highly demanded in the park areas. Within the scope of future studies, it was aimed to pave the way for the parks to be upgraded to high quality area status with strengthened infrastructure.

Keywords: Disaster, Park, Earthquake

Geliş Tarihi: 23.02.2024, Düzeltme Tarihi: 15.05.2024, Kabul Tarihi: 03.06.2024

Adres: ¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 61080, Trabzon, ²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl

E-mail: dnz44mn@gmail.com

*Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda "Açık Yeşil Alanların Afet Sonrası Toplanma Alanı Olabilirlik Kriterlerinin Belirlenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Afetler, meydana geldikleri coğrafyalar ve iklim şartları gibi etkenler ile farklı hasar ve kayıplara yol açarak toplumda iz bırakmaktadırlar (Eflanili, 2021). Ayrıca afetler insanlar ve insan ürünü eserler üzerinde maddi ve manevi zararlara neden olan, gündelik yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurma veya kesintiye uğratma şeklinde toplumları etkileyen doğal, teknolojik ve insan kökenli olaylardır (Meral ve ark., 2023; Özçelik ve ark., 2023). Toplumlar için maruz kalınan afetlerden öğrenilen tecrübelerin uzun vadede kültürlerde yer bulmasının önemi büyüktür. Türkiye’de de büyük ölçüde can ve mal kaybına neden olan 1999 Marmara depremi afet yönetimi sürecinde yeni süreci başlatan bir tecrübe olmuştur. Böylelikle “kriz yönetimi öncelikli” süreci yerini “risk yönetimi öncelikli” bir sürece bırakmıştır (Tercan, 2018).

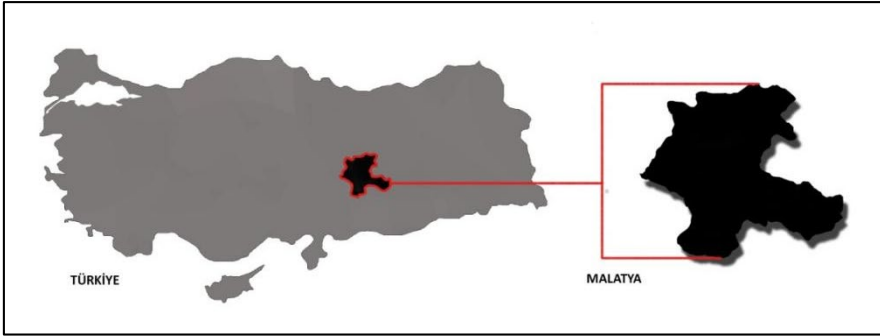
Afet yönetimi organizasyonu ortak iş birliğine dayalı bir sistem üzerinden yürütülen ABD ve Japonya gibi ülkelerde, Bütünleşik Acil Durum Yönetim Yapısı dikkat çekmektedir. Söz konusu yönetim yapısında hükümetin sorumluluğu kadar özel kurum ve gönüllü kuruluşlarda sorumlu yaklaşımla desteklemektedir (Uluğ, 2009). Bu organizasyon yapısında halkın bilinç ve organizasyona katkı düzeyi çok önemlidir. Gülgün ve diğerlerine (2016) göre özellikle deprem afeti için bilinçli bir halk oluşturulmalıdır. Bununla birlikte kentlerin ihtiyaç duyduğu altyapı ve kalitenin sağlanması için ulaşılabilirliğin sağlandığı noktaların afet sonrası kriz yönetimi kapsamında kullanılacak kent parklarına dönüştürülmesi, yetersiz donanıma sahip parkların güçlendirilmesi gerekmektedir. Disiplinler arası planlamalar özellikle bu alanların nüfusa bağlı geliştirilmesinde ve yerel ölçekte hayata geçirilmesinde önemli bir boşluğu doldurur.

Afetlerin büyüklükleri ve etkileri çoğunlukla tahmin edilemez. Bu nedenle afet sonrası kriz yönetimine hazır olmak için öngörüle bulunmak da oldukça zordur. Konu deprem olduğunda, afetin büyüklüğü, merkez üssü, etki alanı gibi değişkenler büyük ölçüde bilinmezdir. Bu nedenle afet sonrası için en kötü senaryoya hazır olmaya çalışmak temel hedef olmalıdır. Ancak bu noktada “en kötü” seviyenin tahmin edilmesi oldukça zor olduğundan, fiziksel ve ekonomik imkanlar dahilinde şartların zorlanması mantıklı bir yaklaşım olacaktır. İşte bu araştırmanın temel amacı da, afet sonrası kriz yönetimi sırasında peyzaj mimarlığı meslek disiplininin temel çalışma alanlarından biri olan açık yeşil alanların kullanılmasına yönelik stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktır.

2. Materyal ve Yöntem

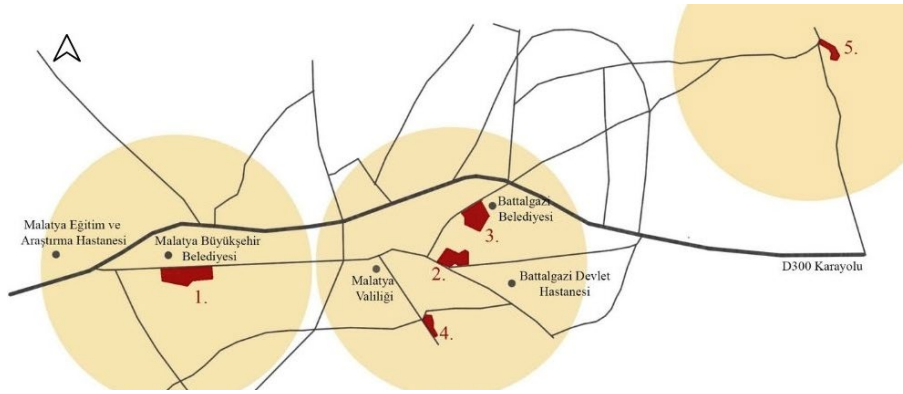
2.1. Çalışma Alanı

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Malatya ili araştırmanın gerçekleştirileceği kent olarak belirlenmiştir. Kentin ilk yerleşim yeri M.Ö. 5000 ile 11. asır arasında Orduzu bölgesinde bulunan Arslantepe Höyüğü iken daha sonra 4 km uzaklıktaki Battalgazi ilçesi (Eski Malatya) olarak bilinen bölge kent merkezi olmuştur. Kentin bugünkü merkezi ise halkın Battalgazi'nin güneyinde yer alan Aspuzu'ya savaş, ekonomi ve sağlık şartları nedeniyle yerleşmesiyle oluşmuştur. 1847 döneminde kent Harput'a bağlanmış, 1924'te Türkiye Cumhuriyeti bünyesinde il olmuştur. Bugün kent Battalgazi ve Yeşilyurt merkez ilçe olarak toplamda 13 ilçe ve 717 mahalleye sahiptir (Anonim, 2022b). Doğusunda Elazığ ve Diyarbakır yer alan kentin batısında Kahramanmaraş, kuzeyinde Sivas ile Erzincan, güneyinde ise Adıyaman bulunmaktadır. Kentin en önemli tarım ürünü olan kayısı, aynı zamanda önemli bir turizm hareketine de sebep olur. Bunların yanında kent, Hitit, Roma, Bizans gibi uygarlıkların uğrak noktalarından biri olarak da dikkat çekmektedir.(Anonim, 2022a).



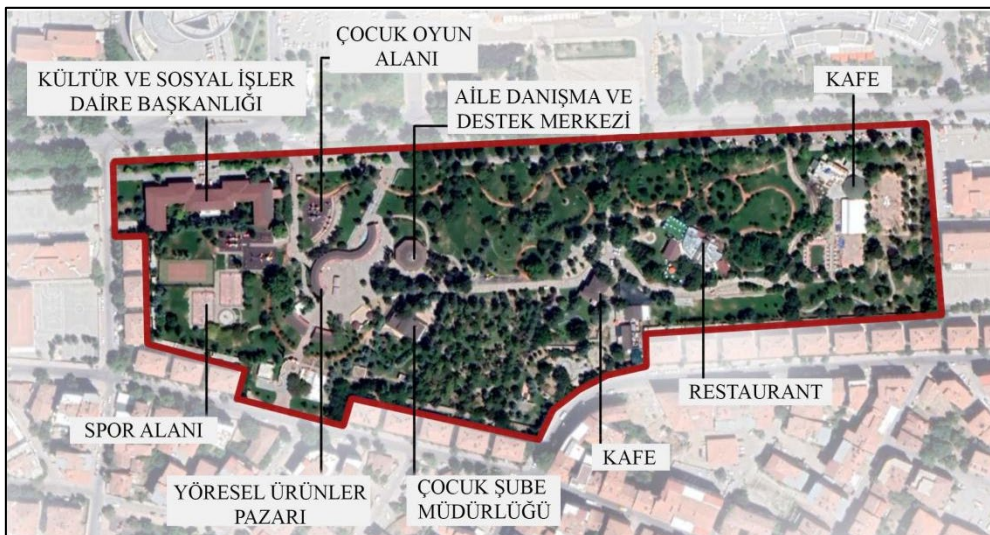
Şekil 1. Malatya ili konumu.

Araştırmanın temel amacı, afet sonrası kriz yönetimi bileşeni olarak kent parklarının kullanılabilirlik potansiyelini belirlemeye yönelik bir yaklaşım geliştirmektir. Bu doğrultuda Malatya kenti içerisinde bulunan beş kent parkının afet sonrası kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir (Şekil 2). Parklar belirlenirken kent merkezine yakınlığı ve kullanım yoğunlukları dikkate alınmıştır. Bu kent parkları Abdullah Gül Parkı, Kernek Meydan Parkı, Hürriyet Parkı, Battalgazi Millet Bahçesi ve Galip Demirel Tarihi Çınar Parkı olup temel özellikleri şöyledir:



Şekil 2. Çalışma alanı konumları (Google Earth kullanılarak hazırlanmıştır).

Abdullah Gül Parkı; İnönü mahallesinde 5.52 hektarlık yeşil alan ve 4.15 hektarlık sert zemin olmak üzere toplamda 9.67 hektarlık bir alana sahiptir (Anonim, 2022c). Parkın içerisinde çocuk oyun alanı, yürüyüş yolları, süs havuzları, spor aletleri, kafeterya bulunmaktadır. (Anonim, 2022d).



Şekil 3. Abdullah Gül Parkı mevcut durumu.

Kentin en işlevli ve en uzun caddesi konumunda olması bakımından önem taşıyan bu park lineer forma sahip bir alandan oluşturmaktadır. Geçmişte kamu konutları işlevine sahip bu alan, daha sonra parka dönüştürülerek yeşil alan varlığı artırılmıştır (Kısak, 2021).



Şekil 4. Abdullah Gül Parkı alan fotoğrafları (a; giriş, b;çim alan, c;restorant, d;su ögesi, e;çocuk oyun alanı, f;etkinlik alanı).

Hürriyet Parkı; Zafer mahallesinde 13.550 m² yeşil alan ve 13.190 m² sert zeminden oluşmaktadır. Toplamda 26.740 m² bir park alanına sahiptir (Anonim, 2022e).



Şekil 5. Hürriyet Parkı mevcut durumu.

Hürriyet parkı yeşil alan fonksiyonunu yıllarca koruyan ve 2015’de “Hürriyet Parkı Çevre Düzenleme ve Biyolojik Gölet Yapım İşİ” ile inşaa edilerek tamamlanmış işlevsel bir alandır (Kısak, 2021).



Şekil 6. Hürriyet Parkı alan fotoğrafları (a; su ögesi, b;çocuk oyun alanı, c;çim alan, d;restoran).

Millet Bahçesi; İnönü Stadyumu olarak 1970 yılında faaliyete geçmiş ve son futbol müsabakasını 2017 yılında yaptıktan sonra, 2018'de yıkım işlemi yapılmıştır (Anonim, 2022f).



Şekil 7. Battalgazi Millet Bahçesi mevcut durumu.

2019 yılının Ocak ayında yapımına başlanılan Millet Bahçesi 43 dönüm arazi üzerine kurulmuştur. Yeşil kuşak proje alanı içerisinde değerlendirilerek planlanan bu alanda 300

tonluk su deposu (sulama amaçlı), iki basketbol sahası, 3 oyun parkı, yürüyüş yolu, oyun havuzu, kapalı otopark ve elektrikli araçlar için 6 şarj ünitesi ile Millet Kıraathanesi bulunmaktadır (Anonim, 2022g).



Şekil 8. Millet Bahçesi alan fotoğrafları (a;çim alan, b-c;su ögesi, d;yürüyüş yolu, e;çocuk oyun alanı).

Kernek Meydan Parkı; Kernek mahallesinde yer almaktadır. 6.500 m² yeşil alan ile 9.650 m² sert zemin olmak üzere toplamda 16.150 m² alan sahiptir (Anonim, 2022h). Kernek Meydanı tarihi geçmişinde çeşitli inanç ritüelleri, eğlence etkinliklerin odağı olarak kullanılması ve alandaki doğal bir su kaynağına sahip olması bu alanı cazip hale getiren unsurlar olmuştur (Olğun, 2021).



Şekil 9. Kernek Meydan Parkı.

Kentin önemli referans noktalarından olan Kernek Meydan Parkı aktif yaya hareketliliğini sağlayan bir noktayı temsil etmektedir. Kent merkezindeki bu stratejik nokta da ziyaretçi yoğunluğu, düzensiz yapılaşma ve trafik yoğunluğu uzman meslek disiplinlerinin çalışmaları ile güçlendirilmeye ihtiyaç duymaktadır (Olğun, 2021).



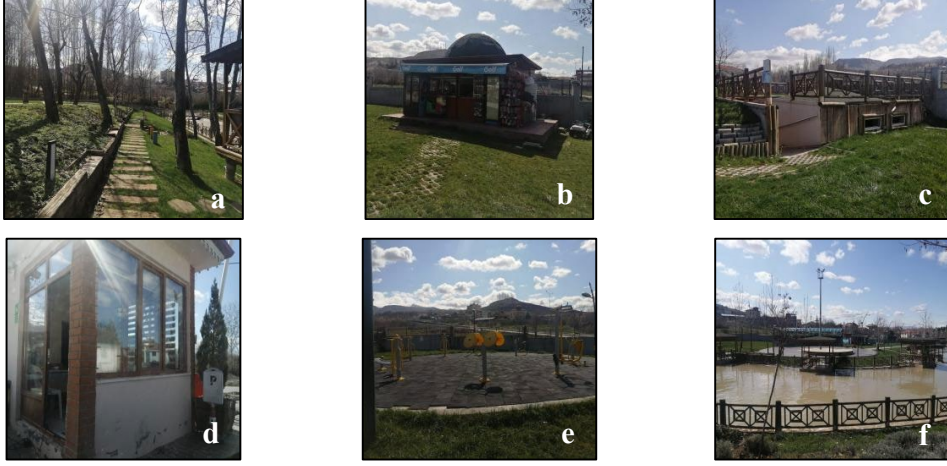
Şekil 10. Kernek Meydan Parkı alan fotoğrafları (a-c-e; su ögesi, b-f;çim alan, d;restorant).

Galip Demirel Tarihi Çınar Parkı; kente 6 km uzaklıkta Orduzu mahallesinde yer almaktadır. Birçok medeniyetin yerleşimi haline gelmiş tarihi Battalgazi ilçesinde yer alan park 2. grup doğal sit alanında yer almaktadır. Battalgazi Belediyesinin yürüttüğü Tarihi Çınar Ağacı Rekreasyon Alanı Projesi içerisinde çocuk parkı, yapay gölet, mesire alanı, bisiklet ve yürüyüş yolları yer almaktadır. Alanın ziyaretçilerin tarih ve kültür değerlerini rölyeflerin işlendiği duvarlara yer verilmiştir (Anonim, 20221).



Şekil 11. Galip Demirel Tarihi Çınar Parkı mevcut durumu.

Kentin tarihi ve kültürel yapısında yer edinmiş olan bu alan 2016-2017 yıllarında inşa edilerek faaliyete geçirilmiştir. Bölge halkının sosyalleşme bakımından ihtiyaç duydukları bu parkın doğal kaynak suyuna sahip olması ve 2017'de tescillenerek Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından 1017 yaşında olduğu saptanan tarihi çınar ağacı bu alanın önemini arttıran etkenler olmuştur (Ercan, 2018).



Şekil 12. Galip Demirel Tarihi Çınar Parkı alan fotoğrafları (a;yürüyüş yolu, b;büfe, c;tuvalet, d;güvenlik kulübesi, e;spor alanı, f;su ögesi).

2.2. Anket ve İstatistik Değerlendirmeler

Afet sonrasında oluşabilecek ihtiyaçların neler olduğunun tespit edilmesi, afet sonrası döneme hazırlanmak istenen açık yeşil alanların niteliklerinin belirlenmesinin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu amaçla bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket, tamamı 6 Şubat depremimize maruz kalmış 120 kişiyle gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların verdikleri yanıtlar SPSS programı ile değerlendirilmiş, çoklu yanıtı sahip verilerin analizi ve çapraz tablolama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede farklı değişkenler arasında ilişki bulunup bulunmadığı sorgulanmıştır. Kahramanmaraş depreminden birkaç ay sonra yapılan bu araştırma sayesinde ihtiyaçların tahmine dayalı değil, doğrudan deneyimden belirlenmesi mümkün olmuş, böylece güncel veriler elde edilmiştir. Bu da araştırmayı oldukça özgün hale getirmektedir.

3. Bulgular

Katılımcıların demografik dağılımlarına dair ilginç karakteristikler şöyledir: Katılımcıların %44,2'si "15-25" yaş aralığından oluşurken, çalışmaya hiç katılım göstermeyen grup "65 yaş üstü" olmuştur. Bununla birlikte katılımcıların %66,7'si "Bekar", %33,3'ü "Evli" olarak tespit edilmiştir. Katılımcılara yöneltilen "Mesleğiniz nedir?" sorusu için en fazla yanıt %39,52 ile "Öğrenci" katılımcılardan oluşurken, en az meslek grubu ise %6,7 ile "Emekli" katılımcılardan oluşmaktadır. Öğrencilerin fazlalığının temel nedeninin o dönemde yüksek öğretim kurumlarının yüz yüze eğitime ara vermesi olduğu düşünülmektedir. Katılımcıların "Ailenizin bir aylık ortalama geliri nedir?" sorusu için verdikleri yanıtlar %30,0 ile 8000-15000 TL olarak belirlenmiştir. En az rastlanan yanıtlar

ise %10,8 ile “15000-20000” yanı sıra “20000 ve üzeri” olarak belirlenmiştir. Katılımcılara yöneltilen “Deprem sonrası herhangi bir kayıp yaşadınız mı?” sorusuna %65,8 oran ile 79 kişi “Hayır” yanıtı verirken, %34,2 oran ile 41 kişinin ise “Evet” yanıtı verildiği tespit edilmiştir. “Yaşanan son depremden daha önce maruz kaldığınız bir afet var mı?” sorusuna %70 oran ile en çok “evet” yanıtı verilirken %30 oran ise hayır diyenlerden oluşmaktadır. Bu soruya evet yanıtını verenlerin maruz kaldığı afet ise en çok %70,7 ile yine deprem afeti olmuştur. Bu veri bölgede afet ve özellikle deprem tecrubesinin yaygınlığı konusunda fikir verici olmuştur. Bir diğer soruda ise katılımcıların afet sonrasında güvenliklerini nasıl sağlayacaklarına yönelik soru için en çok tercih %39,3 oran ile açık alana çıkarak sağlanması ve %26,7 oran ile güvenli bulunan diğer alanlara giderek sağlanması yanıtları tercih edilmiştir. Katılımcıların başka bir soruda afet sonrası hangi açık yeşil alanlarda güvenliğinizi sağlarsınız sorusu için ise %49,3 oranı ile meydanlar en çok tercih edilen yanıt olmuştur. Bu soruda tercih edilen en az yanıt ise %4 ile piknik alanları olmuştur.

Çoklu seçenekli sorularda ise afet sonrası açık yeşil alanların ne gibi fonksiyonlara sahip olmasının beklenebileceği sorusu için katılımcıların en çok verdikleri yanıt %23,6 oranla “barınma” olmuştur. Bir diğerinde ise afet sonrası öncelikli ilk 3 temel ihtiyacın ne olacağına ilişkin soruya katılımcılar sırası ile en çok %26 oran ile gıda, %24,9 oran ile barınma ve %16,9 oran ile sağlık yanıtlarını vermişlerdir. Afet sonrası katılımcıların açık yeşil alanlarda en fazla kaç gün kalabileceği sorusuna verilen cevaplar ise %58 ile en yüksek oranda 0-3 gün ve %2,7 oranıyla en az yanıt alan seçenek ise 1-2 hafta olmuştur. Bu cevap bu tür alanların geçiciliğinin vurgulanması açısından anlamlı bulunmuştur. Bu alanlarda katılımcıların kalma sürelerini etkileyen faktörler sorusuna ise en fazla tercih edilen yanıt ise %47,3 oran ile sağlık durumu olmuştur. Açık yeşil alanların afet sonrası katılımcılar için konutlarının mesafesinin ne kadar olması gerektiğine dair soruya ise en fazla verilen yanıtlar ise %35,3 oran ile 0-500 m ve %32 oran ile 500-1000 m olarak belirlenmiştir. Katılımcıların en az yanıt verdikleri seçenek ise %6,7 ile 2000-5000 m arası olmuştur. Bu durum planlama açısından farklı yaklaşımlar getirilmesi ihtimaline rağmen insanların farklı gerekçelerle evlerinden uzaklaşmak istemediklerini göstermektedir.

Katılımcıların anketlere verdikleri yanıtlar çapraz tablolama yöntemi ile ele alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre afet sonrası açık yeşil alanlardan hangisinin tercih edileceğine ilişkin soru ile bu alanlarda kalma durumunu etkileyen faktörlerin neler olabileceği soruları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların afet sonrası en çok tercih ettikleri alanların meydanlar olduğu ve bu alanların da özellikle sağlık ihtiyaçlarını karşılaması beklendiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Afet sonrası en çok tercih edilen açık alanlar ve bu alanlarda kalma durumunu etkileyen faktörlerin çapraz tablolaması.

		Ekonomik durum	Konfor beklentisi	Sağlık durumu	Diğer	Toplam
Çocuk oyun parkı	Kişi sayısı	5	1	7	0	13
	Yüzde	3,3	0,7	4,7	0	8,7
Eğitim kurumu bahçesi	Kişi sayısı	0	1	12	0	13
	Yüzde	0	7	8	0	8
Meydanlar	Kişi sayısı	14	22	34	4	74
	Yüzde	9,3	14,7	22,7	2,7	49,3
Kent parkı	Kişi sayısı	6	1	6	2	15
	Yüzde	4	7	4	1,3	10
Tabiat parkı	Kişi sayısı	2	5	6	4	17
	Yüzde	1,3	3,3	4	2,7	11,3
Piknik alanları	Kişi sayısı	2	1	2	1	6
	Yüzde	1,3	7	1,3	7	4
Diğer	Kişi sayısı	2	3	4	3	12
	Yüzde	1,3	2	2,7	2	8
Toplam	Kişi sayısı	31	34	71	14	150
	Yüzde	20,7	22,7	47,3	9,3	100

Çizelge 2. Afet sonrası açık yeşil alanlarda kalma durumlarını etkileyen faktörler için çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Total
Ekonomik durum	Kişi sayısı	12	5	6	4	4	31
	Yüzde	8	3,3	4	2,7	2,7	20,7
Konfor beklentisi	Kişi sayısı	7	9	5	8	5	34
	Yüzde	4,7	6	3,3	5,3	3,3	22,7
Sağlık durumu	Kişi sayısı	10	12	16	15	18	71
	Yüzde	6,7	8	10,7	10	12	47,3
Diğer	Kişi sayısı	1	4	3	3	3	14
	Yüzde	0,7	2,7	2	2	2	9,3
Toplam	Kişi sayısı	30	30	30	30	30	150
	Yüzde	20	20	20	20	20	100

Beş park alanı içinde katılımcıların afet sonrasında açık alanlarda geçici olarak bulunma gerekçelerinin ne olabileceği sorusuna Hürriyet Parkı katılımcıları ağırlıklı olarak “ekonomik nedenler” diyerek genel eğilimden farklı bir yön çizerken, diğer parkların tümünde verilen en popüler cevap “sağlık” olmuştur.

Çizelge 3. Afet sonrası parklarda güvenliğinizi nasıl sağlarsınız sorusu için çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Total
Bilmiyorum	Kişi sayısı	3	0	2	2	0	7
	Yüzde	2	0	1,3	1,3	0	4,7
Açık alana çıkarak	Kişi sayısı	10	11	11	10	17	59
	Yüzde	6,7	7,3	7,3	6,7	11,3	39,3
Afet bölgesinden uzaklaşarak	Kişi sayısı	3	0	4	3	2	12
	Yüzde	2	0	2,7	2	1,3	8
Yetkililerin desteği ile	Kişi sayısı	0	1	0	0	2	3
	Yüzde	0	7	0	0	1,3	2
Güvenli alanlara giderek	Kişi sayısı	8	16	3	10	3	40
	Yüzde	5,3	10,7	2	6,7	2	26,7
Öğrenilmiş afet bilgilerini kullanarak	Kişi sayısı	2	0	3	2	0	7
	Yüzde	1,3	0	2	1,3	0	4,7
Kendi imkanlarımızla	Kişi sayısı	0	2	4	2	2	10
	Yüzde	0	1,3	2,7	1,3	1,3	6,7
Afetin türüne bağlı	Kişi sayısı	1	0	0	0	0	1
	Yüzde	0,7	0	0	0	0	0,7
Sakin kalarak	Kişi sayısı	1	0	3	1	4	9
	Yüzde	0,7	0	2	0,7	2,7	6
Afet öncesi gerekli önlemleri alarak	Kişi sayısı	2	0	0	0	0	2
	Yüzde	1,3	0	0	0	0	1,3
Total	Kişi sayısı	30	30	30	30	30	150
	Yüzde	20	20	20	20	20	100

Katılımcılara yöneltilen “Afet sonrası güvenliğinizi nasıl sağlarsınız?” sorusu için Hürriyet Parkı, Abdullah Gül Parkı, Galip Demirel Çınar Parkı kullanıcıları en çok “Açık alana çıkarak” yanıtını verirken, Kernek Parkı kullanıcıları aynı oranda hem “Açık alana çıkarak” hem de “Güvenli alanlara giderek” yanıtlarını vermişlerdir. Millet bahçesi kullanıcıları ise en çok “Güvenli alanlara giderek” yanıtını vermişlerdir. Bu noktada kullanıcıların açık alan yetersizliği ve güvenli alan kaygılarının bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. Yaşadığımız afet sonrası açık alanlarda ne kadar süre kalabildiniz/ kalabilirsiniz sorusu için çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Total
0-3 gün	Kişi sayısı	23	17	16	19	12	87
	Yüzde	15,3	11,3	10,7	12,7	8	58
3-5 gün	Kişi sayısı	4	9	5	8	7	33
	Yüzde	2,7	6	3,3	5,3	4,7	22
5 gün-1 hafta	Kişi sayısı	2	2	3	1	5	13
	Yüzde	1,3	1,3	2	0,7	3,3	8,7
1-2 hafta	Kişi sayısı	0	1	1	0	2	4
	Yüzde	0	0,7	0,7	0	1,3	2,7
2 hafta-1 ay	Kişi sayısı	1	1	5	2	4	13
	Yüzde	0,7	0,7	3,3	1,3	2,7	8,7
Total	Kişi sayısı	30	30	30	30	30	150
	Yüzde	20	20	20	20	20	100

Afet sonrası bu alanlarda ne kadar süre kalabilirsiniz sorusu için beş parkın kullanıcıları da en çok 0-3 gün kadar kalabileceklerini/barınabileceklerini yanıtı vermişlerdir. Bu durum kullanıcıların mümkün olan en kısa sürede bu alanlara tahliye edilmeleri önem taşıdığına bir göstergesidir.

Çizelge 5. Katılımcıların parklar ile konut arasında ulaşabildikleri mesafelerin çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Total
0-500m	Kişi sayısı	10	13	10	7	13	53
	Yüzde	6,7	8,7	6,7	4,7	8,7	35,3
500-1000m	Kişi sayısı	12	8	7	11	10	48
	Yüzde	8	5,3	4,7	7,3	6,7	32
1000-2000m	Kişi sayısı	5	2	2	6	4	19
	Yüzde	3,3	1,3	1,3	4	2,7	12,7
2000-5000m	Kişi sayısı	2	3	1	3	1	10
	Yüzde	1,3	2	0,7	2	0,7	6,7
5000m üzeri	Kişi sayısı	1	4	10	3	2	20
	Yüzde	0,7	2,7	6,7	2	1,3	13,3
Toplam	Kişi sayısı	30	30	30	30	30	150
	Yüzde	20	20	20	20	20	100

Millet bahçesi ve Galip Demirel Çınar parkı kullanıcıları afet sonrası 0-500m konut ile açık yeşil alan arasındaki mesafe erişiminde olması gerektiği yanıtlarına sahipken, Abdullah Gül parkı kullanıcıları ise benzer şekilde hem 0-500 hem de 5000m üzeri mesafede bu alanlara erişilebileceklerini belirtmişlerdir. Hürriyet Parkı ve Kernek Parkı kullanıcıları ise bu durumun 500-1000m arasında erişilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu noktada afet sonrası

ihtiyaçların karşılanabileceği uygun tahliye zonlarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Çizelge 6. Kullanıcısı olduğunuz park nedir sorusu ile afet sonrası bu alanların ne gibi fonksiyonlara sahip olmasını istersiniz sorusu için çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Toplam
Bilmiyorum	Kişi sayısı	1	0	2	5	1	9
	Yüzde	11,1	0	22,2	55,6	11,1	100
Barınma	Kişi sayısı	5	11	11	5	13	45
	Yüzde	11,1	24,4	24,4	11,1	28,9	100
Gıda	Kişi sayısı	2	5	2	4	2	15
	Yüzde	13,3	33,3	13,3	26,7	13,3	100
Tuvalet	Kişi sayısı	1	2	0	1	3	7
	Yüzde	14,3	28,6	0	14,3	42,9	100
Sağlık	Kişi sayısı	0	0	0	1	1	2
	Yüzde	0	0	0	50	50	100
Su	Kişi sayısı	1	1	1	4	1	8
	Yüzde	12,5	12,5	12,5	50	12,5	100
İletişim	Kişi sayısı	1	0	0	1	0	2
	Yüzde	50	0	0	50	0	100
Hijyen	Kişi sayısı	1	1	0	2	0	4
	Yüzde	25	25	0	50	0	100
Yaşamsal koşullara sahip	Kişi sayısı	9	6	4	5	10	34
	Yüzde	26,5	17,6	11,8	14,7	29,4	100
Güvenli olması	Kişi sayısı	8	6	6	7	1	28
	Yüzde	28,6	21,4	21,4	25	3,6	100
Yeterli kapasiteye sahip olması	Kişi sayısı	5	3	4	4	3	19
	Yüzde	26,3	15,8	21,1	21,1	15,8	100
Erişilebilir olması	Kişi sayısı	3	0	2	0	0	5
	Yüzde	60	0	40	0	0	100
İklimsel şartlara uygun olması	Kişi sayısı	2	0	2	2	0	6
	Yüzde	33,3	0	33,3	33,3	0	100
Toplanma alanı olarak kullanılması	Kişi sayısı	0	0	1	0	0	1
	Yüzde	0	0	100	0	0	100
Bitkisel alana sahip olması	Kişi sayısı	0	0	1	3	1	5
	Yüzde	0	0	20	60	20	100
Psikolojik destek alanları olması	Kişi sayısı	0	1	0	0	0	1
	Yüzde	0	100	0	0	0	100

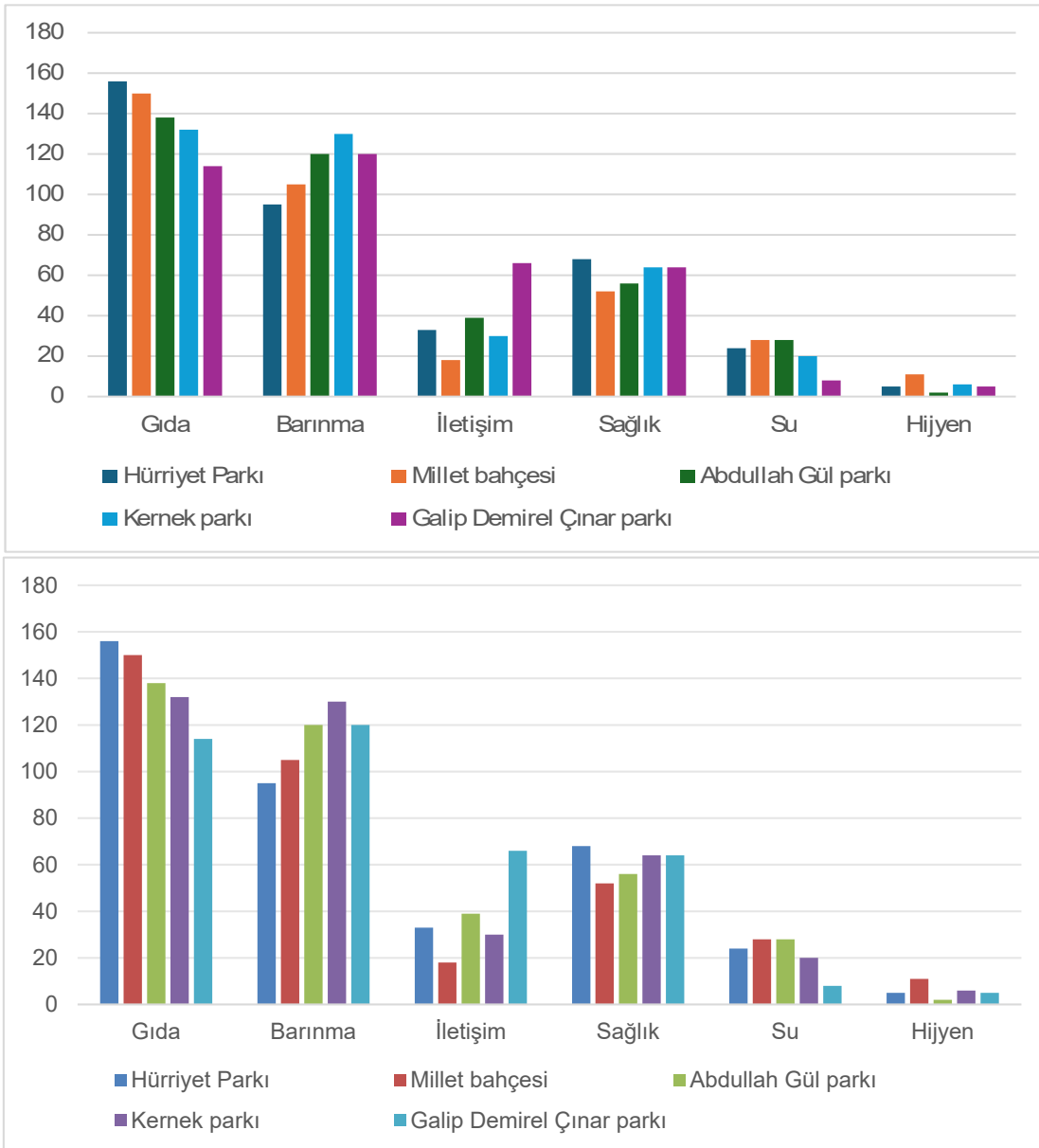
Park kullanıcılarının afet sonrası bu alanların hangi temel fonksiyonlara sahip olmalarını isteyecekleri sorusu için yapılan çapraz tablolama işlemine göre, Millet Bahçesi, Abdullah Gül ve Galip Demirel Çınar parkı katılımcılarının en çok barınma beklentisi içerisinde

oldukları gözlemlenmiştir. Kernek parkı kullanıcıları ise en çok bu alanların güvenli olması gerektiği yanıtını vermişlerdir.

Çizelge 7. Kullanıcı olduğunuz park nedir sorusu ile afet sonrası temel ihtiyacınız olan ilk üç madde nedir sorusu için yapılan çapraz tablolama işlemi.

		Hürriyet parkı	Millet bahçesi	Abdullah Gül parkı	Kernek parkı	Galip Demirel Çınar parkı	Toplam
Gıda	Kişi sayısı	26	25	23	22	19	115
	Yüzde	22,6	21,7	20	19,1	16,5	100
Barınma	Kişi sayısı	19	21	22	26	24	112
	Yüzde	17	18,8	19,6	23,2	21,4	100
İletişim	Kişi sayısı	11	6	13	10	22	62
	Yüzde	17,7	9,7	21	16,1	35,5	100
Sağlık	Kişi sayısı	17	13	14	16	16	76
	Yüzde	22,4	17,1	18,4	21,1	21,1	100
Su	Kişi sayısı	12	14	14	10	4	54
	Yüzde	22,2	25,9	25,9	18,5	7,4	100
Hijyen	Kişi sayısı	5	11	2	6	5	29
	Yüzde	17,2	37,9	6,9	20,7	17,2	100

Katılımcıların ilk üç temel ihtiyaçlarını yanıtladıkları çoklu yanıt sorusunda ise; Hürriyet Parkı ve Abdullah Gül parkı kullanıcıları sırasıyla gıda-barınma-sağlık yanıtı verirken, Millet bahçesi kullanıcıları gıda-barınma-su, Kernek Parkı kullanıcıları barınma-gıda-sağlık ve Galip Demirel Çınar parkı kullanıcıları ise sırasıyla barınma-iletişim-gıda yanıtlarını vermeyi tercih etmişlerdir. Katılımcıların verdikleri yanıtlar puana dönüştürülürken sonuçların doğru algılanabilmesi ve subjektif bir yaklaşım olmaması için verilen yanıtların yoğunlukları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda sırasıyla 1-6 arasında değerler verilerek en çok puanı alan ihtiyaç belirlenmiştir. Gıda, barınma, sağlık yanıtları en fazla puanı alarak afet sonrası park alanlarında talep edilen ihtiyaçlar haline gelmiştir.



Çizelge 8. Parkların ilk 3 temel ihtiyaç puanlaması.

3.1. Tartışma

Malatya'nın belirlenen kent parkları için yapılan anket çalışması sonunda katılımcıların afet sonrasında bu açık yeşil alanlarının yoğunlaştığı kentsel bölgelerde kriz yönetimlerinde tercih ettikleri temel faktörler belirlenmiştir. Afet sonrası dönemde kent içerisinde bulunan açık yeşil alanların her zamanki fonksiyonlarından başka fonksiyonlara da sahip olmaları gerektiği ortaya çıkmıştır. Katılımcı yanıtlarına göre kentin ortak kullanım alanı olan meydanların iyi bir altyapıya sahip olması toplumun afet sonrası daha az zarar görmesini ve bu alanlardan yeteri kadar faydalanmasını sağlayabileceğini söylemek mümkündür.

Karşılaştırma yapılan diğer bir soruda ise park kullanıcılarının afet sonrası bu alanlarda ne kadar süre kalabileceklerine dair soruya ağırlıklı olarak verdikleri “0-3 gün” yanıtı oldukça çarpıcıdır. Bu alanlarda uzun süre kalınmak istenmemesi son derece anlaşılır bulunsa da, yaşanması muhtemel afetin büyüklüğü ve coğrafyaya yaygın olmasına bağlı olarak bu sürenin değişebileceği kesindir. Bu nedenle potansiyel afetzedelerin insan onuruna yakışır biçime olabilecek en kısa sürede bu kriz yönetimi alanlarında temel ihtiyaçlarının karşılanması sonrasında daha gelişmiş önlemlere yönlendirilmeleri ve bu alanların bu amaçla kullanılmasının geçici bir durumu kapsadığının onlara hissettirilmesinin önemi özellikle psikolojik konfor açısından büyüktür. Yapılan tez çalışması kapsamında ve Giyik (2023) çalışmalarında benzer olarak son yaşanan deprem sonrası insanların evlerinden ve mal varlıklarından uzaklaşmak istemedikleri görülmektedir. Daha önce afete maruz kalmış kişilerin, afet sonrası evlerinden uzaklaşmak istedikleri mesafeyi büyük ölçüde 500m ile sınırlandırmaları da bu görüşü desteklemektedir. Satılmış (2016) da araştırmasında bu görüş doğrultusunda bulgulara yer vermiş, Çelikhan-Gölbaşı depremini ele alırken depreme karşı yönetim ve toplumun gösterdiği afet yönetim organizasyonuna değinmiştir. Uzun süre devam eden artçı sarsıntıların da etkisiyle afetzedelerin psikolojik konforları bozulmuş, barınaklara ilk etapta yetersiz kalmış ve halkın uzun süre baraka ve çadırlardan daha güvenli alanlara tahliye edilmeleri mümkün olmamıştır. Bu süreçte şartları zorlaştıran diğer etken ise afetin yağış döneminin yüksek olduğu Mart ayında gerçekleşmesi olmuştur. Bu durum beraberinde salgın hastalıkları ortaya çıkarmış ve yıl sonunda halkın maruz kaldığı kolera salgını deprem afetinden sonra çok kişinin yaşamını yitirmesine neden olmuştur (Satılmış, 2016). Şubat ayının soğuk günlerinde meydana gelen Kahramanmaraş depremi de benzer şartların her zaman yaşanabileceğini ve özellikle iklimik konfor sağlayıcı geçici barınma birimlerinin oluşturulmasının bir zorunluluk olduğunu yeniden gözler önüne sermiştir. Geçmiş afet deneyimleri bu minvalde göz önüne alındığında ikincil afetlerin sağlık ihtiyaçlarına olan talebi artırdığı da görülmektedir. Güvenli alana ulaşım mesafesi ve kapasiteyi aşma ihtimali olan potansiyel barınma sorunları kriz yönetimlerinden önce planlanması gereken bir organizasyon yapısını gerektirmektedir. Bu bağlamda Gülgün vd. göre deprem gibi afet tehlikesi altında olan kentlerde, nüfus kapasitesinde iyi altyapıya sahip olmayan parkların teknik altyapıları geliştirilerek deprem parkı gibi toplanma alanı potansiyellere ulaşması hedeflenmelidir. Kentsel alanların peyzaj mimarlığı organizasyonları ile planlandığı bu alanların yeterli sayılara ulaşması gerekmektedir (Gülgün vd., 2016). Bu araştırma kapsamında kent merkezine ve yoğun kent dokusuna yaklaştıkça, afet sonrası ihtiyaçların belirlenmesine yönelik verilen sorularda gıdanın ön

plana çıkması da anlamlı bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum kent hayatında gıdaya erişim kaygısının nispeten yüksek olması durumuyla açıklanabilir. Olası afet hasarlarının güvenli gıdaya ulaşılabilmesinin önüne geçtiği görüşünün bu noktada dikkate alınması gerektiği düşünülmelidir. Benzer şekilde 6 Şubat Kahramanmaraş depremi sonrasında temel ihtiyaçların karşılanması noktasında yaşanan aksaklıklar ve afetzedelerin iklimsel şartlar nedeniyle yaşadıkları zorlukların varlığı bundan sonraki süreç yönetiminde iyi organize edilmiş kentsel açık yeşil alanların ne derecede önemli olduğunu ortaya koymuştur. Türkoğlu'da (2021) bu durumun afetler haricinde özellikle Covid-19 dönemi gibi pandemilerde de önemli olabileceğini bildirmiştir. Bu bakımdan ülke genelinde kırsal alanlarda tarımı güçlü tutmak, gerekli zamanlarda iyi organizasyonla stratejik olarak çok ciddi bir öneme işaret etmektedir. Öte yandan kentsel yoğunluktan uzak kırsal alanlara yakın olan Galip Demirel Çınar parkı ve Kernek parkı kullanıcılarının ise gıda sorunu yerine barınma ihtiyaçlarını öncelikli tutmaları açık alanlarda iklimsel şartlardan korunmak için sığınma noktalarına bu alanlarda duyulan ihtiyacın önemini göstermektedir. Meral vd.(2021) belirttiği gibi kentin yeşil alan varlığı ve kapasitesi yüksek olsa da ihtiyaçları yanıtlamayan yetersiz nitelikler kriz yönetimlerini olumlu sonuçlanmasını etkilemektedir. Kahramanmaraş depremi sonrası tez çalışmasında yürütülen anket çalışmasında katılımcıların kurulan çadır veya konteynır kent gibi geçici barınma alanlarının evlerine yakın olmasını talep etmeleri bu hususta katılımcıların aidiyet duygusu ile yaşadıkları alandan uzaklaşmak istemediklerini ve duygusal bağlarının ön planda olduğunu da göstermiştir.

Kahramanmaraş depremi sonrası yapılan bu çalışmada katılımcıların açık yeşil alanların deprem sonrası kriz yönetimi sürecinde oldukça yetersiz durumda olduğunu belirtmeleri ve talep gören en temel ihtiyacın barınma olması yaşanan depremin kış mevsiminde olmasıyla ilgili olabilecekse de bu durum bu talebin önemine gölge düşürememektedir. Çünkü bu tür afetler ekstrem sıcaklarda ya da soğuklarda, kar ya da yağmur yağarken gerçekleşebilir. Araştırma sırasında yapıların birbirlerine yakınlığından kaynaklanan açık alan azlığının ve bu durumun katılımcıların ruh halini etkileme seviyelerinin önemi de net biçimde gözlemlenmiştir. Bu yöndeki taleplerin güçlülüğü mutlak suretle göz önünde bulundurulması gereken bir durumdur.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmanın en özgün yanlarından biri deprem bölgesi olarak bilinen Malatya’da bir yol gösterici olarak ele alınmasının planlandığı sırada yaşanan deprem felaketi nedeniyle araştırmanın bir durum tespiti çalışmasına dönmesidir. Bu anlamda araştırma öncesinde yapılan hazırlıklarla elde edilen literatüre bağlı verilerle bu araştırma kapsamında elde edilen bulgular arasında anlamlı farklılıklar bulmak mümkün olmuştur.

6 Şubat depreminin büyüklüğü ve etkilediği coğrafyanın genişliği nedeniyle organizasyonda yaşanan aksaklıklar beklenmedik olarak değerlendirilemez. Bununla birlikte bu deneyim bize depremler başta olmak üzere afetlerin çoğu için geçerli yeni bir afet sonrası kriz yönetim paradigması gerekliliğini göstermektedir. Bu paradigmanın en önemli bileşenlerinden birisi de şüphesiz afetten hemen sonra acil durum kira yönetim bileşeni olarak hizmet verecek peyzaj mimarlığı çalışma alanları, yani kent parkları, meydanlar ve sokaklar demektir. Bu nedenle peyzaj mimarlığı meslek disiplini mutlak suretle bu esnek dönüşüme odaklanmalı ve başta fonksiyonu değişebilen-dönüşebilen kent mobilyaları olmak üzere farklı tasarım ve planlama yaklaşımlarına önem vermelidir. Her kent mobilyasının kendi fonksiyonunu yerine getirirken acil bir durumda dönüşebilecek bir yeteneğe sahip olabilmesinin sağlanması hayati öneme sahiptir.

Afete maruz kalmış katılımcılar, afetten hemen sonra bulunacakları alanların kriterleri konusunda oldukça seçici davranırken, buralarda kalmayı önemsediklerini, ancak bu kalışın mutlak suretle kısa süreli olması gerektiğini vurgulamışlardır. Buradaki kısa süre tanımı elbette değişkendir. Ancak ölçeğine bağlı olarak bir afetten sonra organize olmak uzun zaman alabileceğinden, bu alanların nitelikleri ve deneyim kalitesi mutlak suretle tasarımın odağında olmalıdır. Barınma, iklimik konfor, gıda gibi doğrudan yaşamsal olan ihtiyaçların yanında, bu alanlarda kalacak zaman uzadıkça iletişim, hijyeni, tuvalet ve duş gibi ihtiyaçların da önem kazanacağı açıktır. Bu veriler de tasarımcılar için önemli yol göstericiler olmaktadır. Afet sonrası kriz yönetimi alanları potansiyel kullanıcılarını rahat ettirmeli ve beklenen ve arzu edilen kısa süreli kullanıma karşın, bu sürenin uzamasına da hazırlıklı olunmalıdır.

Tablo 6. Çalışma sonunda elde edilen verilerin irdelenmesi.

Çalışmada tespit edilen mevcut durum	Çalışma sonrası talep edilen hedef durum
Beş parkın afet sonrası toplanma alanı niteliklerini ve ihtiyaçlarını yeteri kadar karşılayamaması	Bu alanların afet sonrası faaliyete geçebilecek düzeyde niteliklere sahip olması ve talepleri karşılayan altyapının (sanitasyon, atık, gıda, barınma depoları vs.) mühim surette uygulanması
Kent parklarının e-devlet sistemi üzerinden toplanma alanları olarak belirlenen alanlar arasında olduğu tespit edilmiştir	Bu bağlamda toplumun eğitim, seminer ve afet anıtları gibi etkenler yoluyla bilinçli hareket etmeye teşvik ederek afet sonrası kullanıma açık bölgeleri tercih etmesi için çalışmalar yürütülmesi
Beş alanın da sağlık fonksiyonu bulunmayan alanlar olduğu ve katılımcıların bu faktöre bağlı olarak bu alanları tercih edebileceği	İlk müdahale ve yardım ekipmanlarının her an hazır bulundurulması bu alanlarda organizasyon sorunlarına fayda sağlayabilmesi hedeflenmiştir.
Evlerinden en çok 500m kadar uzağa giden/gitmeyi planlayan kullanıcıların yoğun olduğu ve en çok 0-3 gün kullanıcıların bu alanlarda kalabilecekleri	İlk etapta 500m tahliye zonları olarak, ikinci etapta bu alanların 1000m zon içerisinde idari merkezler olarak kullanılarak su, gıda ve barınma ihtiyaçlarının dağıtım noktası olabilmesi,

Afet sonrası kriz yönetimi alanları peyzaj mimarlığının özel çalışma alanlarından biri olmalı, bu alanların tasarım ve planlanmasında yetiştirilmiş kalifiye bir iş gücüne sahip olmak ülkelerin stratejik planlarının önemli bileşenlerinden biri halini almalıdır. Bu tasarımların detayları, tercih edilen materyaller, dönüşümlü sırasında kullanılması gereken kitleler, teknolojik alt yapı gibi konularda gösterilecek hassasiyet, ülkeler için gelecekte varolma savaşının önemi bileşenleri haline gelebilir. Üstelik, bu stratejik plan bileşenleri tarım gibi zaten önemli olan ancak yeterli özenin gösterilmediği alanları da kapsamalı ve bu alanlardaki gelişmeler de afet sonrası kriz yönetimi sürecinin parçası haline getirilmelidir. Kentlerde yenilebilir peyzajların varlığı bu kapsamda mutlaka ele alınmalı, yağmur suyunun her an kullanıma hazır olacak biçimde depolanması ve hatta bir kısmının içilebilecek standartlarda tutulabilmesinin önünü açacak teknik ve teknolojik gelişmelerin bilimsel olarak çalışılması teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

- AFAD, İl Afet Risk Azaltma Planı, Malatya, 2021.
- Anonim, (2022a). <https://malatya.tarimorman.gov.tr/Menu/18/Malatya-Hakkinda>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022b). https://ww2.malatya.bel.tr/yayin/MBB_Str_Plan_2020_2024.pdf, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022c). <https://www.malatya.bel.tr/wp-content/uploads/2022/05/2021-Faaliyet-Raporu-Web.pdf>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022d). <https://www.malatyakultur.com/malatya-tanitim/malatya-sumer-park>, Erişim Tarihi; 13.12.2022.
- Anonim, (2022e). <https://www.malatya.bel.tr/wp-content/uploads/2022/05/2021-Faaliyet-Raporu-Web.pdf>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022f). <https://www.ntv.com.tr/turkiye/millet-bahcesi-olacak-malatya-inonu-stadyumunun-yikimi-basladi,PPeh2uzl60KQeH3aZ7lCcA>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022g). <https://www.malatya.bel.tr/tamamlanan-millet-bahcesinde-incelemelerde-bulunan-gurkan-hemserilerimiz-icin-guzel-ve-guvenli-bir-ortam-olusturuyoruz/>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022h). <https://www.malatya.bel.tr/wp-content/uploads/2022/05/2021-Faaliyet-Raporu-Web.pdf>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Anonim, (2022i). <https://battalgazi.bel.tr/p/galip-demirel-cinar-park-1617625929275#>, Erişim Tarihi; 6.12.2022.
- Eflanili, B. (2021). 'Türkiye'de Afet Yönetimi: Depremler', Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ercan, H.F. (2018). Kamusal Açık Alanlarda Sanat ve Battalgazi Çınar Park Örneği, *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 8(18), 44-57.
- Giyik, C., 6 Şubat 2023 Depremi Sonrası Geçici Barınma Uygulamaları: Gaziantep Nurdağı Örneği, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 10(1), 113-124.
- Gülgün, B., Yazıcı, K., Dursun, S. ve Tahta, B.T. (2016). Earthquake Park Design and Some Examples from the World and Turkey, *Journal of International Environmental Application and Science*, 11(2), 159-165.
- Kısak, E. (2021). Kentsel Mekanda Açık Yeşil Alanların Çevre Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Meral, A., Kayalı, R., Kabay, Y., ve Avcı, Y. E. (2023). Bingöl Kenti Açık Yeşil Alanlarının Doğal Afetlere Hazırlık Durumları ve Leke Senaryoları. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 58-72.
- Meral, A., Vural, H., & Doğan, S. (2021). What Our Cities Can Offer After Natural Disasters. *Online Journal of Art and Design*, 9 (3), 250-259.
- Olğun, T.N. (2021). Examination Of Malatya Kernek Square And Its Close Surroundings Within The Context Of The Conservation And Sustainability Of The Culture-Space Relationship, *Researches on Urban and Architectural Design Studies*, 1-17.
- Özçelik, A.E., Çorbacı, Ö.L., Yüksek, T., Kurdoğlu, O. (2023). Korunan Alanların Deprem Sonrası Risk Yönetimi Sürecinde Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Merkezli Deprem Bölgesi Örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(2), 200-225.
- Türkoğlu, H. (2021). Kent Planlama Açısından Covid-19 Sürecinin Düşündürdükleri. *İtü Vakfı Dergisi*, 86, 62-65.
- Tercan, B. (2018). Türkiye’de afet politikaları ve kentsel dönüşüm, *Abant Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 3(5), 102-120.
- Satılmış, S. (2016). 1893 Malatya Depremi Ve Afet Yönetimi, *OTAM*, 39, 137-177.
- Uluğ, A. (2009). *Nasıl Bir Afet Yönetimi*. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 1-18, İzmir.

Türkiye Sulak Alanlarının Genel Değerlendirilmesi*

General Assessment of Türkiye's Wetlands

 Furkan Salih YİĞİT¹,  Akif KETEN²

Özet

Ekolojik ve ekonomik katkısı yüksek olan sulak alanlar geçmişte önemli alansal kayıplar vermiştir. Son yıllarda korunma çalışmaları artmıştır. Bu çalışma ile Türkiye'deki Ramsar Sözleşmesi (1971) sulak alan tanımına uygun alanların genel değerlendirilmesi yapılmıştır. Ülkemizdeki sayıları, alansal dağılımları, yükselti basamaklarına göre dağılımları vb. incelenmiştir. Sulak Alan Bilgi Sisteminde (SAYBİS) 2021 yılı itibarıyla kayıtlı 1159 adeti doğal durgun sulak alan, 78 adeti denizel sulak alan ve 1357 adeti yapay sulak alan olmak üzere toplam 2594 adet sulak alan vardır. Bu alanların toplamı ise 1.491.936 ha'dır. Harita Genel Müdürlüğü (HGM) kayıtlarına göre Türkiye'de toplamda 44.595 adet sulak alan belirlenmiş ve bu alanlar toplam 1.213.830 ha'dır. En fazla sulak alan 0-500 m yükselti basamağındadır. Yine 1 ha'dan küçük sulak alan sayısı diğer alanlara göre fazladır. Sürdürülebilir yönetim için alanların özelliklerinin bilinmesi faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Doğal sulak alan, Ramsar, Havza

Abstract

Wetlands with ecological and economic contribution have suffered significant losses in the past. In recent years, conservation efforts have increased. In the current study, we examined generally wetlands defined in the Ramsar Convention (1971). Distribution of wetlands in Turkey in terms of number, size, elevation levels, etc. were analyzed. As of 2021, A total of 2 594 wetlands registered in the Wetland Information System (SAYBIS), of which 1 159 are natural wetlands, 78 are marine wetlands and 1 357 are artificial wetlands. The total area of these areas is 1 491 936 ha. On the otherhands, according to the records of the General Directorate of Mapping (HGM), a total of 44,595 wetlands have been identified in Turkey and these areas total 1 213 830 ha. The largest number of wetlands is at the 0-500 m asl. The number of wetlands smaller than 1 ha is higher than the others. It will be useful to know the characteristics of the wetlands for sustainable management.

Keywords: Wetlands, Ramsar, Watershed

Geliş Tarihi: 14.12.2023, Düzeltme Tarihi: 30.05.2024, Kabul Tarihi: 03.06.2024

Adres: ¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü

E-mail: akifketen@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Türkiye'nin Sulak Alanlarının Genel Değerlendirilmesi" isimli Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Sulak alanlar sahip olduğu biyolojik çeşitliliğe ek olarak doğal işlevleri ve ekonomik değerleriyle de yeryüzünün önemli ekosistemlerindedir (Keddy, 2010). Dolayısıyla sulak alanların tahribi, biyolojik çeşitlilik kaybına ve ekosistem hizmetlerinin azalmasına neden olur (Mitsch ve Gosselink, 2015). Sulak alanların korunması, sürdürülebilir su yönetimi politikaları ve etkili koruma önlemleri gerektirir (Ramsar Convention Secretariat, 2018). Sulak alanların korunmasına yönelik çabalar, yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde iş birliklerini içermelidir (Barbier, 2011). Sulak alanlar, sucul ekosistemlerin korunmasına ve sürdürülebilir su kaynaklarının sağlanmasına yönelik uluslararası taahhütleri içeren Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'yle de uyumludur (Ramsar Convention Secretariat, 2018).

İnsan faaliyetleri son 200 yılda dünyadaki sulak alanların yarısından fazlasının kaybına neden olmuştur (Barbier, 1993; Shine ve Klemm, 1999). Her ne kadar bazı sulak alanlar doğal süksesyon nedeniyle yok olmuş ya da küçülmüş olsa da (Larson ve ark., 1980), insan kaynaklı değişiklikler sulak alanlar üzerinde daha büyük bir sorun oluşturmaktadır (Keddy, 1983). Sulak alan dönüşümü ve kaybının ana nedeni ekonomik büyüme ve/veya nüfus yoğunluğunun artmasıdır. Bu faktörler tarımsal gelişmeyi, yerleşim genişlemesini ve endüstriyel gelişmeyi etkilemiştir (van Asselen ve ark., 2013). Ayrıca silt ve sel riskini azaltmak için sulak alanın değiştirilmesi ve kurutulması ile artan su kullanımı sulak alanı etkilemiştir (Zorrilla-Miras ve ark., 2014). Ancak alınan önlemlerle iç sulak alanlardaki kayıp oranı 1980'lerden sonra yavaşlamıştır (Davidson, 2014).

İç sulak alanlar diğer ekosistemlere göre daha küçük alanlar kaplasa da önemli değerlere sahiptir. Dünya çapında, tüm ekosistemlerin (okyanus, orman, otlak, sulak alan, çöl, tundra, tarım arazisi, kentsel) değerinin %15'i içme suyu temini, yeraltı suyu takviyesi, gıda üretimi, atık su arıtma ve rekreasyon gibi iç sulak alan işlevlerinden elde edilmektedir. (Costanza ve ark., 1997). Sulak alanlar, başta su kuşları olmak üzere fauna için kritik yiyecek arama, üreme, tüy dökme, konaklama ve kışlama ortamı sağlar (Weller, 1988). Sulak alanların bozulması su kuşlarını olumsuz etkilemiştir (Ma ve ark., 2010). Sulak alanlardaki yapısal değişiklikler (örneğin su derinliği, su seviyesindeki dalgalanmalar, boyut, bitki örtüsü) tohumlar, yumrular, omurgasızlar ve omurgalıları gibi su kuşları için yiyecek arama kaynaklarını etkiler (Anderson ve Smith 1999; Taft ve ark., 2002; Ma ve ark., 2010). Dolayısıyla sulak alan kuşlarının bolluğu sulak alan özelliklerinden etkilenmektedir.

Dünyanın her yerinde, doğal kaynaklara yönelik birbiriyle çatışan pek çok çıkar, çevrede olumsuz değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikleri anlamak ve yönetim planlarını geliştirmek için doğal alanlarda düzenli gözlemler yapılması gerekmektedir (Mistry ve ark., 2008). Ekosistem tabanlı yönetim için önemli aşamalardan biri zamansal izlemedir ancak tüm sistemin nasıl çalıştığını anlamak zordur. Bu nedenle gösterge türlerinin belirlenmesi faydalı olabilir. İzleme, türlerin durumu/eğilimleri, habitatlar ve insan boyutları gibi ekosistem göstergelerini içermelidir. Ayrıca doğal ekosistemler karmaşık ve hassas olduğundan uzun vadede izlenmelidir (Mazzotti ve ark., 2007).

Sulak alan tanımı geçmişten günümüze farklı şekillerde tanımlanmış ancak 1971 yılında yapılan Ramsar Sözleşmesinde genel kabul gören tanım yapılmıştır; “alçak gelgitte derinliği altı metreyi aşmayan deniz suyu alanlarını da kapsamak üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayırlar ve turbalıklar sulak alandır.”

Çalışmanın temel amacı; ülkemizde bulunan tüm durgun sulak alanların genel değerlendirmesini yapmaktır. Sulak alanların; büyüklüklerine göre gruplandırmak, yükselti kademelerine göre dağılımlarını irdelemek, farklı veri tabanlarına göre kıyaslamak, yapay ve doğallığına göre oranlarını ortaya koymak, buldukları havzalara göre dağılımlarını ortaya koymak diğer alt amaçlardır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar, ülkemizdeki sulak alanlarla ilgili genel bilgiler sunacaktır. Yapılan değerlendirmelerle ülkemizdeki sulak alanlarla ilgili sürdürülebilir yönetim süreçlerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma iki farklı veri tabanından alınan bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Birincisi Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Sulak Alanlar Bilgi Sistemi (SAYBİS) veri tabanındaki tescilli sulak alanlardır. İkincisi ise Harita Genel Müdürlüğü'nün (HGM) su yüzeylerini dikkate alarak geliştirdiği ve haritaladığı veri tabanıdır. Her iki kaynaktan da yersel verilerden yükseklikle ilgili bilgi bulunmayan alanlar için Google Earth uygulamasından faydalanılmıştır.

Herhangi bir yükselti verisine ulaşılamayan alanların yerlerini tespit etmek için Türkiye'deki tüm sulak alanları gösterir bir koordinat verisine ulaşılmış ardından bu veri sadece durgun sulak alanları kapsayacak şekilde revize edilip “.kml” formatında Google Earth uygulamasından faydalanılarak ulaşılamayan rakım değerleri elde edilmiştir. Sulak alan ismi, bulunduğu il ve ilçe gibi veriler üzerinden yola çıkarak sulak alanların yerleri tespit edilerek Google Earth üzerinden rakım değerlerine ulaşılmıştır. Sulak alanın yerinin

tam olarak belirlenemediği durumlarda bölgenin ortalama yüksekliği belirlenen rakım kriterlerinden hangi kriter aralığında kalıyorsa ortalama bir değer belirlenmiştir. Yükseklik farkının kısa mesafelerde yüksek değişim gösterdiği durumlarda sulak alanın tespiti için daha kapsamlı çalışılmıştır. Elde edilen “.kml” dosyasının entegrasyonu yapıldıktan sonra akan sulak alanların verileri çıkarılarak durgun sulak alanları kapsayacak şekilde Arcgis uygulamasında revizyon çalışması yapılmıştır bu sayede rakım verisine ulaşamadığımız alanların yerleri tespit edilerek Google Earth yardımı ile kategorize işlemi yaptığımız kriterler aralığında kalacak şekilde hata paylarına sahip yükseklik verileri elde edilmiştir. Türkiye'nin coğrafi yapısından dolayı Karadeniz bölgesi gibi bazı alanlarda yüksekliklerin kısa mesafelerde ani değişimlerinden dolayı verimli sonuçlar alınabilmesi için sulak alanları konumlarıyla alakalı daha hassas çalışmalar yapılarak yükseklik verilerine o şekilde ulaşılmıştır.

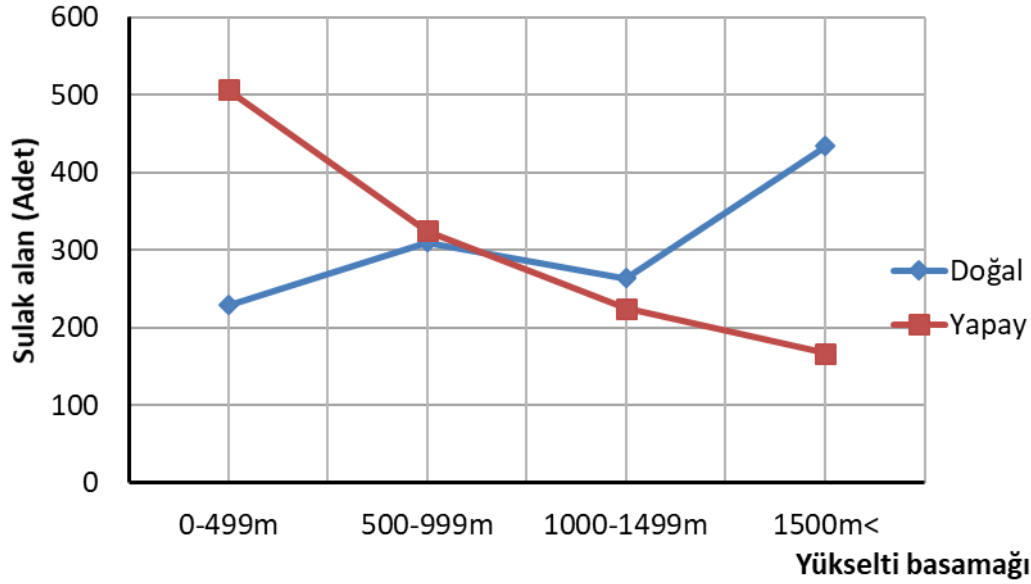
Türkiye'de bulunan durgun sulak alanların tamamı önce oluşumuna göre doğal (karasal ve denizel) ve yapay olarak sınıflandırılmıştır (Ramsar Convention Secretariat, 2018). Ayrıca bu alanlar varsa özel tescilleri Ramsar, ulusal öneme haiz, mahalli öneme haiz alanlar olarak statülerine göre ayrılmıştır. Sulak alanların adetleri yükselti basamaklarına göre (0-500 metre, 501-1000 metre, 1001-1500 metre ve 1500 metre üzeri) gruplandırılmıştır. Yine alanlar büyüklüklerine göre (<1ha, 1-8ha, 8-50ha, 50-100ha ve 100ha) ayrılmıştır. Diğer taraftan Sucul ortamların kalite göstergesi olarak bazı fizikokimyasal parametreler pH, BOİ (mg/L), çözülmüş oksijen (mg/L) ve iletkenlik (uS/cm) değerleri incelenmiştir. Bu veriler veri tabanındaki tüm alanlar için elde edilememiştir. Değerlendirmeye sadece parametreleri ölçülen alanlar dahil edilmiştir.

3. Bulgular

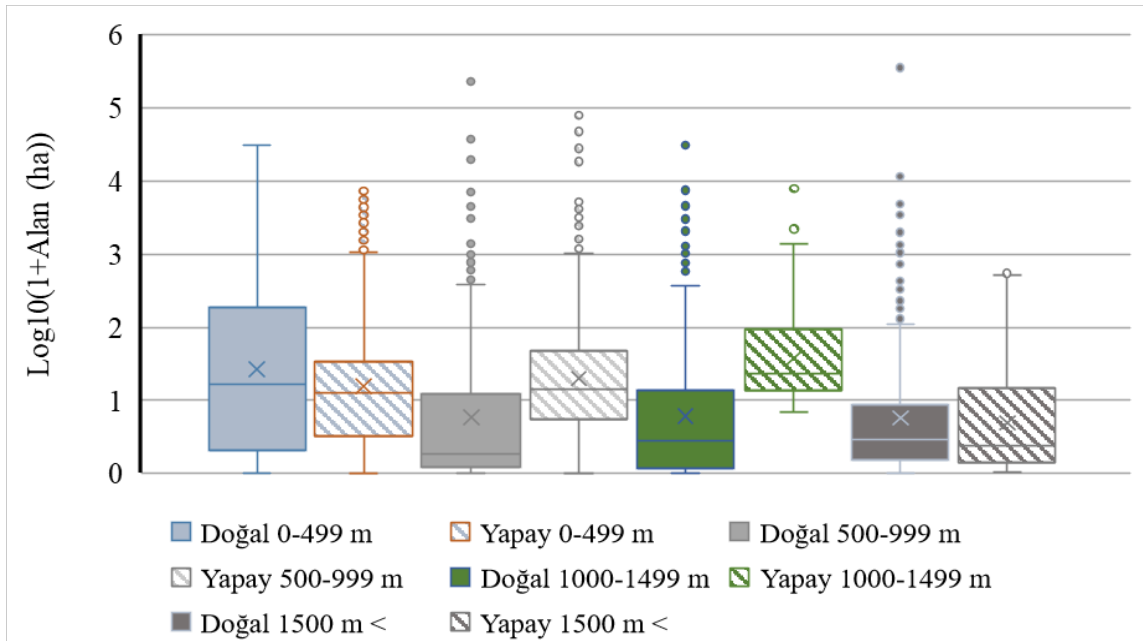
Türkiye'de SAYBİS sisteminde 2021 yılı itibariyle kayıtlı 1159 adeti doğal durgun sulak alan, 78 adeti denizel sulak alan ve 1357 adeti yapay sulak alan olmak üzere toplam 2594 adet sulak alan vardır. Bu alanların toplamı ise 1491936 ha'dır. Ramsar sözleşmesi kapsamında koruma altındaki 14 sulak alanın 9'u doğal karasal iç suyu, 5'i ise denizel tiptedir. HGM kayıtlarına göre Türkiye'de toplamda 44595 adet sulak alan belirlenmiş ve bu alanlar toplam 1213830 ha'dır.

SAYBİS verilerinden yükseltilerine göre Türkiye'de sulak alanların 736 adeti 0-500 m arasındaki, 635 adeti 501-1000 m arasındaki, 621 adeti 1001-1500 m arasındaki yükselti kademesinde ve 602 adeti ise 1500 metreden daha yüksek rakımlı yerlerde olduğu belirlenmiştir. Doğal sulak alanlar yükselti ile pozitif ilişkilidir ($R= 0.82$). Yapay sulak

alanlar ise düşük rakımlı alanlarda daha fazla sayıda inşa edilmiştir (Şekil 1). Sulak alanların ortalaması 0– 500 m aralığında 399 ha, 501– 1000 m aralığında 1016 ha, 1001– 1500 m aralığında 199 ha ve 1500 m’den yüksek alanlarda bulunanlar ise 712 ha olarak belirlenmektedir. Türkiye’de bulunan tüm sulak alanların ortalaması ise 575 ha olarak tespit edilmiştir. Doğal sulak alanların ortalama büyüklüğü rakımla ters orantılıdır. Yapay sulak alanlarda ise orta yükselti basamaklarında ortalama alanları artmaktadır (Şekil 2). Her iki alan tipinde ekstrem değerlerin olması değerlendirme yapmayı güçleştirmektedir.

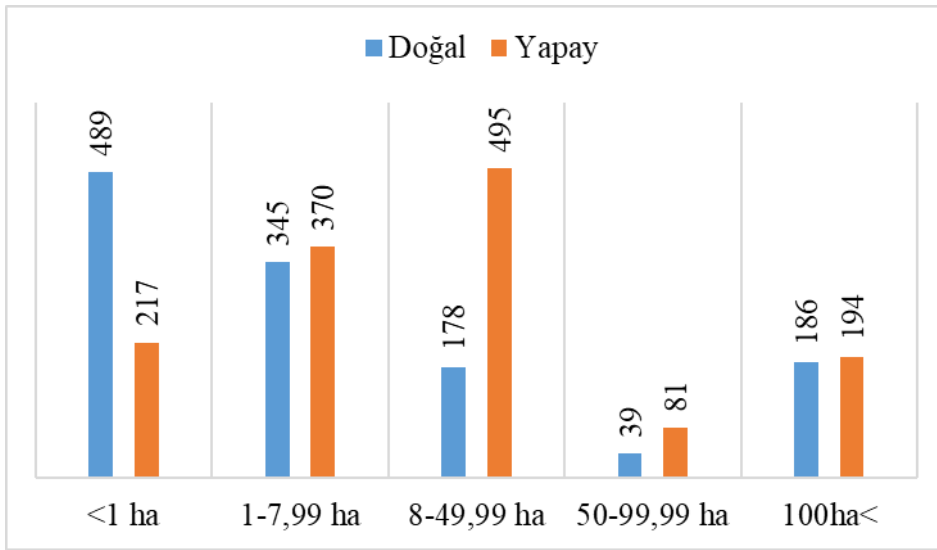


Şekil 1. Türkiye’deki toplam sulak alanların ve doğal sulak alanların yükselti kademelerine göre sayısal dağılımı.



Şekil 2. Türkiye’deki sulak alanların yükselti basamaklarına göre kapladığı ortalama alan.

SAYBİS veri tabanına göre Türkiye'deki sulak alanlardan 706'sı (489'u doğal) 1 ha'dan daha küçük, 715'i (345'i doğal) 1 – 7.99 ha arasında, 673'ü (178'i doğal) 8 – 49.99 ha arasında, 120'si (39'u doğal) 50 – 99.99 ha arasında ve 380'i (186'ı doğal) 100 ha'dan daha büyük alanlara sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Doğal sulak alanların yarısından fazlası (%68) Ramsar tanımına göre 8 ha'dan küçük sürekli göller vasfındadır. HGM verilerine göre ise sulak alanlardan 14 420'i 1 ha'dan daha küçük, 1 397'si 1 – 7.99 ha arasında, 837'si 8 – 49.99 ha arasında, 112'si 50 – 99.99 ha arasında ve 326'sı 100 ha'dan daha büyüktür.



Şekil 3. SAYBİS veri tabanındaki Türkiye'deki sulak alanların alansal gruplara göre adetsel dağılımı.

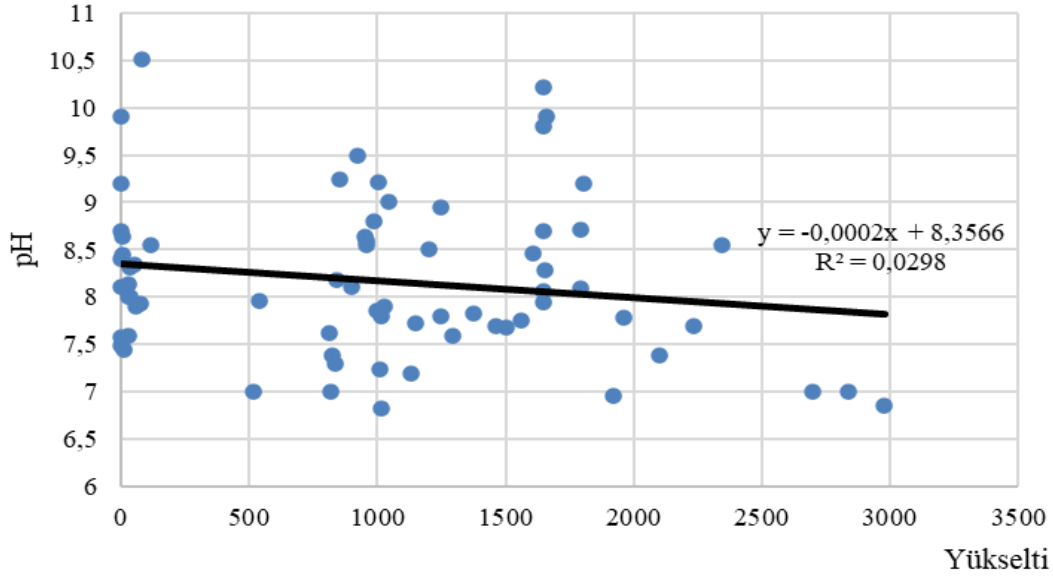
Türkiye 1958 yılında havza bazındaki ilk çalışmalar 1953 yılında kurulan DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) tarafından başlanmıştır. Çalışmalar sonrasında Türkiye toplam 26 adet hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Sulak alanlar, havzaların alanlarına oranlandığında tüm havzalarda ortalama sulak alanı % 0.2 ile % 20 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Sulak alan oranı en yüksek havza Van Gölü havzasıdır. Bir iç deniz büyüklüğündeki Van Gölü sulak alan oranını arttırmıştır. Bu nedenle Van Gölünü değerlendirmeye katmadığımız takdirde büyükten küçüğe sıralandığında Burdur havzası % 8, Akarçay havzası % 6 ve Konya Kapalı Havzası % 5 ile ilk üç sırada bulunmaktadır. Diğer yandan Batı Karadeniz Havzası, Küçük Menderes Havzası ve Doğu Karadeniz Havzası en küçük havzalardır. Doğal sulak alanlar da benzer oranlara sahiptir. Yapay sulak alanların alansal katkısının oranı en yüksek olan havzalar ise Fırat-Dicle (% 0.9), Meriç-Ergene (% 0.7), Seyhan (% 0.7) ve Kızılırmak (% 0.6) havzalarıdır.

Çizelge 1. Türkiye’deki su havzalarında bulunan toplam sulak alanların ve doğal sulak alanların adedi, alansal dağılımları.

Havza	Toplam havza alanı (km ²)	Sulak alan adedi	Doğal sulak alan adedi	Toplam sulak alan (km ²)	Oranı (%)	Toplam doğal sulak alan (km ²)	Oranı (%)
Fırat - Dicle	184918	369	267	2486	1.3	366	0.2
Sakarya	58160	361	208	291	0.5	123	0.2
Marmara	24100	326	85	533	2.2	445	1.8
Kızılırmak	78180	275	106	1126	1.4	634	0.8
Aras	27548	217	127	275	1.0	272	1.0
D. Karadeniz	24077	186	161	68	0.3	23	0.1
Meriç - Ergene	14560	139	10	141	1.0	39	0.3
Yeşilirmak	36114	127	14	176	0.5	52	0.1
Susurluk	22399	79	9	406	1.8	371	1.7
Batı Karadeniz	29598	64	41	47	0.2	27	0.1
Ceyhan	21982	52	13	282	1.3	163	0.7
B. Menderes	24976	51	16	273	1.1	230	0.9
Gediz	18000	45	10	241	1.3	177	1.0
Batı Akdeniz	20953	44	30	150	0.7	146	0.7
Konya Kapalı	53850	42	20	2543	4.7	2506	4.7
D. Akdeniz	22048	38	8	158	0.7	85	0.4
Burdur	6374	36	13	506	7.9	484	7.6
Kuzey Ege	10003	32	19	32	0.3	19	0.2
Van Gölü	19405	27	25	3861	19.9	3859	19.9
Çoruh	19872	20	11	61	0.3	8	0.0
Antalya	19577	20	17	535	2.7	498	2.5
Asi	7796	17	12	21	0.3	7	0.1
K. Menderes	6907	11	10	12	0.2	11	0.2
Seyhan	20450	11	3	262	1.3	116	0.6
Akarçay	7605	5	2	433	5.7	424	5.6
Toplam	779452	2594	1237	14919	2.3	11085	2.1

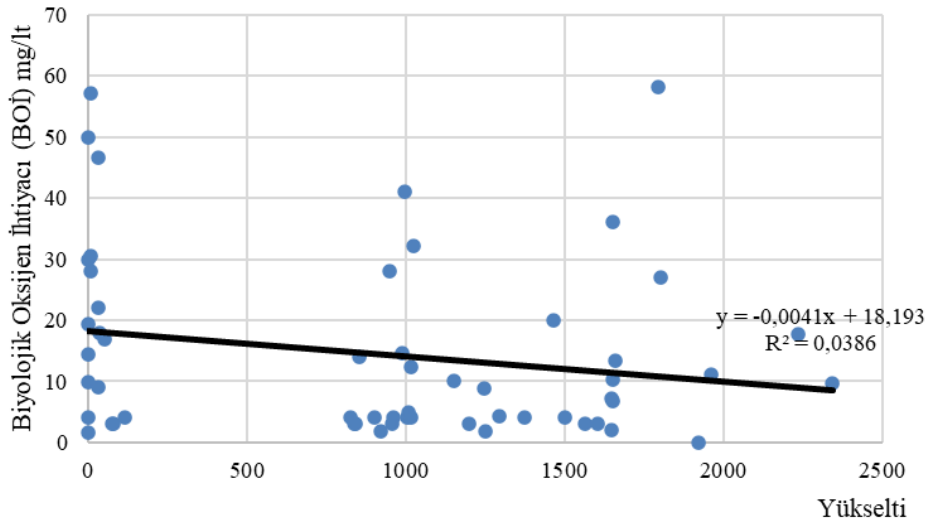
3.1. Fizikokimyasal Su Parametrelerine Göre Sulak Alanlar

SAYBİS’e kayıtlı sulak alanlardan 71 adet sulak alanın pH verisi bulunmaktadır. Ülkemizde sulak alanların pH değeri 6.85-10.51 arasında ölçülmüştür. Genel olarak pH 7’nin üstünde olup bazik karakterdedir. Yükselti ile sulak alanların pH değeri arasında zayıf negatif ilişki bulunmaktadır (Şekil 4).



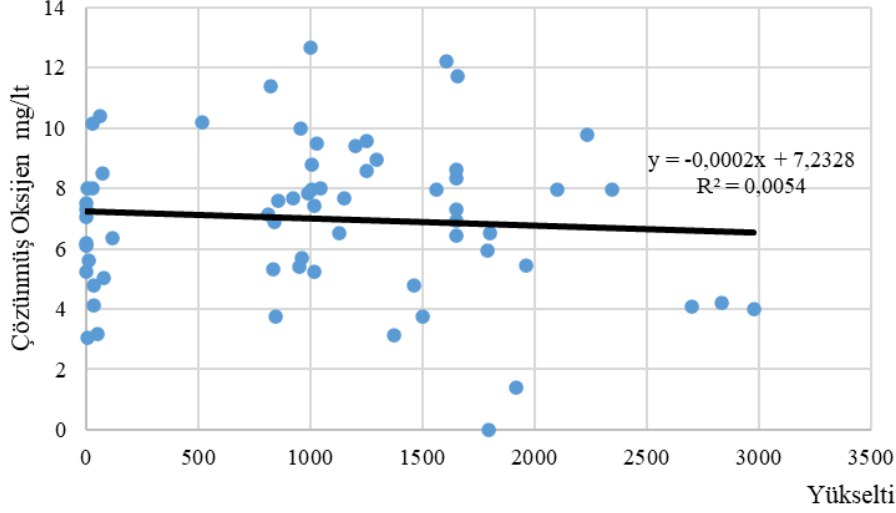
Şekil 4. Türkiye’deki sulak alanların yüksekliğe göre pH değerleri.

Toplam 57 adet sulak alanın BOİ değeri ölçülmüştür. Yükselti ile BOİ zayıf negatif ilişkilidir. Düşük rakımlı alanlarda BOİ görece daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Türkiye’deki sulak alanların yüksekliğe göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) değerleri.

Sulak alanlarımızdan 65 tanesinin Çözünmüş Oksijen (mg/L) verisi sisteme kayıtlıdır. Çözünmüş Oksijen değeri girilmiş olanların ortalaması ise 10,24 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 6). Yükselti ile Çözünmüş Oksijen zayıf negatif ilişkilidir.



Şekil 6. Türkiye’deki sulak alanların yüksekliğe göre Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerleri.

4. Tartışma ve Sonuç

Harita Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemizde toplam 44 595 adet, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü verilerine göre ise ülkemizde toplam 2 594 adet sulak alan vardır. İki farklı veri tabanındaki farklılığın büyük çoğunluğu sulak alanların tanımlanmasından ve teknik sınıflandırılmasından kaynaklanmaktadır. İlgili kurum vejetasyon boyunca su bulunmayan yani sadece yağış dönemlerinde su bulunan alanları veri tabanına sulak alanlar olarak dahil etmiştir. Harita Genel Müdürlüğü’nün sahip olduğu verilerde birçok sulak alanın 1 ha ve daha küçük sulak alanlar olduğu, diğer taraftan büyük alanlarda ise parçalar halinde farklı sulak alan olarak tanımlamıştır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ise bu sulak alanları bir bütün olarak inceleyerek daha verimli bir veri kaynağını bizlere sunmaktadır. İki veri tabanından elde edilen sonuçlar doğrultusunda doğru ve kullanışlı bilgilerin Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün sistemi olan SAYBİS’te bulunmaktadır. Ancak iki kuruma ait veri tabanlarının birleştirilmesi ve birbirinin eksikliklerini tamamlayarak bütünsel bir veri bankasının oluşturulması gereklidir.

Türkiye’deki sulak alanların yarısı 8 ha’dan daha küçük alanları kaplamaktadır ve bu sulak alanların neredeyse 450 adedi 1500 metreden daha yüksek alanlarda yer almaktadır. Türkiye’nin topografik yapısının engebeli olması nedeniyle yüksek alanlarda küçük fakat sayıca fazla sayıda sulak alan barındırdığı, deniz seviyesine yakın olan sulak alanların ise daha büyük alanlara yayılmakla birlikte sayıca daha azdır. Doğal sulak alanların sayılarının alanlar büyüdükçe azaldığı, yapay sulak alanların sayılarının ise alanlar büyüdükçe arttığı tespit edilmiştir. Bu da tekrardan Türkiye’nin sulak alanlara ve su kontrolüne verdiği önemin bir özeti olarak büyük alanlarda yapılan su kontrol çalışmalarının bir sonucudur.

Türkiye'deki sulak alanların içinde buldukları hidrolojik havza alanlarına oranlandığında çıkan sonuca göre en fazla sulak alanın bulunduğu üç havzanın yıllık ortalama yağış miktarı ortalama 385 mm olarak tespit edilmişken en az sulak alanın bulunduğu üç havzada ise yıllık ortalama yağış miktarı 750 mm olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda Türkiye'deki hidrolojik havzaların içinde buldukları yapay sulak alanlar incelendiğinde havzalardaki ortalama yapay sulak alan oranının % 0.3 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan yatırımlar sonucu en fazla yapay sulak alanın Mezopotamya bölgesini kapsayan Fırat ve Dicle havzasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre her ne kadar yıllık yağış miktarı ortalama 600 mm olsa da Güneydoğu Anadolu bölgesinde lokal olarak yaşanan yağış miktarı azlığı sebebiyle bölgeye yapılan yatırımlar fazladır.

Sulak alan kavramı ve tanımı ülkemizde henüz sağlıklı bir zemine oturmamıştır. Dünyada da benzer karmaşa devam etmektedir. Sulak alan tanımındaki farklılıklar kavramın daha iyi anlaşılmasında ve yönetilmesinde zorluklar oluşturmaktadır (Finlayson ve Valk, 1995). Ulusal düzeyde bile tüm sulak alan bilim insanları ve yöneticiler için kabul edilebilir bir sınıflandırma geliştirmek zordur (Cowardin ve Golet, 1995; Finlayson ve Valk, 1995). En bilinen ve kabul gören Ramsar sulak alan tanımıdır. Yine diğer kabul gören sınıflandırmalardan birisi de Cowardin (1979) tarafından ABD için geliştirilen sistemdir. Bu sistem Cowardin ve Golet (1995) tarafından açıklanmıştır. Temel olarak, sulak alanları bir dizi su rejimi, su kimyası ve topraktaki etkisi ile birlikte sistemlere, alt sistemlere, sınıflara ve alt sınıflara ayırmıştır. Bu kavramların uluslararası düzeyde her toplum için anlaşılır olarak tanımlanması gerekir (Finlayson ve Valk, 1995). Uluslararası öneme sahip olan sulak alanlar için ortak yönetim anlayışının önündeki engellerden birisi ortak kavramların kullanılmamasıdır.

Türkiye'de sulak alanların korunması için hazırlanan yasal düzenlemeler uluslararası sözleşmelerin etkisiyle hazırlanmıştır. Ramsar sözleşmesine ülkemiz 1993 yılında taraf olmuş ve 2005 yılındaki Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği bu kapsamda hazırlanmıştır. Ayrıca Ulusal Sulak Alan komisyonu aracılığı ile özellikli sulak alanlara çeşitli koruma statüleri verilmiştir. Halihazırda 14 Ramsar Alanı ve 135 Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan tescil edilmiştir. Sulak alanların sürdürülebilir yönetimi için yerel toplulukların ve ilgili paydaşların katılımı da önemlidir. Toplumun bu alanlara sahip çıkması ve sürdürülebilir turizm, avcılık ve balıkçılık gibi faaliyetlerin teşvik edilmesi, sulak alanların korunmasına yardımcı olacaktır. İklim değişikliği, deniz seviyelerinin yükselmesi ve kuraklık gibi faktörler de sulak alanları etkilemektedir. Bu tehditler, sulak alanlarda

yaşayan canlı türlerin soyunun tükenmesine ve ekosistem işlevlerinin bozulmasına neden olabilir.

Sulak alanların sağladığı doğrudan ve dolaylı fayda modellemeleri bilim insanlarının yanı sıra araziyi yönetenlere veya siyasilere sulak alanları korumalarıyla alakalı önemli argümanlar sağlamıştır (Ameli ve Creed, 2019; Evenson ve ark., 2018). Biyolojik çeşitliliğe katkısı olan sulak alan ekosistemleri sürdürülebilirlik açısından önemli bir role sahiptir. Dünyada sulak alanlar üzerinde bozulma ve daralmalar söz konusudur (Ruaro ve Laurance, 2021).

Küresel ölçekte sulak alan kayıpları kesin olarak hesaplanamamakla birlikte dünyadaki sulak alanların %50'sinden fazlasının yitirildiği bilinmektedir (Hu ve ark., 2017). Türkiye'de kurutulan sulak alanlar tahmini olarak 190.000 hektarın üzerindedir. 1986 yılına kadar devam eden bu çalışmalar neticesinde Van Gölü'nün yarısından fazla bir alana eşdeğer sulak alan tahrip edilmiş ve kurutulmuştur. Türkiye bol su varlığına sahip gözükken bir ülke olarak görülmekle birlikte aslında kullanım açısından su fakiri bir ülkedir (Kayaer ve Çiftçi, 2018). Türkiye'de bulunan sulak alanların adet olarak hemen hemen yarısından fazlası yapay sulak alanlardır. Bunun temel nedeni ihtiyaç duyulan ve iklim değişikliğiyle de suya artan talebi karşılamak için suyun yapay alanlarda tutulmasıdır. Yapay sulak alanların sayısı doğal sulak alanların sayısından fazla olsa da Türkiye'de toplam sulak alanların alansal olarak %74'ü doğaldır. Mevcutta varolan su kaynaklarını muhafaza etmek yeni su kaynakları oluşturmaktan önemlidir. Ayrıca mevcudun korunması daha ekonomiktir.

Kaynaklar

- Ameli, A. A., & Creed, I. F. (2019). Does Wetland Location Matter When Managing Wetlands for Watershed-Scale Flood and Drought Resilience? *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 55(3), 529-542.
<https://doi.org/10.1111/1752-1688.12737>
- Anderson, J. T., & Smith, L. M. (1999). Carrying capacity and diet habitat use of managed plays wetlands by non-breeding waterbirds. *Wildlife Society Bulletin*. 27 (2): 281-291.
- Barbier, E. (1993). Sustainable Use of Wetlands Valuing Tropical Wetland Benefits: Economic Methodologies and Applications. *The Geographical Journal*, 159(1), 22-32. doi:10.2307/3451486
- Barbier, E. B. (2011). Wetlands as natural assets. *Hydrological Sciences Journal*, 56(8), 1360-1373. <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.629787>

- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, (6630), 253-260.
- Cowardin, L. M. (1979). *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior.
- Cowardin, L. M., & Golet, F. C. (1995). US Fish and Wildlife Service 1979 wetland classification: A review. *Vegetatio*, 118(1-2), 139-152. <https://doi.org/10.1007/BF00045196>
- Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941.
- Evenson, G. R., Golden, H. E., Lane, C. R., McLaughlin, D. L., & D'Amico, E. (2018). Depressional wetlands affect watershed hydrological, biogeochemical, and ecological functions. *Ecological Applications*, 28(4), 953-966. <https://doi.org/10.1002/eap.1701>
- Finlayson, C. M., & Valk, A. G. (1995). Wetland classification and inventory: A summary. *Vegetatio*, 118(1-2), 185-192. <https://doi.org/10.1007/BF00045199>
- Hu, S., Niu, Z., Chen, Y., Li, L., & Zhang, H. (2017). Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status. *Science of the total Environment*, 586, 319-327.
- Kayaer, M., & Çiftçi, S. (2018). 'Su Sorunu' ve Türkiye'nin Tatlısu Potansiyeli Çerçevesinde Türkiye'nin Sınırtaşan Sularının Stratejik, Etik ve Hukuki Boyutlarının Değerlendirilmesi. *Pesa Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 386-404.
- Keddy, P. A. (1983). Freshwater wetlands human-induced changes: indirect effects must also be considered. *Environmental Management*, 7(4), 299-302.
- Keddy, P. A. (2010). *Wetland Ecology*. Cambridge University Press., <https://doi.org/10.1017/CBO9780511778179>
- Larson, J. S., Mueller, A. J., & MacConnell, W.P. (1980). A model of natural and man-induced changes in open freshwater wetlands on the Massachusetts coastal plain. *Journal of Applied Ecology*, 17, 667-673.
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B., & Chen, J. (2010). Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, 30(1), 15-27.
- Mazzotti, F. J., Hughes, N., & Harvey, R. G. (2007). Why do we need environmental monitoring for Everglades restoration? *Institute of Food and Agricultural Sciences Publication Number WEC*, 241, 1-3.

- Mistry, J., Berardi, A., & Simpson, M. (2008). Birds as indicators of wetland status and change in the North Rupununi. Guyana. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2383.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25-33.
[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8).
- Ramsar Convention Secretariat (2018). *The Ramsar Convention Manual: A Guide to the Convention on Wetlands*.
- Ruaro, R., & Laurance, W. F. (2021). Pending bill could devastate Brazil's Serra do Divisor National Park. *Nature Ecology & Evolution*, 6(2), 120-121.
<https://doi.org/10.1038/s41559-021-01632-8>
- Shine, C., & Klemm, C. (1999). *Wetlands. Water and the Law. Using law to advance wetland conservation and wise use – IUCN. Gland. Switzerland. Cambridge. UK and Bonn. Germany*.
- Taft, O. W., Colwell, M. A., Isola, C. R., & Safran, R. J. (2002). Waterbird responses to experimental drawdown: implications for the multispecies management of wetland mosaics. *Journal of Applied Ecology*, 39(6), 987-1001.
- Van Asselen, S., Verburg, P. H., Vermaat, J. E., & Janse, J. H. (2013). Drivers of Wetland Conversion: a Global Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 8(11), e81292.
- Weller, M. W. (1988). Issues and approaches in assessing cumulative impacts on waterbird habitat in wetlands. *Environmental Management*, 12(5), 695-701.
- Zorrilla-Miras, P., Palomo, I., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Lomas, P. L., & Montes, C. (2014). Effects of land-use change on wetland ecosystem services: A case study in the Doñana marshes (SW Spain). *Landscape and Urban Planning*, 122, 160-174.

Determination of Some Physical Properties of Oil Heat Treated Oriental Beech Wood

Yağlı Isıl İşlem Uygulanmış Doğu Kayını Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

 Çağlar ALTAY^{1*},  Davut ÇİFTÇİ²

Abstract

In this study, some physical properties of wood heat treated with vegetable oil were examined. In the study, Oriental Beech (*Fagus Orientalis* L.) wood was used as the testing material and corn oil was used as the vegetable-based oil. In the study, oil heat treatment temperatures and times were carried out at 150 °C and 210 °C for 2.5 hours and 5 hours, respectively. After oil heat treatment, the physical properties of the wood samples, such as oven-dry and air-dry density and water uptake percentages, were detected according to TS ISO 13061-2 2472 standard. According to the data obtained, the oven-dry and air-dry densities of the oil heat treated samples increased compared to the control samples. Among the oil heat treated samples, the highest oven-dry density value was determined in the samples heat treated at 150 °C for 2.5 hours. Besides; Among the oil heat treated samples, the highest air dry density value was obtained in the samples heat treated at 210 °C for 2.5 hours. In the study, according to the water uptake test results, oil heat treated samples had lower water uptake compared to control samples. Additionally, after a 120-hour water uptake period; While the lowest water uptake, 49.94%, was determined in the samples subjected to oil heat treatment at 150 °C for 5 hours, the highest water uptake was determined in the control samples, with 80.51%. In summary, the oil heat treatment method with corn oil was effective in reducing water uptake of wood material.

Keywords: Oil heat treatment, physical properties, oriental beech wood, corn oil

Özet

Bu çalışmada bitkisel yağ ile yağlı ısıtma işlemi uygulanan odunun bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada deneme materyali olarak Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) odunu ve bitkisel esaslı yağ olarak mısırözü yağı kullanılmıştır. Çalışmada yağlı ısıtma sıcaklık ve süreleri sırasıyla 150 °C ve 210 °C'de 2,5 saat ve 5 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Yağlı ısıtma uygulamasından sonra ahşap örneklerinin TS ISO 13061-2 2472 standardına göre tam kuru ve hava kurusu yoğunluğu ve su alma yüzdeleri gibi fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre yağlı ısıtma uygulanan örneklerin tam kuru ve hava kurusu yoğunlukları, kontrol örneklerine göre artış göstermiştir. Yağlı ısıtma gören örnekler arasında en yüksek tam kuru yoğunluk değeri 150 °C'de 2.5 saat ısıtma gören örneklerde belirlenmiştir. Bunun yanında; yağlı ısıtma gören örnekler arasında en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri 210 °C'de 2.5 saat ısıtma gören örneklerde elde edilmiştir. Çalışmada, su alma testi sonuçlarına göre, yağlı ısıtma gören örneklerde kontrol örneklerine kıyasla daha düşük su alımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 120 saat su alma periyodu sonrası; en düşük su alımı %49.94 ile 150 °C'de 5 saat yağlı ısıtma gören örneklerde belirlenirken, en yüksek su alımı %80.51 ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Özetle mısır özü yağı ile yağlı ısıtma yöntemi ağaç malzemenin su emilimini azaltmada etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yağlı ısıtma işlemi, fiziksel özellikler, doğu kayını odunu, mısır özü yağı

1. Introduction

Wood material have been used and in demand since the earliest periods of history. It is a biologically sustainable material that is still used in many sectors today. It is used both indoors and outdoors as a building element and decoration element. Wood material; In addition to many positive features such as natural, organic, wide color, texture and size variety, superior aesthetic and acoustic properties, recycling feature, not causing any harm to the environment in terms of production, thermal insulation and being a renewable resource compared to other materials, it also has some negative features (Gökmen, 2017). Various methods have been developed to eliminate these negative features These methods; acetylation, methods made with various chemicals, mechanical methods (such as plywood production), protective methods applied only to the upper surface are grouped under many titles (Epmeier et al., 2004). However, impregnation methods used to increase the biological strength of solid wood material and chemicals with toxic content used in this field have begun to give way to environmentally friendly methods due to the damage they cause to the environment today.

Nowadays, some heat treatment methods have begun to be used more frequently instead of these methods. While applying these methods, hot air, water vapor, an inert gas (nitrogen gas) or hot oil are used as heat carriers. Oil Heat Treatment (OHT) applied in Germany is a method that uses vegetable oil. It is a technique that distinguishes itself from others with this feature. OHT, a combination of heat treatment and oil impregnation, has emerged as a necessary method to improve the properties of wood material (Sailer et al., 2000). After heat treatment, while there is a weight loss in wood material in other methods, it has been reported that weight gain occurs in the OHT method due to the oil uptake of the wood. The color of the wood darkens and its smell changes. It is easier to process with machines. Its biological durability increases (Epmeier et al., 2004; Korkut and Kocaeffe, 2009). Industrial vegetable oils used for heat treatments include flaxseed, rapeseed, palm, soybean and coconut (Welzbacher and Rapp, 2005; Wang and Cooper, 2005). Considering that many vegetable oils have boiling points higher than 260°C, some of them may be appropriate as heat transfer medium for thermal modification (Gunstone, 2002). Wood products' improved qualities are the result of chemical changes in the wood, and the degree of these changes is contingent upon the temperature, processing time, and type of wood used (Hill, 2007). Vegetable oils such as sunflower, palm, coconut, soybean and rapeseed oil are non-toxic and relatively affordable. Oils that do not break down when exposed to oxygen in

the atmosphere can oxidize, creating a protective layer on the wood material (Hyvonen et al, 2007; Temiz et al, 2008).

Furthermore, as the mass loss in wood material increases, the density and equilibrium moisture content of the wood material decrease and it absorbs less water (Bal, 2013; Esteves and Pereira, 2009). In studies conducted according to the OHT method in hot oil; At the end of the process, weight gain occurs due to fat uptake. In the OHT method, as the processing temperature increases, the weight gain (oil uptake) decreases (Sailer et al., 2000; Kumar et al., 2012; Sidorova 2008). The increase in water repellency during the oil refining stage does not only depend on the properties and type of the oil. In addition, it depends on the processing time, the refining temperature of the oil and the rate of oil retained in the wood. Longer processing times, higher processing temperatures and greater oil retention increase water repellency (Wang and Cooper, 2005). In the study conducted by Can and Sivrikaya, (2016) it was found that fir samples impregnated with tall oil took 38.58% less water in the 72 hours water uptake tests of the impregnated samples. In parallel with the increase in Tall oil concentration, water uptake decreased. In addition, in this study, the formation of an emulsion of tall oil with water showed more effective results (Can and Sivrikaya, 2016). The water-repellent activity of oils is parallel to the oil concentrations in wood. Better water-repellent effectiveness is achieved by increasing the concentration in oil treatment, which reduces water uptake by filling the cell gaps. Similar results have been revealed in literature studies. 74%-86% water repellent effectiveness was achieved in oil impregnation processes (Sivrikaya et al., 2016). Hofland and Tjeerdsma (2005) and Hyvonen et al. (2005) found that heat treatment of wood with tall and rapeseed oils reduced water uptake. It can be explained that, as a non-swelling chemical material, the molecule size of flaxseed oil is too large to penetrate the cell wall. Therefore, during the oil absorption phase, most of the oil is located in the cell lumen (Hill, 2007). It has been determined that when the oils dry during heat treatment, they form an outer shell and this water-repellent oil penetrates into the wood. (Wang, 2007). Bal, (2016) treated Taurus fir wood with hot vegetable oil at temperatures of 160 °C, 180 °C, 200 °C and 220 °C. After the process, some physical properties of the wood such as weight gain, density, tangential swelling, radial swelling and volumetric swelling were determined. According to the findings; It has been determined that weight gain and other physical properties decrease as temperature increases. Bal and Ayata (2021) examined poplar (*Populus nigra*) wood samples at 180 °C, 200 °C and 220 °C heat treatment in vegetable oil for 2 hours. Then, the effects of heat treatment on water uptake percentages

were examined. According to the data obtained, it was determined that the percentage of water uptake decreased in all heat-treated samples compared to the control group.

In this study, it was aimed to determine the air and oven-dry densities and water uptake changes of Oriental Beech wood subjected to oil heat treatment using vegetable oil (corn oil). In addition, comparison results regarding the physical properties of wood subjected to oil heat treatment and those of untreated wood were made, as well as an evaluation of the effect of the applied treatment on these properties. As a result of this evaluation, it is aimed to both extend the lifespan of wood and contribute to the country's economy and nature by reducing the water absorption of wood materials used especially in outdoor weather conditions.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Preparation of wood samples

In study, Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.) wood was chosen as the test material. These wood samples were obtained as first class material from the timber yard exposed to natural drying conditions. Furthermore, in providing samples, sapwood parts were selected that were free of knots, cracks, smooth fibers, and not damaged by fungi or insects. For oven and air-dry densities and water uptake tests, Oriental Beech samples were cut radially, tangentially and longitudinally into rectangles of 20 mm x 20 mm x 20 mm.

Vegetable Oils

Corn oils were utilized as vegetable oils in this investigation. Oil extracted from the wheat germ of maize is known as corn oil. In general, corn oil is cheaper than many other vegetable oils. Corn oil is also a key element used in making biodiesel. Corn oil has other industrial uses in the production of soaps, ointments, paints, textiles, nitroglycerin, rust inhibitors for metal surfaces, and insecticides. Corn oil contains 56% polyunsaturated fat, 31% monounsaturated fat and 13% saturated fat. In addition, corn oil contains high amounts of polyunsaturated fatty acids instead of saturated fats (Anonymous, 2024).

2.2. Methods

Treatment process

The samples were dried in an oven at $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ until they reached a consistent weight in preparation for oil heat treatment. After this period, samples were transferred and immersed in a heated oil bath at $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, and $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 2.5 h, and 5 h at each defined temperature, respectively. During heat treatment of samples, the oil bath was covered and after the oil heat treatment, the samples were wiped and cooled (Hao et al., 2021).

Oven-dry density test

The oven-dry density of the test samples was applied according to the TS ISO 13061-2 2472 (TS ISO, 2021) standard. It was necessary to dry the test samples at $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ until they attained a consistent weight. After allowing the samples to cool, their diameters were measured using a fine calliper with a resolution of 0.01 mm, their volumes were approximated using the stereo metric method, and their weights were recorded on an analytical balance with a possible 0.01 g. Then, the oven-dry density values of the samples were determined using formula 1.

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

In this section;

δ_0 = Oven-dry density (g/cm^3)

M_0 = Oven-dry weight of samples (g)

V_0 = Oven-dry volume of samples (cm^3)

Air-dry density test

The air-dry density values of the test samples were computed using TS ISO 13061-2 2472 (TS ISO, 2021). Test samples were maintained in the cabinet at 65% relative humidity and $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until they stabilized in weight. The dimensions were measured with a caliper with an accuracy of 0.01 mm, the volumes were computed using the stereometric method, and the air-dry density was computed. All of these measurements were made using an analytical balance. Formula 2 was used when calculating air-dry density values.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} (\text{g/cm}^3) \quad (2)$$

In this formula;

δ_{12} = Air-dry density (g/cm³)

M_{12} = Air-dry weight of wood samples (g)

V_{12} = Air-dry volume of wood samples (cm³)

Water uptake test

In a room environment, the samples were held in distilled water for 2, 8, 24, 48, 72, 96 and 120 hours, respectively. After each soaking interval, samples were removed from the water, patted dry with paper, and then weighed. As a result, the WA of each sample was calculated using formula 3.

$$W_A = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (4)$$

In this section;

W_A = Water uptake (%),

W_2 = Wet weight of the wood samples after wetting with water (g),

W_1 = Initial dry weight (g)

Statistical evaluation

After the test results were acquired, the SPSS computer assessed the variance analysis and Duncan test, which was covered at a 95% confidence level. Homogeneity groups (HG) were subjected to statistical analyses, where different letters denote statistical significance.

3. Results and Discussions

3.1. Oven-dry density test

The oven-dry density values of corn oil heat treated Oriental Beech samples are given in Table 1.

Table 1. The oven-dry density values of the Oriental Beech samples.

Samples	Oven-dry density (g/cm ³)	Standard deviation	Homegeneity groups	Increase compared to control samples (%)
Control	0.661	0.05	A	-
150 °C/2.5 hours	0.832	0.04	C	+25.90
150 °C/5 hours	0.746	0.05	B	+12.60
210 °C/2.5 hours	0.795	0.02	C	+20.30
210 °C/5 hours	0.803	0.03	C	+21.48

The oven-dry density values of corn oil heat treated wood were increased compared to the control samples. While the minimum oven-dry density values were obtained in control samples (0.661 g/cm^3), the maximum oven-dry density value was detected in samples that were oil heat treated at $150 \text{ }^\circ\text{C}$ for 2.5 hours (0.832 g/cm^3). A statistically significant difference was found between the control samples and the oil heat treated samples at 95% confidence interval. While the oven-dry density values of the samples decreased as the heat treatment time increased in the samples subjected to oil heat treatment at $150 \text{ }^\circ\text{C}$, the oven-dry density values of the samples increased as the heat treatment time increased in the samples subjected to oil heat treatment at $210 \text{ }^\circ\text{C}$. Var et al. (2021) sought to ascertain the oven-dry density values of Red pine treated with hot-cold bio-oil. The findings showed that the test samples' densities rose by 40,38 % to 78,85 %. In our study, the findings we obtained due to the oil heat treatment method increasing the oven-dry density value of the samples are similar to those of Var et al. (2021) is consistent with. Okon et al. (2018) found that the oven-dry density of *Cunninghamia lanceolata* wood heated with oil increased to 75 % during the first stage of treatment due to oil uptake, but then decreased as the temperature and treatment time increased. They clarified that the decrease in density is caused by the pyrolysis and degradation of the cell wall polymers during oil heat treatment. In our study, the oven dry density value of the samples subjected to oil heat treatment at $150 \text{ }^\circ\text{C}$ for 2.5 hours first increased compared to the control, and then as the heat treatment time increased, the oven- dry density values decreased. In summary, the findings we obtained from samples subjected to oil heat treatment at $150 \text{ }^\circ\text{C}$ are consistent with Okon et al. (2018) supports the findings. Var and Demir (2020) aimed to determine the oven and air dry densities effect of hot-cold bio-oil process on wood material prepared from red pine wood. In the study, castor oil (*Ricinus communis* L.), linseed oil (*Oleum linii*), mixed oil (castor oil + linseed oil) and red pine (*Pinus brutia* Ten.) sapwood were used. Wood samples were treated with hot ($110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) oil for 6 hours and then cold ($23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) oil for 2 hours. According to their results, the density of the test samples increased by 40.38%-78.85% compared to the control. Dubey et al. (2016) revealed that the density of *Pinus radiata* wood after heat treatment with oil was at a higher level than the untreated control group. In the results found from our study, our results were compatible to the results obtained by Var and Demir (2020) and Dubey et al. (2016), as the oil heat-treated samples gave higher oven-dry density values than the control samples.

3.2. Air-dry density test

The air-dry density values of corn oil heat treated Oriental Beech samples are given in Table 2.

Table 2. The air-dry density values of the Oriental Beech samples.

Samples	Air-dry density (g/cm ³)	Standard deviation	Homogeneity groups	Increase compared to control samples (%)
Control	0.654	0.04	A	-
150 °C/2.5 hours	0.803	0.03	B	+22.80
150 °C/5 hours	0.806	0.04	B	+23.20
210 °C/2.5 hours	0.840	0.04	B	+28.40
210 °C/5 hours	0.801	0.05	B	+22.50

When compared to the control samples, the samples that underwent oil heat treatment with maize oil had higher air-dry density values. The samples that underwent oil heat treatment at 210 °C for 2.5 hours had the maximum air-dry density value of 0.840 g/cm³, whereas the control samples had the minimum air-dry density values (0.654 g/cm³). Between the oil heat-treated samples and the control samples, a statistically significant difference was discovered at 95% confidence interval. While the air-dry density values of the samples increased as the heat treatment time increased in the samples that were oil heat treated at 150 °C, the air-dry density values of the samples decreased as the heat treatment time decreased in the samples that were oil heat treated at 210 °C. In addition, no statistically significant difference was found between the oil heat treated samples. Bayraktar and Pelit (2022) applied the oil treatment method with linseed oil to Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and Beech (*Fagus sylvatica* L.) wood samples and subjected them to heat treatment at 3 different temperatures (170 °C, 190 °C and 210 °C). According to the research results, the air-dry density of oil heat treated samples increased compared to control samples. Var and Demir (2020) aimed to determine the oven and air dry densities effect of hot-cold bio-oil process on wood material prepared from red pine wood. In the study, castor oil (*Ricinus communis* L.), linseed oil (Oleum linii), mixed oil (castor oil + linseed oil) and red pine (*Pinus brutia* Ten.) sapwood were used. Wood samples were treated with hot (110 °C ± 2 °C) oil for 6 hours and then cold (23 °C ± 2 °C) oil for 2 hours. According to their results, the density of the test samples increased by 40.38%-78.85% compared to the control. In the results obtained from our study, our results were compatible to the results obtained by Bayraktar and Pelit (2022) and, Var and Demir (2020), as the oil heat-treated samples gave higher oven-dry density values than the control samples.

3.3. Water uptake test

The water uptake values of the Oriental beech samples oil heat treated with corn oil are given in Table 3 and Figure 1.

Table 3. The water uptake values of the Oriental Beech samples.

Samples	Water uptake values (%)													
	After 2 hours	H.G.	After 8 hours	H.G.	After 24 hours	H.G.	After 48 hours	H.G.	After 72 hours	H.G.	After 96 hours	H.G.	After 120 hours	H.G.
Control	42.65	B	53.95	C	59.92	B	64.88	B	72.89	C	77.61	B	80.51	B
150 °C/2.5 hours	21.25	A	31.39	B	37.49	A	43.06	A	48.69	B	53.36	A	54.85	A
150 °C/5 hours	16.26	A	25.60	A	33.74	A	39.51	A	39.67	A	48.68	A	49.94	A
210 °C/2.5 hours	17.66	A	26.97	AB	34.04	A	38.61	A	44.28	AB	49.33	A	51.05	A
210 °C/5 hours	18.52	A	28.66	AB	35.89	A	39.55	A	44.86	AB	48.83	A	50.03	A

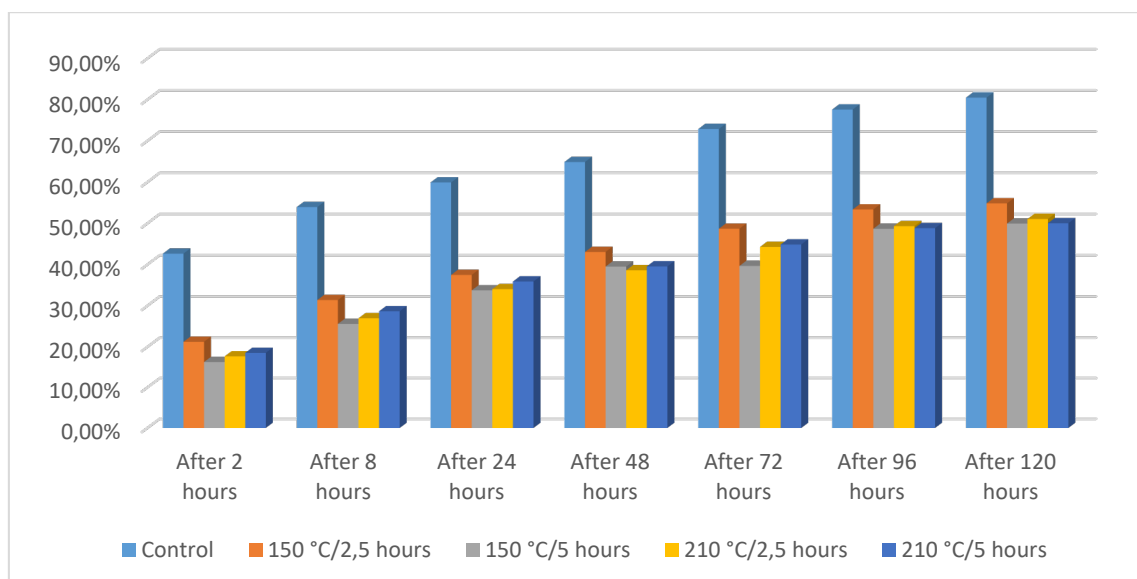


Figure 1. The water uptake rates.

During all water uptake periods, control samples absorbed more water than the samples treated with corn oil. In addition, a statistically significant difference was observed between the control samples and the oil heat-treated samples at all water uptake periods, with a 95% confidence interval. It is well known that oil heat treatment is effective in improving the dimensional stability of wood (Lee et al., 2018). Among the oil heat treated samples, the highest water uptake in all periods was determined in the oil heat treated samples at 150 °C for 2.5 hours. In addition, no statistically significant difference was found between the samples treated with oil heat treated after all other water uptake periods except after the 72-hours water uptake period. After the 72-hours water uptake period, a statistically

significant difference was detected between the samples treated with oil heat treatment for 2.5 hours at 150 °C and the samples treated with 5 hours at 150 °C oil heat treatments. After the 120-hour water uptake period, the water uptake rate of the control samples reached 80.51%. Furthermore, the lowest water uptake rate, 49.94%, was determined in the samples subjected to oil heat treatment at 150 °C for 5 hours. The water uptake rates of oil heat treated samples decreased between 31.87% and 37.97% compared to the control samples. Kaya, (2023) impregnated wood samples with linseed oil (LO). The heat treatment was applied in the oven at four different temperatures: 160, 180, 210 and 240 °C, respectively. He found that the physical properties (water uptake) of the treated wood decreased by 72% as compared to the control group. Taşdelen et al. (2019) found that water uptake for oil heat-treated samples decreased compared to untreated samples. Salim et al. (2010) reported that heat treatment of crude palm oil for bamboo reduced hygroscopicity. It has been reported that the equilibrium moisture (Bak and Nemeth, 2012) and water uptake (Bazyar, 2012) of poplar wood subjected to linseed oil heat treatment are lower than untreated wood. In our study, our findings were similar to the literature, as the water uptake rate of oil heat treated samples decreased compared to control samples. As oil time and temperature increase, dry shrinkage gradually decreases. The reason for this may be the loss of water uptake regions and the decrease in the number of O–H and C=O groups (Yin et al., 2011). In our study, oil heat treatment time and temperature did not affect the water uptake of the samples. Tang et al. (2019) found that after oil heat treatment with tung oil, the oil was well distributed in bamboo lumens and cell walls, and the dimensional stability increased. Mastouri et al. (2021) investigated the water uptake rates of oriental cotton (*Populus deltoides*) wood subjected to oily heat treatment with silicone and rapeseed oil at 190 °C for 4 h. Their results showed that oil heat treatment reduced the water absorption of the samples. Our findings are consistent with Tang et al. (2019) and Mastouri et al. (2021) is consistent with the findings.

4. Conclusions

In this study, the physical properties of Oriental beech wood, which was heat treated with corn oil were examined, such as air-dry and oven-dry densities and water uptake tests. According to the findings obtained from this study, the oil heat treatment with corn oil was effective in increasing the oven-dry and air dry densities of the samples. According to the oven-dry density data, the highest density increase occurred in the oil heat treated samples at low temperatures and low times. In addition, in the study, the air-dry density of the samples heat treated with corn oil increased between 12.60% and 25.90% compared to the

control samples. According to air-dry density data, the highest density increase was detected in oil heat-treated samples at high temperatures and low times. In this study, the air-dry density of the samples heat treated with corn oil increased by 22.50% to 28.40% compared to the control samples. According to the water uptake test results, the oil heat treatment method with corn oil was effective in reducing the water uptake of the samples in all water uptake periods. According to the results of the study, camellias, benches, sitting tables, etc. It may be recommended to use corn oil and oil heat treatment to reduce water uptake and high density of wood materials used for outdoor use.

References

- Anonymous (2024). <https://yudum.com.tr/sss/misirozu-yagi> Accessed Date: 01.05.2024.
- Bak, M., and Németh, R. (2012). Changes in swelling properties and moisture uptake rate of oil-heat-treated poplar (*Populus Euramericana* CV. Pannónia) wood. *BioResources*, 7, 5128– 5137 <https://doi.org/10.15376/biores.7.4.5128-5137>
- Bal, B.C. (2016). Bitkisel yağ ile farklı sıcaklıklarda muamele edilen toros göknarı odununun bazı fiziksel özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 20-26. <https://doi.org/10.17780/ksujes.58765>
- Bal, B.C., and Ayata, Ü. (2021). ‘‘Bitkisel yağ ile ısı işlem uygulanmış kavak odununun bazı fiziksel özellikleri.’’ International Conferences on Scientific Research November 5-6, 2021 / Nakhchivan State University, Azerbaijan: 181-192.
- Bazyar, B. (2012). Decay resistance and physical properties of oil heat-treated aspen wood. *Bioresources*, 7(1), 696-705. <https://doi.org/10.15376/biores.7.1.696-705>
- Bal, B.C. (2013). Effects of heat treatment on the physical properties of heartwood and sapwood of *Cedrus libani*. *BioResources*, 8:211–9.
- Bayraktar, S., Pelit, H. (2022). Farklı yöntemlerle ısı işlem uygulanmış ağaç malzemelerde yoğunluk ve eğilme direncinin belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(Özel Sayı), 355-362. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1090574>
- Can, A., and Sivrikaya, H. (2016). Dimensional stabilization of wood treated with tall oil dissolved in different solvents. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18(2), 317 – 324. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000029>
- Dubey, M. K.; Pang, S.; Chauhan, S.; Walker, J., 2016: Dimensional stability, fungal resistance and mechanical properties of radiata pine after combined thermo-mechanical compression and oil heat-treatment. *Holzforschung*, 70 (8): 793-800. <https://doi.org/10.1515/hf-2015-0174>

- Epmeier, H., Westin, M., and Rapp, A. (2004). "Differently modified wood: comparison of some selected properties. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19, 31–7. <https://doi.org/10.1080/02827580410017825>
- Esteves, B., and Pereira, H. (2009). Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1), 370-404. <http://hdl.handle.net/10400.19/1078>
- Gökmen, K. (2017). *Tall yağı empenyesi ile ısıtılma işleminin ağaç malzemenin özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Gunstone, F.D. (2002). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties, and Uses*, Blackwell, Osney Mead, Oxford, CRC Press, Boca Raton.
- Hao, X., Wang, Q., Wang, Y., Han, X., Yuan, C., Cao, Y., Lou, Z., and Li, Y. (2021). The effect of oil heat treatment on biological, mechanical and physical properties of bamboo. *Journal Of Wood Science*, 67(26), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01959-7>
- Hyvonen A, Nelo M, Piltonen P, Hormi O, Niinimäki J (2007) *Holz als Roh-und Werkst* 65:105
- Hill, C.A. (2007). *Wood modification: Chemical, thermal and other processes*. New York, ABD: John Wiley & Sons. <https://www.wiley.com/en-us/Wood+Modification%3A+Chemical%2C+Thermal+and+Other+Processes-p-9780470021729>
- Hofland, A., and Tjeerdsma, B. F. (2005). "Wood protection by chemical modification," ECOTAN 3rd Report, Part 3.
- Hyvönen, A., Piltonen, P., Nelo, M., and Niinimäki, J. (2005). "Wood protection of tomorrow – Potential of modified crude tall oil formulations in wood protection," Proceedings of the Seventh Finnish Conference of Environmental Sciences, May 12-13, Jyväskylä. Finnish Society for Environmental Sciences. University of Jyväskylä: 35-38.
- Kaya, A.I. (2023). Combined effects of linseed oil and heat treatment on the properties of Cypress and Maple wood part 1: water uptake, mechanical properties, and sound uptake capacity. *BioResources*, 18(2), 2940-2963. <https://doi.org/10.15376/biores.18.2.2940-2963>
- Kumar, M., Shusheng, D., and John, P. (2012). Oil uptake by wood during heat-treatment and post-treatment cooling, and effects on wood dimensional stability. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70, 183–190. <https://doi.org/10.1007/s00107-011-0535-1>

- Korkut, S., and Kocaefe, D. (2009). Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Orman Dergisi*, 5(2), 11–34
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceod/issue/4827/291144>
- Lee, S.H., Ashaari, Z., Lum, W.C., Halip, J.A., Ang, A.F., Tan, L.P., Chin, K.L., and Tahir, P.M. (2018). Thermal treatment of wood using vegetable oils: A review. *Construction and Building Materials*, 181, 408-419.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.058>
- Mastouri, A., Efhamisisi, D., Shirmohammadli, Y., and Oladi, R. (2021). Physicochemical properties of thermally treated poplar wood in silicone and rapeseed oils: A comparative study. *Journal of Building Engineering*, 43: 102511.
<https://10.1016/j.jobe.2021.102511>
- Okon, K.E., Lin, F., Lin, X., Chen, C., Chen, Y., Huang, B. (2018). Modification of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata* L.) wood by silicone oil heat treatment with micro-wave pretreatment. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(1), 221-228.
<https://doi.org/10.1007/s00107-017-1165-z>.
- Rapp, A.O.; Sailer, M., (2001). Oil-heat-treatment of wood-process and properties. In *International Conference: wood in construction industry-tradition and future, Zagreb, Croatia, 25 April 2001* (pp. 27-38). Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski Fakultet (Faculty of Forestry, University of Zagreb).
- Salim, R., Ashaari, Z., Samsi, H.W., Wahab, R., and Alamjuri, R.H. (2010). Effect of oil heat treatment on physical properties of semantan bamboo (*Gigantochloa scortechinii* Gamble). *Modern Applied Science*, 4(2), 107-113.
file:///C:/Users/%C3%87a%C4%9Flar%20Altay/Desktop/Effect_of_Oil_Heat_Treatment_on_Physical.pdf
- Sailer M, Rapp AO, Leithoff H, Peek R. (2000), È l-Hitzebehandlung È tung von Holz durch Anwendung einer O Vergu;58.
- Sidorova, K. (2008). Oil heat treatment of wood. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 13(4),
- Sivrikaya, H., Can, A., Gökmen, K. ve Taşdelen, M. (2016). Effect of tall oil pretreatment on physical and mechanical properties of heat treated fir and beech. 27th International conference on wood science and technology. 205-214.
- Taşdelen, M., Can, A., and Sivrikaya, H. (2019). Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), 254-260. <https://doi.org/10.18182/tjf.566647>.

- Tang, T., Zhang, B., Liu, X., Wang, W., Chen, X., and Fei, B. (2019). Synergistic effects of tung oil and heat treatment on physicochemical properties of bamboo materials. *Scientific Reports*, 9, 12824 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49240-8>.
- Temiz A, Panov D, Terziev N, Hafren J (2008) In: *Proceedings of V Congreso Nacional de proteccion de la madera*, San Sebastian, Spain, 12–13 June 2008, p 75
- TS ISO 13061-2 2472 (TS ISO, 2021) Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood samples - Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests
- Wang, J., and Cooper, P. (2005). Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63(6), 417-422. <https://doi.org/10.1007/s00107-005-0033-4>.
- Wang, J. (2007). Initiating evaluation on thermal-oil treatment for post-MPB lodgepole pine. Forintek Canada Corp., Vancouver, BC, Canada.
- Welzbacher, C., and Rapp, A. (2005). Durability of different heat treated materials from industrial processes in ground contact. *The International Research Group on Wood Preservation. Document no. In 36th Annual Meeting*, Bangalore, India.
- Var, A.A., Yalçın, M., Yalçın, O.U., Demir, M. (2021). Effects of hot-cold oil treatment on biological resistance and physical properties of *brutia pine* sapwood. *Maderas-Ciencia y Tecnologia*, 23(42), 1-12. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100442>.
- Var, A.A., Demir, M. (2020). Yağ ısıtılmasının kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununda yağ alımı, yoğunluk ve rutubet miktarı üzerine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3), 318-323. <https://doi.org/10.18182/tjf.684387>
- Yin, Y., Berglund, L., Salmén, L. (2011). Effect of steam treatment on the properties of wood cell walls. *Biomacromol* 12:194–202. <https://doi.org/10.1021/bm101144m>.

Production and Characterization of Wood Polystyrene Composite Filled with Glass Fiber (GF) and Medium Density Fiber Board Dust (MF)

Cam Elyaf (GF) ve Orta Yoğunluklu Lif Levha Tozu (MF) ile Dolgulu Ahşap Polistiren Kompozit Üretimi ve Karakterizasyonu

 Süheyla Esin KÖKSAL¹,  Orhan KELLEÇİ¹

Abstract

In this study, it was aimed to recycle waste polystyrene (PS) to obtain PS composite with high screw withdrawal strength that can be used in the core layer of composite wood sandwich panels. For this purpose, waste MDF dust (MF) and glass fiber (GF) were used as fillers in the PS matrix. Waste PS was first dissolved in gasoline and then 50-100-150 % fillers were added and mixed. The solvent in the composite was removed from the composite with two different temperatures. Thickness swelling (TS) and water uptake (WA) amounts of the samples and screw withdrawal strength (SR) were analyzed for mechanical characterization. According to the analysis results, it was determined that as the MF ratio increased, there was no significant change in the TS, but the WA increased. MF filled composites has more TS than GF filled composites. However, it was determined that the WA in GF filled composites was higher than in MF filled composites. The fillers increased the densities except for the addition of 150% GF. SR analysis results showed that the addition of filler increased the SR of composites. As a result, waste PS can be converted into a material with high screw withdrawal strength by adding waste MF and GF and can be used instead of wood material.

Keywords: Polystyrene, Recycle, Waste, Glass fiber, MDF dust

Özet

Bu çalışmada atık polistirenin (PS) geri dönüştürülerek kompozit ahşap sandviç panellerin çekirdek tabakasında kullanılabilen, vida tutma direnci yüksek PS kompozit elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla PS matrisinde dolgu maddesi olarak atık MDF tozu (MF) ve cam elyafı (GF) kullanılmıştır. Atık PS önce benzin kullanılarak eritilmiştir ve ardından % 50-100-150 oranında dolgu maddesi ile karıştırılmıştır. Kompozitteki çözücü iki farklı sıcaklık ile kompozitten uzaklaştırılmıştır. Numunelerin kalınlığına şişme (TS) ve su alma (WA) miktarları ile mekanik karakterizasyon için vida çekme dirençleri (SR) analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MF dolgusu arttıkça TS miktarında önemli bir değişiklik olmadığı ancak WA miktarının arttığı belirlenmiştir. GF dolgulu kompozitlerde MF'ye göre daha az kalınlığına şişme tespit edilmiştir. Ancak GF dolgulu kompozitlerde WA miktarının, MF dolgusuna göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. % 150 GF ilavesi hariç dolgu maddeleri yoğunlukları arttırmıştır. Dolgu maddesi ilavesiyle SR artmıştır. Sonuç olarak atık PS, atık MF ve GF eklenerek yüksek vida tutma direncine sahip bir malzemeye dönüştürülebilir ve ahşap malzeme yerine kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Polistiren, Geri dönüşüm, Atık, Cam elyafı, MDF tozu

1. Introduction

The growing human population has led to greater interaction between humans and nature (Şahin, 2020), resulting in an increased demand for forest products (Kelleci et al., 2022). The increasing demand for timber has led to both rising wood prices and increased pressure on forest resources. This situation has made it necessary to use wood raw materials more efficiently and to evaluate wood residues. The need for sustainable and cost-effective solutions has led to an increase in research and development in this field. For this purpose, various wood composites have been produced (Ogundipe et al., 2021; Pham Van et al., 2021), which are currently used in the furniture industry (Smardzewski and Kramski, 2019; Roziņš et al., 2020; Wang et al., 2022).

In the furniture sector, lightweight panels are preferred. High-density panels cannot be used for ceiling and wall elements where both lightness and strength are important. Especially in the aviation, maritime, and aerospace industries, lightweight is an important issue in the manufacture of cabin cabinets. Various lightweight honeycomb panels have been produced for use in these industries (Khojasteh-Khosro et al., 2020, 2022; Jivkov et al., 2021). Lightweight and durable materials similar to aluminum are used in the core layer of these panels (Palomba et al., 2022; Shao et al., 2021; Uğur et al., 2020). These products are known as wood sandwich panels (WSP). Although these panels provide the desired lightness and strength, they are difficult to assemble because they have weak screw withdrawal strength (SR). Special fasteners are used to join the panels (Petutschnigg et al., 2004; Petutschnigg and Ebner, 2007; Heimbs and Pein, 2009; Smardzewski et al., 2017), making cabinet manufacturing both expensive and challenging.

The increase in wood prices in the world has forced manufacturers to produce wood-plastic mixture (WPC) products. WPC made of wood flour and thermoplastic(s) such as polyethylene (PE), polypropylene (PP), or polystyrene (PS) (Najafi et al., 2007; Adhikary et al., 2008; Birinci, 2023; Nelson et al., 2023). These materials have gained popularity because of their low-maintenance, sustainable alternative to traditional wood decking, fencing, and cladding materials (Friedrich and Luible, 2016; Agarwal and Gupta, 2017; Saba et al., 2017; Partanen and Carus, 2019). Wood and plastic combination results that is resistant to decay, rot, and insect damage (Morrell et al., 2006; Schirp et al., 2008), while also being lightweight and easy to install (Santoni et al., 2018). WPCs have become a viable solution for the construction industry seeking to reduce its environmental impact and increase sustainability (Akadiri et al., 2012). WPCs have become popular due to three main reasons. Firstly, they

are environmentally sustainable and often made from recycled materials, providing an eco-friendly alternative to traditional wood products (Osburg et al., 2016; Teuber et al., 2016; Elsheikh et al., 2022). Secondly, they require minimal maintenance cost compared to wood, making them a convenient and low-maintenance option for both residential and commercial use (Schwarzkopf and Burnard 2016; Patel and Rawat, 2017). Their durability and versatility make them a viable option for a range of applications, offering builders and designers a cost-effective and long-lasting solution for their projects (Silva, 2013; Rubino et al., 2020; H.-M. Wang et al., 2021).

Although access to wood materials has become difficult, access to plastic materials has both increased and become easier. (Rahimi and García, 2017; Eitzen et al., 2020). However, the production and disposal of plastic waste have led to significant environmental challenges and harm to marine life (Al-Thawadi, 2020). Data from the United Nations environmental program indicates that only a small percentage of plastic waste is recycled in Sub-Saharan Africa, while the rest is dumped in open areas or landfills, exacerbating waste management issues (Adeniran et al., 2022). Today, EPS (expanded polystyrene) is one of the most widely used thermoplastics that cause the most environmental pollution (Kehinde et al., 2020; Tapia-Blácido et al., 2022).

EPS is a synthetic polymer made from petroleum and widely used in packaging, insulation materials, and disposable coffee cups. However, EPS is not biodegradable and poses a significant environmental pollution risk when disposed of in landfills. EPS (Figure 1) and other polystyrene derivatives are persistent in the environment, making proper waste management and recycling essential to mitigate their negative impact (Chaukura et al., 2016).

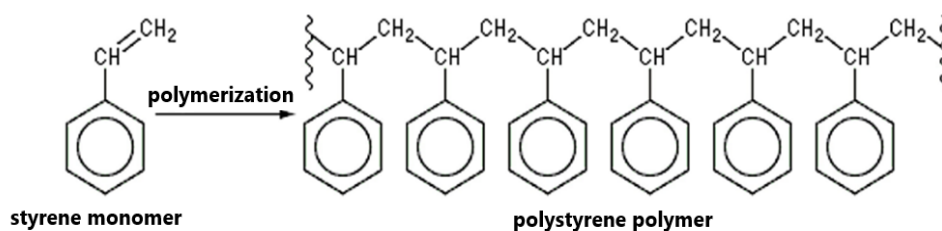


Figure 1. Polystyrene chemical formula (Adeniyi et al., 2022).

There are three methods of recycling polystyrene: mechanical, chemical, and thermal recycling. Mechanical recycling involves the use of machines to reduce the the volume of waste PS, while chemical recycling involves reducing waste PS to its monomer or solution using suitable solvents. Thermal recycling involves subjecting waste PS to high-temperature

heating to cause a breakdown of long-chain hydrocarbons (Schyns and Shaver, 2021; Ugwu and Obele, 2023).

Chemical recycling of EPS involves the use of various chemicals to dissolve EPS for subsequent applications. Solvent treatments such as dibasic esters, gasoline, d-limonene, and dialkyl carbonates have been used to reduce EPS. Chemical recycling has advantages such as high recycling efficiency, low energy requirement, and the discovery of post-consumer applications (Noguchi et al., 1998; Maharana et al., 2007; Vilaplana et al., 2007; Osemeahon et al., 2013). Recycled PSs are often used in the production of wood plastic composites.

WPCs made from polystyrene and wood flour are generally produced by twin screw extruders according to thermal method. In the literature, almost all the wood-plastic composites produced using polystyrene were produced by a twin-screw extruder. In some studies, which polystyrene is melted using solvents such as acetone and used in the production of wood/polystyrene composites, analysis samples were produced using either an extruder or a press mold. These studies are mentioned below.

In some wood plastic studies using acetone, Eskander et al. (2018) developed a hard wood-polymer composite (HWC) using rice straw waste and chemically recycled polystyrene foam by using acetone. Chun et al. (2019) studied the use of post-consumer polystyrene foam waste to create a WPC by blending recycled polystyrene with durian husk fiber and a processing aid. Kaho et al. (2020) aimed to repurpose EPS waste by developing a composite material with wood waste. The researchers created a resin from the EPS by dissolving it in acetone, which was then used as a binder to stabilize the samples. Koay et al. (2018) melted waste Polystyrene using acetone and produced analysis samples using a twin-screw extruder. Also, in some studies, different methods were used to prepare the analysis samples by which polystyrene was melted using acetone. In some studies, the adhesion resistance of melted PS to the surfaces of different materials was investigated (Maldas et al., 1988; Ponomarenko et al., 2020; Šernek et al., 2020; Sitorus et al., 2020; Sriptom et al., 2022; Osemeahon et al., 2022).

In this study, it is aimed to recycle PS, an industrial waste, with waste MF and GF fillers into a composite material with high SR and high physical properties. The PS composite produced for this purpose can be used in the core layer of WSP with its properties. Thus, it will be possible to produce more environmentally friendly products using industrial waste materials. The products can be used in the aviation, maritime and space industries due to their lightweight, high mechanical and environmentally friendly properties.

2. Material and Method

2.1 Material

Polystyrene (PS) material was collected from Bolu province. After the collected waste PS was separated from foreign materials, it was manually cut into 10 cm x 10 cm pieces by a knife. Collected polystyrene densities were around 10-20 kg/m³. Polystyrene, widely utilized in various applications, offers transparency and colorability. It behaves as a thermoplastic, solidifying at room temperature. Its general formula is shown as (C₈H₈)_n. Its density is around 1004 kg/m³. The melting point is 240 °C and the glass transition point 100 °C. Waste medium-density fiber dust (MF) and glass fiber (GF) were used as fillers in PS. GF was purchased from the online market. Generally, GF is used in many areas such as adding volume and strength to the product and providing or increasing insulation in the Manufacturing Industry and Chemical Industry. In this study, GF was used to provide volume and durability to the PS composite. GF density was 900-950 kg/m³, white color, and 0.25-0.75 microns.

MF was obtained by collecting the cutting residue dust from the furniture production workshops. The humidity of the collected MF was measured as 8 % according to Equation 1. The particle size of the MF is given in Table 1. Gasoline was used as a solvent. Unleaded gasoline was purchased from a local gas station.

$$MC(\%) = \frac{M_h - M_0}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

M_h: Wet-weight (g),

M₀: Dry-weight (g),

MC: Moisture content (%)

Table 1. Screened MF fractional analyses.

Size (mm)	Weight (g)	Rate (%)
2 x 2	485	14
1 x 1	422	12
0.8 x 0.8	420	12
0.5 x 0.5	380	11
0.4 x 0.4	445	13
0.3 x 0.3	430	12
0.2 x 0.2	420	12
0.1 x 0.1	415	12
0.1 >	120	3

2.2 Method

PS was cleaned of foreign matter (Figure 2a) and melted in a container using gasoline solvent (Figure 2b). Gasoline was used at the rate of 1 kg/1 liter to melt PS. The mixing ratios used in the analysis samples are given in Table 2. PSs were mixed with the fillers in the same container in the amounts given in Table 2. Mixing was done manually for 10 minutes with a metal spatula and then shaped by hand (Figure 2c). After the mixture reached the consistency of dough, it was taken out of the container and placed in a paper cup. Then samples were left to dry in the oven, without a mold (Figure 2d).

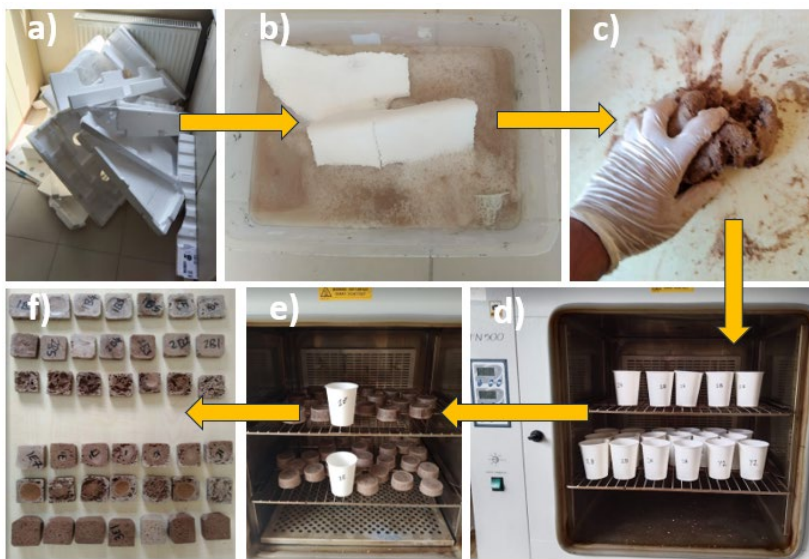


Figure 2. Sample preparing a) waste PS, b) melting by gasoline, c) blending with fillers (MF and GF), d) phase 1: oven at 100 °C, e) phase 2: temperature was raised to 190 °C, f) analysis samples.

Table 2. Material ratios.

Solvent (type)	Samples	Ingredient	PS (g)	MDF fine dust (g)	GF (g)	Solvent quantity (g)
GASOLIN E	1B	Polystyrene + MF	200	100	—	100
	2B	Polystyrene + MF	200	200	—	100
	3B	Polystyrene + MF	200	300	—	100
	1E	Polystyrene + glass fiber	200	—	100	100
	2E	Polystyrene + glass fiber	200	—	200	100
	3E	Polystyrene + glass fiber	200	—	300	100

With the heat, the solvent in the composite was removed quickly. Normally, 100 °C was sufficient, but 190 °C was also used to understand whether high temperature affected the SR of the composite.

Samples were kept in the oven at two different temperatures for 30 minutes. The oven temperature was 100 °C in the first phase to remove the solvent in the PS composites and to increase the volume in the meantime. After the solvent gasoline in the PS matrix was completely removed, the samples were kept in the oven at 190 °C for 30 minutes in the second phase (Figure 2e). Thus, it was aimed to determine the effect of heat treatment on PS composite. Then, samples were removed from the oven and analysis samples were cut by 20 x 35 x 35 mm for thickness swelling (TS), water absorption (WA), density (DN), screw withdrawal strength (SR) analysis (Figure 2f). There is no specific standard for the method of removing the solvent from the composite after dissolving PS in solvents and adding filler. Different temperatures and waiting times were used in different studies (Adeniyi et al., 2022; Uddin et al., 2020). In our study, the solvent was removed from PS between the glassy transition point (100°C) and the melting temperature.

The prepared samples were characterized mechanically and physically. For mechanical characterization SR analyzes was performed according to the TS EN 320.

The prepared samples were conditioned in an air-conditioning cabinet under 65±5% relative humidity and 20±2 °C temperature conditions until they reached a constant mass. The samples were taken out from the air-conditioning cabinet and subjected to testing without waiting. The screw used for the experiments has a zinc body and a star tip as shown in Figure 3; The size of the screw is 4.5 mm x 38 mm and the screw pitch is 1.4 mm.



Figure 3. Screw which was used screw withdrawal strength (Uysal and Güntekin).

The screwing process was carried out according to the principles specified in the standards. In this direction, screws; (15±0.5) mm was placed in the holes drilled into the test pieces in such a way that all the teeth were embedded.

In SR experiments, the loading speed was 2 mm/min. The screw withdrawal strength (F) was calculated based on Equation 1.

$$F = \frac{F_{max}}{d * lp} \quad (1)$$

Here, F_{max} : Maximum force of fracture (Newton), d : Screw diameter (mm), l_p : Distance of the screw entering the board (mm).

For physical characterization, 2-hour thickness swelling (TS2h) and 24-hour thickness swelling (TS24h), 2-hour water absorption (WA2h), and 24-hour water absorption (WA24h), density (DN) analyses were performed according to TS EN 317, TS EN 322, TS EN 323 respectively.

The analysis results were evaluated using the statistical software program SPSS. One-way analysis of variance (ANOVA) was performed with a significance level of $P < 0.05$ to determine if there were statistically significant differences among the samples. To further analyze meaningful differences among the groups, Duncan's test was used. Duncan's test is a post-hoc test that is commonly used after ANOVA to determine which groups differ significantly from one another.

3. Results and Discussion

3.1 Physical Properties

When the densities of the samples (kept in the oven at 100 °C) are examined, it is seen that the composite densities increase as the amount of MF increases (Figure 4a). However, this is not the same for composites with GF added (Figure 4b). The composite density increased when the amount of GF was increased from 50 % to 100 % but decreased with the 150 % GF filler (Table 3). This can be explained by the fact that a greater volume increase occurs in the PS matrix with the addition of 150 % GF. While the samples were heated in the oven at 100 °C, the gas released may have been blocked by excess GF and this may have caused thickness swelling, that is, volume increase, in the matrix.

It was determined that the TS amounts of the samples were quite low (Figures 4a and 4b). When the MF was increased from 50 % to 100 %, the TS of the samples increased. However, it decreased when the amount of MF was increased from 100 % to 150 %. It is thought that this is caused by the increasing density as the MF ratio increases.

There was no significant difference in the TS when the GF was increased from 50 % to 100 % and 150 %. In the Duncan analysis, the TS was in the same group (Table 3). The amount of GF was increased from 50 % to % 100 and % 150, the TS increased. A similar situation also occurred in densities.

Table 3. Physical properties of samples.

S a m p l e s	Oven temperature: 100°					Oven temperature: 190°				
	TS (2h) (%) *P:0.138	WA (2h) (%) P:0.001	TS (24h) (%) P:0.001	WA (24h) (%) P:0.001	Density (kg/m ³) P:0.001	TS (2h) (%) *P:0.056	WA (2h) (%) P:0.001	TS (24h) (%) P:0.001	WA (24h) (%) P:0.001	Density (kg/m ³) P:0.001
1B	0.1 ab** (±0,07)***	2.6 a (±1.1)	1.8 cd (±1.6)	9.3 b (±3.7)	692 b (±75)	0.4 a (±0.25)	3.6 b (±1.5)	1.1 b (±0.40)	9.7 ab (±1.8)	532 b (±31)
2B	0.2 b (±0.12)	5.4 b (±0.87)	2.9 d (±0.7)	14.5 c (±1.6)	740 c (±19)	0.6 a (±0.27)	3.6 b (±1.09)	1.4 b (±0.74)	16.3 c (±1.9)	669 c (±13)
3B	0.1 ab (±0.3)	5.7 b (±2.1)	0.5 ab (±0.5)	9.6 b (±0.7)	838 d (±54)	0.5 a (±0.17)	3.6 b (±0.65)	0.4 a (±0.22)	8.9 a (±2.0)	835 e (±52)
1E	0.1 a (±0.3)	8.2 c (±1.6)	0.3 a (±0.4)	12.1 bc (±0.8)	775 c (±25)	0.5 a (±0.15)	1.9 a (±0.79)	1.1 b (±0.32)	12.3 b (±3.6)	773 d (±16)
2E	0.1 ab (±0.3)	1.5 a (±0.14)	1.3 ab (±0.5)	6.1 a (±0.3)	933 e (±34)	0.5 a (±0.31)	2.5 ab (±0.74)	1.0 b (±0.28)	7.4 a (±0.8)	902 f (±43)
3E	0.1 a (±0.6)	16.0 d (±3.4)	1.2 bc (±0.3)	31.0 d (±5.4)	521 a (±8)	0.6 a (±0.11)	7.3 c (±1.32)	0.9 b (±0.53)	41.0 d (±4.1)	489 a (±23)

*P: significant level, **Duncan group, ***Standard deviation

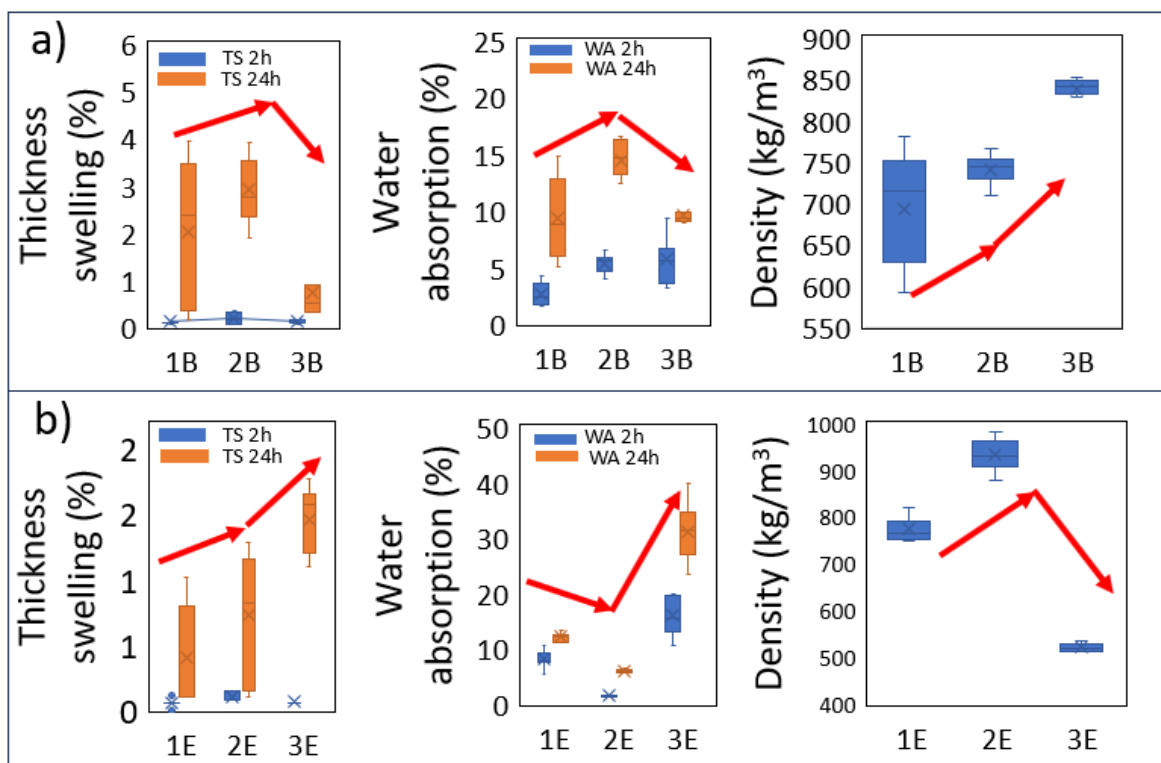


Figure 4. Physical properties of samples dried at 100°C, a) MDF fine dust added b) Glass fiber added.

The addition of 50 % GF filler increased the density, but the addition of 150 % decreased it. When the GF ratio increased to 150%, the composite foamed more. This caused the density to decrease. When WA was examined, the addition of GF and MF gave similar results. WA increased when filler amounts were increased from 50 % to 100 %. However, it

decreased when it was increased to 150 %. A direct relationship between WA and density has been determined. As the density decreased, WA increased and as the density increased, the amount of WA decreased (Figure 4a, 4b). With the addition of filler, macro voids were formed in the PS matrix. Macro voids caused low density. In addition, these voids caused more surface area on the inner surface of the matrix. With increasing surface area, PS composite absorbed more water.

Two different oven temperatures, 100 °C and 190 °C, were used in the study. A temperature of 100 °C was used to remove the solvent in the PS matrix. A temperature of 190 °C was used for the characterization of the composite after heat treatment. The physical properties of PS composites subjected to heat treatment at 190 °C for 30 minutes are given in Figure 5.

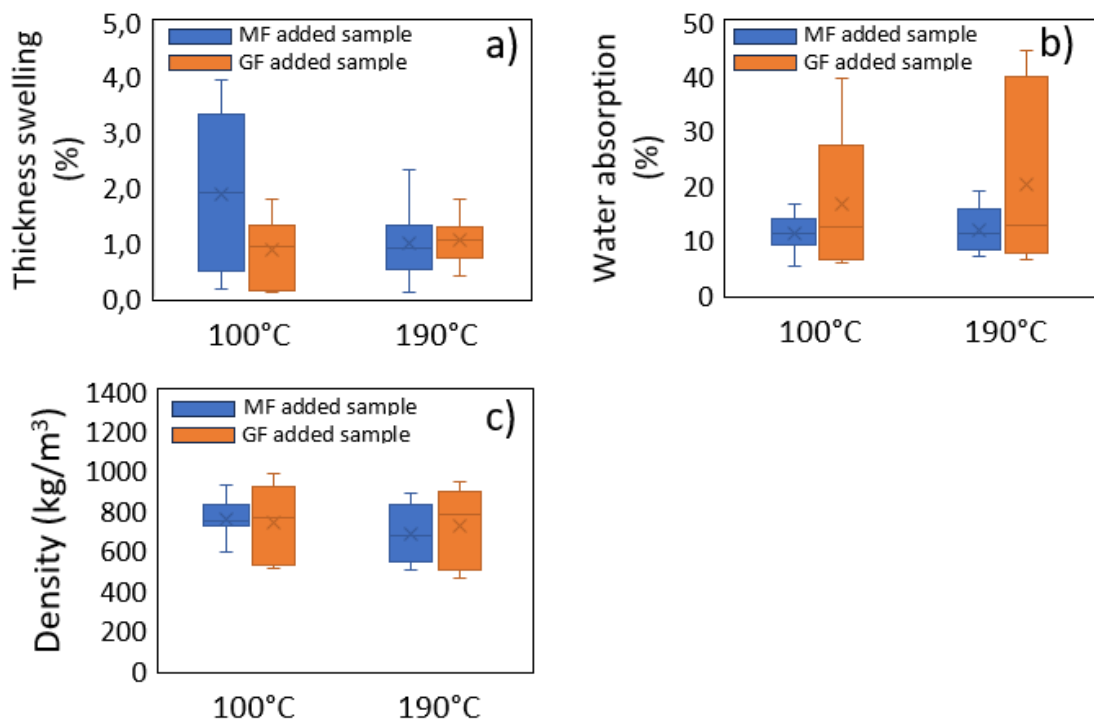


Figure 5. Physical properties of samples dried at 100°C and 190°C, a) TS b) WA, c) Density.

It was determined that there was a decrease in the TS (From 1,9 % to 1 % for MF and from 1 % to 0.9 % for GF) of the all PS composites treated from 100 °C to 190 °C. (Figure 5a). However, heat treatment (from 100 °C to 190 °C) increased (From 11.1 % to 12% for MF and 16 % to 20% for GF) the WA of the samples (Figure 5b). Similarly, heat treatment also reduced the density (from 750 kg /m³ to 658 kg/m³ for MF and from 743 kg/m³ to 721 kg/m³) of the samples (Figure 5c). The decrease in density caused the WA of the samples to increase. Because the decrease in density caused more macro voids to form in the matrix. These gaps also caused more WA.

Chun et al. (2018) reported that the increase in the filling material (Husk fiber) caused more WA in PS composite. When the Husk filler was increased by 100 %, the WA of the composite increased by approximately 65 %. This result corroborates the findings of other researchers, including the study conducted by Penjumras et al. (2015). In our study, similar results were obtained. If it is desired to reduce the WA of PS composites, additional chemicals can be used. Additionally, different physical properties can be given to PS composites by using different chemicals. Chindaprasirt et al. (2015) added fire retardant diammonium phosphate (DAP) to the composite obtained from wood flour and PS mixture and reported that the WA and TS of the composite increased with the increase of DAP amount.

3.2 Mechanical Properties

The SR of the samples kept in the oven at 100 °C are given in Figure 6a, 6b, and heat treated at 190 °C are given in Figure 7a, 7b. In the wood industry, the screws and nail withdrawal resistance are very important. Especially in the selection of the material to be used in the core layer of WSP, it is desired that the SR be high. In this study, PS composites have SR that can be used in the core layer of WSP. When Figure 6a is examined, SR increased when the amount of MF was increased from 50 % to 100 %, but decreased when it was increased to 150 %. In a study, the tangential SR of Scots pine wood at 12 % moisture was determined at 201 kgf (31.4 N/mm²) and 238 kgf (37.2 N/mm²) of black pine (Ferah, 1995). In this study, SRs of the all samples were 10 - 82 N/mm² (Table 4).

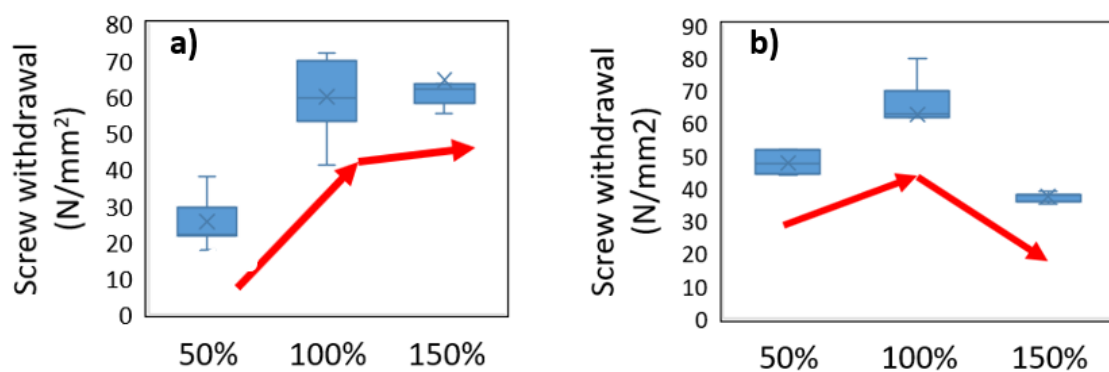


Figure 6. SR of samples dried at 100°C, a) MDF fine dust added b) Glass fiber added.

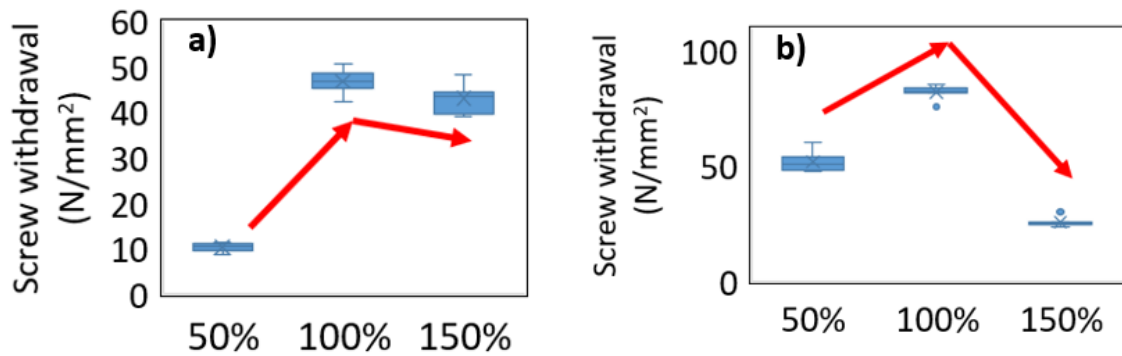


Figure 7. SR of samples dried at 190 °C, a) MDF fine dust added b) Glass fiber added.

When Table 4 is examined, it is seen that the SR of the samples heat treated at 190 °C are higher than 100 °C. Heat treatment (From 100 °C to 190 °C) increased the SR in both MF and GF-added samples. Increasing the filler amount to 150 % improved the SR in MF (Figure 6a) but decreased it with the addition of GF at 100 °C (Figure 6b).

Organic filler enhanced the mechanical strength of the PS composites. It is also stated by Sriprom et al. (2022) that lignocellulosic materials increase the binding in the PS matrix when treated with alkalis such as NaOH. Waste polystyrene (PS) was melted with acetone and added coconut husk fiber and banana stem fiber which were treated with NaOH and reported that the fillers (treated with NaOH) improved the mechanical strength of the composites (Sriprom et al., 2022).

Table 4. SR of samples

Samples	Oven temperature: 100°	Oven temperature: 190°
	SR (N/mm ²)	SR (N/mm ²)
1B	10	25
2B	47	60
3B	43	65
1E	52	48
2E	82	63
3E	26	37

Amount of organic fillers can increase the mechanical properties of the PS composite. Koay et al. (2018) reported that increasing the fiber content in the PS composite made from durian husk fiber and recycled PS foam resulted in higher tensile strength modulus but reduced elongation at break.

4. Conclusions

In this study, waste polystyrene was melted using gasoline, and waste MF and glass fiber were added as fillers. The study aimed to obtain a PS composite with high SR that can be used instead of wood material by recycling waste polystyrene (PS). MF is generally used as fuel in solid fuel boilers. With this study, MFs were added as filler (50-100-150 %) in melted PS. The samples were dried in the oven. Two different oven temperatures were used in the study. The samples were formed solid by removing the solvent at 100 °C. Also, samples were subjected to heat treatment at 190 °C to evaluate the heating affect. According to the results obtained, increasing the MF addition did not make a significant change in the TS, but increased WA. Similar results were obtained from the addition of GF. The addition of filler affected the density of the samples in different ways. While the densities increased continuously with the addition of MF, they decreased after 100 % with the addition of GF. SR increased further with the addition of GF. Heat treatment caused a decrease in the density of the samples but they increased WA. While heat treatment increased the SR of the samples in those with MF addition, it decreased in those with GF addition. MF is flammable, it is necessary to add mineral powder additive that prevents combustion. As a result, it was concluded that PS waste can be used in the core layer of WSP with the addition of MF and GF. However, the resulting cost and suitability for the place of use should be carefully calculated in terms of cost. To reduce the cost, different inexpensive solvents can be used to dissolve PS.

References

- Adeniyi, A. G., Abdulkareem, S. A., Ighalo, J. O., Onifade, D. V., Adeoye, S. A., & Sampson, A. E. (2022). Morphological and thermal properties of polystyrene composite reinforced with biochar from elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 35(10), 1532-1547. <https://doi.org/10.1177/0892705720939169>
- Adeniran, A. A., Ayesu-Koranteng, E. & Shakantu, W. (2022). A Review of the Literature on the Environmental and Health Impact of Plastic Waste Pollutants in Sub-Saharan Africa. *Pollutants*, 2(4), 531-545. <https://doi.org/10.3390/pollutants2040034>
- Adhikary, K. B., Pang, S. & Staiger, M. P. (2008). Dimensional stability and mechanical behaviour of wood–plastic composites based on recycled and virgin high-density

- polyethylene (HDPE). *Composites Part B: Engineering*, 39(5), 807-815. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2007.10.005>
- Agarwal, S. & Gupta, R. K. (2017). *Plastics in Buildings and Construction*. In Applied Plastics Engineering Handbook (pp. 635-649). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-39040-8.00030-4>
- Akadiri, P. O., Chinyio, E. A. & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector. *Buildings*, 2(2), 126-152. <https://doi.org/10.3390/buildings2020126>
- Al-Thawadi, S. (2020). Microplastics and Nanoplastics in Aquatic Environments: Challenges and Threats to Aquatic Organisms. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(6), 4419-4440. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04402-z>
- Birinci, E. (2023). Determination of technological properties of wood plastic nanocomposites produced by flat press reinforced with nano MgO. *Journal of Composite Materials*, 57(9), 1641-1651. <https://doi.org/10.1177/00219983231161820>
- Chaukura, N., Gwenzi, W., Bunhu, T., Ruziwa, D. T. & Pumure, I. (2016). Potential uses and value-added products derived from waste polystyrene in developing countries: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.031>
- Chindaprasirt, P., Hiziroglu, S., Waisurasingha, C. & Kasemsiri, P. (2015). Properties of wood flour/expanded polystyrene waste composites modified with diammonium phosphate flame retardant. *Polymer Composites*, 36(4), 604–612. <https://doi.org/10.1002/pc.22977>
- Chun, K. S., Muhammad, N., Fahamy, Y., Yeng, C. Y., Choo, H. L., Pang, M. M. & Tshai, K. Y. (2018). Wood plastic composites made from corn husk fiber and recycled polystyrene foam. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(11), 3445–3456.
- Chun, K. S., Subramaniam, V., Yeng, C. M., Meng, P. M., Ratnam, C. T., Yeow, T. K. & How, C. K. (2019). Wood plastic composites made from post-used polystyrene foam and agricultural waste. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 32(11), 1455-1466. <https://doi.org/10.1177/0892705718799836>
- Eitzen, L., Ruhl, A. S. & Jekel, M. (2020). Particle Size and Pre-Treatment Effects on Polystyrene Microplastic Settlement in Water: Implications for Environmental Behavior and Ecotoxicological Tests. *Water*, 12(12), 3436. <https://doi.org/10.3390/w12123436>

- Elsheikh, A. H., Panchal, H., Shanmugan, S., Muthuramalingam, T., El-Kassas, Ahmed. M. & Ramesh, B. (2022). Recent progresses in wood-plastic composites: Pre-processing treatments, manufacturing techniques, recyclability and eco-friendly assessment. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100450. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100450>
- Eskander, S. B., Tawfik, M. E. & Tawfic, M. L. (2018). Mechanical, flammability and thermal degradation characteristics of rice straw fiber-recycled polystyrene foam hard wood composites incorporating fire retardants. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 132(2), 1115-1124. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-6984-6>
- Ferah, O. (1995). *Studies on the Determination of Nail and Screw Holding Properties of Some Native Tree Species*. In Turkish forestry research institute.
- Friedrich, D. & Luible, A. (2016). Investigations on ageing of wood-plastic composites for outdoor applications: A meta-analysis using empiric data derived from diverse weathering trials. *Construction and Building Materials*, 124, 1142-1152. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.123>
- Heimbs, S. & Pein, M. (2009). Failure behaviour of honeycomb sandwich corner joints and inserts. *Composite Structures*, 89(4), 575-588. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2008.11.013>
- Jivkov, V., Simeonova, R., Antov, P., Marinova, A., Petrova, B. & Kristak, L. (2021). Structural application of lightweight panels made of waste cardboard and beech veneer. *Materials*, 14(7), 5064.
- Kaho, S. P., Kouadio, K. C., Kouakou, C. H. & Eméruwa, E. (2020). Development of a Composite Material Based on Wood Waste Stabilized with Recycled Expanded Polystyrene. *Open Journal of Composite Materials*, 10(03), 66–76. <https://doi.org/10.4236/ojcm.2020.103005>
- Kehinde, O., Ramonu, O. J., Babaremu, K. O. & Justin, L. D. (2020). Plastic wastes: environmental hazard and instrument for wealth creation in Nigeria. *Heliyon*, 6(10), e05131. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05131>
- Kelleci, O., Koksall, S. E., Aydemir, D. & Sancar, S. (2022). Eco-friendly particleboards with low formaldehyde emission and enhanced mechanical properties produced with foamed urea-formaldehyde resins. *Journal of Cleaner Production*, 134785.
- Khojasteh-Khosro, S., Shalbafan, A. & Thoemen, H. (2020). Preferences of furniture manufacturers for using lightweight wood-based panels as eco-friendly products.

- European Journal of Wood and Wood Products*, 78(3), 593-603.
<https://doi.org/10.1007/s00107-020-01519-8>
- Khojasteh-Khosro, S., Shalbfafan, A. & Thoemen, H. (2022). Consumer behavior assessment regarding lightweight furniture as an environmentally-friendly product. *Wood Material Science & Engineering*, 17(3), 192-201.
<https://doi.org/10.1080/17480272.2020.1847187>
- Koay, S. C., Subramanian, V., Chan, M. Y., Pang, M. M., Tsai, K. Y. & Cheah, K. H. (2018). *Preparation and Characterization of Wood Plastic Composite Made Up of Durian Husk Fiber and Recycled Polystyrene Foam*. MATEC Web of Conferences, 152, 02019, EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815202019>
- Maharana, T., Negi, Y. S. & Mohanty, B. (2007). Review Article: Recycling of Polystyrene. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 46(7), 729-736.
<https://doi.org/10.1080/03602550701273963>
- Maldas, D., Kokta, B. V., Raj, R. G. & Daneault, C. (1988). Improvement of the mechanical properties of sawdust wood fibre-polystyrene composites by chemical treatment. *Polymer*, 29(7), 1255–1265. [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(88\)90053-5](https://doi.org/10.1016/0032-3861(88)90053-5)
- Morrell, J. J., Stark, N. M., Pendleton, D. E. & McDonald, A. G. (2006). Durability of Wood-Plastic Composites. *Wood Design Focus*, 16(3), 7-10.
- Najafi, S. K., Kiaefar, A., Hamidina, E. & Tajvidi, M. (2007). Water Absorption Behavior of Composites from Sawdust and Recycled Plastics. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 26(3), 341-348. <https://doi.org/10.1177/0731684407072519>
- Nelson, J., Pickering, K. L. & Beg, M. D. H. (2023). Assessment of the Potential of Waste Copper Chromium and Arsenic (CCA)-Treated Timber Fibre Reinforced Polypropylene Composites for Construction. *Journal of Composites Science*, 7(2), 48.
<https://doi.org/10.3390/jcs7020048>
- Noguchi, T., Tomita, H., Satake, K. & Watanabe, H. (1998). A new recycling system for expanded polystyrene using a natural solvent. Part 3. Life cycle assessment. *Packaging Technology and Science*, 11(1), 39-44. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1522\(199802\)11:1<39:AID PTS416>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1522(199802)11:1<39:AID PTS416>3.0.CO;2-Y)
- Ogundipe, K. E., Ogunbayo, B. F., Olofinnade, O. M., Amusan, L. M. & Aigbavboa, C. O. (2021). Affordable housing issue: Experimental investigation on properties of eco-friendly lightweight concrete produced from incorporating periwinkle and palm kernel shells. *Results in Engineering*, 9, 100193.
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100193>

- Osburg, V.-S., Strack, M. & Toporowski, W. (2016). Consumer acceptance of Wood-Polymer Composites: a conjoint analytical approach with a focus on innovative and environmentally concerned consumers. *Journal of Cleaner Production*, 110, 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.086>
- Osemeahon, S. A., Barminas, J. T. & Jang, A. L. (2013). Development of Waste Polystyrene as a binder for emulsion paint formulation I: Effect of polystyrene Concentration. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 2(8), 30-35.
- Osemeahon, S. A., Reuben, U. & Emmanuel, E. (2022). Development of adhesive from polystyrene waste. *BIOMED Natural and Applied Science*, 02(01), 13-24. <https://doi.org/10.53858/bnas02011324>
- Palomba, G., Epasto, G., Sutherland, L. & Crupi, V. (2022). Aluminium honeycomb sandwich as a design alternative for lightweight marine structures. *Ships and Offshore Structures*, 17(10), 2355-2366. <https://doi.org/10.1080/17445302.2021.1996109>
- Partanen, A. & Carus, M. (2019). Biocomposites, find the real alternative to plastic – An examination of biocomposites in the market. *Reinforced Plastics*, 63(6), 317-321. <https://doi.org/10.1016/j.repl.2019.04.065>
- Patel, V. K. & Rawat, N. (2017). Physico-mechanical properties of sustainable Sagwan-Teak Wood Flour/Polyester Composites with/without gum rosin. *Sustainable Materials and Technologies*, 13, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.05.002>
- Penjumras, P., Rahman, R. A., Talib, R. A. & Abdan, K. (2015). Mechanical properties and water absorption behaviour of durian rind cellulose reinforced poly (lactic acid) biocomposites. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(5), 343–349.
- Petutschnigg, A. J. & Ebner, M. (2007). Lightweight paper materials for furniture – A design study to develop and evaluate materials and joints. *Materials & Design*, 28(2), 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.09.017>
- Petutschnigg, A. J., Koblinger, R., Pristovnik, M., Truskaller, M., Dermouz, H. & Zimmer, B. (2004). Leichtbauplatten aus Holzwerkstoffen-Teil I: Eckverbindungen. *Holz Als Roh- Und Werkstoff*, 62(6), 405-410. <https://doi.org/10.1007/s00107-004-0526-6>
- Pham Van, T., Schöpfer, C., Klüppel, A. & Mai, C. (2021). Effect of wood and panel density on the properties of lightweight strand boards. *Wood Material Science & Engineering*, 16(4), 237–245. <https://doi.org/10.1080/17480272.2019.1705906>
- Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Lysenko, T., Solonenko, L. & Shynsky, V. (2020). A New Technology for Producing the Polystyrene Foam Molds Including Implants at

- Foundry Industry*. In *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II* (pp. 430–437). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_43
- Rahimi, A. & García, J. M. (2017). Chemical recycling of waste plastics for new materials production. *Nature Reviews Chemistry*, 1(6), 0046. <https://doi.org/10.1038/s41570-017-0046>
- Rožniš, R., Iejavs, J., Jakovļevs, V. & Spulle, U. (2020). The properties of lightweight stabilised blockboard panels. *Drewno*, 2020(206), 1-17. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.334.02>
- Rubino, F., Nisticò, A., Tucci, F. & Carlone, P. (2020). Marine Application of Fiber Reinforced Composites: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.3390/jmse8010026>
- Saba, N., Jawaid, M., Sultan, M. T. H. & Alothman, O. Y. (2017). *Green Biocomposites for Structural Applications*. In M. Jawaid, M. Salit, & O. Alothman (Eds.), *Green Biocomposites. Green Energy and Technology* (pp. 1-27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49382-4_1
- Şahin, S. (2020). *Geçmiş, Günümüz ve Gelecekte Nüfus Gerçeği (5th ed.)*. Ankara Pegem Akademi Yayıncılık. <https://doi.org/10.14527/9786053180173>
- Santoni, A., Bonfiglio, P., Mollica, F., Fausti, P., Pompoli, F. & Mazzanti, V. (2018). Vibro-acoustic optimisation of Wood Plastic Composite systems. *Construction and Building Materials*, 174, 730-740. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.155>
- Schirp, A., Ibach, R. E., Pendleton, D. E. & Wolcott, M. P. (2008). *Biological Degradation of Wood-Plastic Composites (WPC) and strategies for Improving the Resistance of WPC against Biological Decay; Chapter 29*. In P. S. Tor, M. Holger, H. F. Michael, G. Barry, & D. N. Darrel (Eds.), *Development of Commercial Wood Preservatives Efficacy, Environmental, and Health Issues* (pp. 480-507). American Chemical Society.
- Schwarzkopf, M. J. & Burnard, M. D. (2016). *Wood-Plastic Composites-Performance and Environmental Impacts*. In A. Kutnar & S. Muthu (Eds.), *Environmental Impacts of Traditional and Innovative Forest-based Bioproducts. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes* (pp. 19-43). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0655-5_2
- Schyns, Z. O. G. & Shaver, M. P. (2021). Mechanical Recycling of Packaging Plastics: A Review. *Macromolecular Rapid Communications*, 42(3), 2000415. <https://doi.org/10.1002/marc.202000415>

- Šernek, M., Turičnik, V., Repič, R. & Šega, B. (2020). Use of waste plastics for the preparation of adhesives for wood bonding. *Les/Wood*, 69(2), 107-116. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2020.v69n02a08>
- Shao, X., Yang, Q., Liu, Y. & Cao, L. (2021). *Advantage analysis of aluminum honeycomb composite used in motorhomes*. E3S Web of Conferences, 290, 01038. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129001038>
- Silva, H. S. N. (2013). Characterisation of polymer-based wood-substitute for sustainable building and construction (Order No. 27826588) [Dissertation]. Faculty of Computing, Engineering and Science.
- Sitorus, R., Wirjosentono, B., Tamrin, T., Siregar, A. H., & Nasution, D. A. (2020, September). *Characteristics of maleic anhydride-modified polystyrene and natural rubber blends containing "Talang" bamboo powder as sound damping material*. 020050. In AIP Conference Proceedings. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0015749>
- Smardzewski, J. & Kramski, D. (2019). Modelling stiffness of furniture manufactured from honeycomb panels depending on changing climate conditions. *Thin-Walled Structures*, 137, 295-302. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.01.019>
- Smardzewski, J., Słonina, M. & Maslej, M. (2017). Stiffness and failure behaviour of wood based honeycomb sandwich corner joints in different climates. *Composite Structures*, 168, 153-163. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.02.047>
- Sriprom, W., Sirivallop, A., Choodum, A., Limsakul, W. & Wongniramaikul, W. (2022). Plastic/Natural Fiber Composite Based on Recycled Expanded Polystyrene Foam Waste. *Polymers*, 14(11), 2241. <https://doi.org/10.3390/polym14112241>
- Tapia-Blácido, D. R., Aguilar, G. J., de Andrade, M. T., Rodrigues-Júnior, M. F. & Guareschi-Martins, F. C. (2022). Trends and challenges of starch-based foams for use as food packaging and food container. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 257-271. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.005>
- Teuber, L., Osburg, V.-S., Toporowski, W., Militz, H. & Krause, A. (2016). Wood polymer composites and their contribution to cascading utilisation. *Journal of Cleaner Production*, 110, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.009>
- Uddin, M. N., Desai, F. J., & Asmatulu, E. (2020). Biomimetic electrospun nanocomposite fibers from recycled polystyrene foams exhibiting superhydrophobicity. *Energy, Ecology and Environment*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40974-019-00140-7>

- Uğur, L., Duzcukoglu, H., Sahin, O. S. & Akkuş, H. (2020). Investigation of impact force on aluminium honeycomb structures by finite element analysis. *Journal of Sandwich Structures & Materials*, 22(1), 87-103. <https://doi.org/10.1177/1099636217733235>
- Ugwu, S. C. & Obele, C. M. (2023). A mini-review on expanded polystyrene waste recycling and its applications. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 8(1), 315-329. <https://doi.org/10.30574/wjaets.2023.8.1.0057>
- Uysal, M., & Güntekin, E. (2024). Prediction of screw withdrawal resistance for plywood laminated panels and sandwich panels. *Turkish Journal of Forestry*, 25(1), 81-88. <https://doi.org/10.18182/tjf.1375273>
- Vilaplana, F., Ribes-Greus, A. & Karlsson, S. (2007). Analytical strategies for the quality assessment of recycled high-impact polystyrene: A combination of thermal analysis, vibrational spectroscopy, and chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 604(1), 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.04.046>
- Wang, H.-M., Yuan, T.-Q., Song, G.-Y. & Sun, R.-C. (2021). Advanced and versatile lignin-derived biodegradable composite film materials toward a sustainable world. *Green Chemistry*, 23(11), 3790-3817. <https://doi.org/10.1039/D1GC00790D>
- Wang, J., Huang, T., Lei, F., Song, L., Luan, J. & Tang, Z. (2022). Investigation of the physical and mechanical properties of lightweight particleboard bonded by foamable polyurethane adhesive. *European Journal of Wood and Wood Products*, 80(1), 213-222. <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01744-9>

Bibliometric Analysis of Academic Studies on Particleboard

Yongalevha Üzerine Yapılmış Akademik Çalışmaların Bibliyometrik Analizi

 Abdullah BERAM¹

Abstract

Particleboard has an important position in the forest products sector and has led to significant changes in terms of trade volume and scientific studies in the last 20 years. The aim of this study is to examine research in the field of particleboard through a systematic literature review. Bibliometric analysis of studies published in English in the Web of Science database between 1980 and 2023 was carried out using the R programming language. Constraints were created using relevant keywords and a data set consisting of 3235 articles, reviews and conference proceedings was obtained. The resulting data set was analyzed through "biblioshiny" in the RStudio program. The research results revealed data such as the number of production of studies on the subject of the study by year, the most frequently used words, prominent institutions and authors in the field, the countries where the most publishing institutions are located, the amount of studies and citation records. This study shows that studies in the field of particleboard have gradually increased in the last 20 years. The fact that many researchers from different countries have worked on this subject emphasizes the importance and global dimension of particleboard studies. Particleboard workspace has a potential for collaboration and development around the world.

Keywords: Bibliometric Analysis, Particleboard, R, Web of Science

Özet

Yongalevha, orman ürünleri sektöründe önemli bir konuma sahip olup son 20 yılda ticaret hacmi ve bilimsel çalışmalar açısından önemli değişimlere yol açmıştır. Bu çalışmanın amacı, yongalevha alanındaki araştırmaları sistematik bir literatür taramasıyla incelemektir. Web of Science veri tabanında 1980-2023 yılları arasında İngilizce olarak yayımlanan çalışmaların bibliyometrik analizi, R programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlgili anahtar kelimeler kullanılarak kısıt oluşturulmuş ve 3235 makale, derleme ve konferans bildirisinden oluşan bir veri seti elde edilmiştir. Elde edilen veri seti, RStudio programındaki "biblioshiny" aracılığıyla analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları, çalışma konusuyla ilgili yapılan çalışmaların yıllara göre üretim sayısı, en sık kullanılan kelimeler, alanda öne çıkan kurumlar ve yazarlar, en çok yayın yapan kurumların bulunduğu ülkeler, çalışmaların miktarları ile atıf kayıtları gibi verileri ortaya koymuştur. Bu çalışma, son 20 yılda yongalevha alanındaki çalışmaların giderek arttığını göstermektedir. Farklı ülkelerden birçok araştırmacının bu konuda çalışmış olması, yongalevha çalışmalarının önemini ve küresel boyutunu vurgulamaktadır. Yongalevha çalışma alanı, dünya çapında işbirliğine açık ve geliştirilebilir bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, R, Yongalevha, Web of Science.

1. Introduction

Particleboard is a type of board produced naturally or synthetically, wood-based, in different thicknesses and flat shapes. This versatile material finds applications ranging from exterior facades of architectural structures to interior coverings, as well as in furniture and packaging industries. Particleboard stands out with its advantages such as the material's durability, aesthetic appeal and workability. Over the past two decades, the particleboard industry has undergone significant transformations and advancements. Enhanced production machinery, automation, and the integration of digitalization processes have notably augmented both production efficiency and quality standards. These technological enhancements have facilitated an increase in production capacities concomitant with elevating product quality levels. (Şahin, 2013; İstek et al., 2017; Kara et al., 2019). In the 21st century, the importance of clean production and sustainability issues has increased. Therefore, there has been greater focus in the particleboard industry on environmental factors such as sustainable forest management practices and recycling processes. Such product and market diversity has also begun to become more diverse. Different types of board products are produced to appeal to different market segments. Furthermore, the surge in exports of particleboard products to international markets has instigated heightened competition among producing nations and enterprises. Technologies such as smart production systems, data analytics and artificial intelligence provide advantages to companies and countries in the competitive environment by optimizing production processes and improving product quality. These multifaceted changes and developments have significantly influenced the globalization of the particleboard sector, amplifying trade volumes, and stimulating the formulation of international standards and trade accords over the past two decades. As such, factors encompassing technological advancements, environmental imperatives, production diversification, digital transformation, and globalization dynamics are poised to exert considerable influence in shaping the future trajectory of the industry.

Particleboard serves as a crucial material within the construction industry, utilized across diverse structural elements including wall panels, flooring materials, ceiling coverings, and exterior cladding. Its application ensures structural durability, safety, and enhances the aesthetic appeal of edifices (Kurt, 2019). Within the furniture industry, particleboard is extensively favored for crafting cabinets, tables, chairs, and various other furniture pieces (Efe and Imirzi, 2007; Ayırmis et al., 2015; Oliviera et al., 2016; Bazetto et

al., 2019). In the packaging sector, it presents a dependable solution for the transportation, storage, and safeguarding of products, manifesting in the form of cardboard boxes, pallets, and other packaging materials (Hwang et al., 2006; İstek et al., 2017). Beyond its commercial applications, particleboard holds paramount importance in environmental sustainability endeavors. Sourced from responsibly managed forest resources, particleboard mitigates environmental impacts and contributes to the preservation of forests. (Yener et al., 2012; Akin and Karaboyacı, 2021).

The trajectory of the particleboard industry's future growth hinges significantly on sustainability-driven innovations and its capacity to align with market demands. In this context, the particleboard sector is notable as an important factor in the evolution of the construction industry and has a wide range of interest and study among researchers, engineers and industry experts. These studies predominantly delve into particleboard production, properties, application scopes, environmental ramifications, and sustainability imperatives (Rivela et al., 2006; Archanowicz et al., 2013; Hussain et al., 2017; Güler and Yasar, 2018; Yaşar and Güler, 2021; Lao and Chang, 2023). Additionally, many studies have been conducted on the mechanical and physical properties of particleboards. These studies aim to determine the most suitable material options for different application areas by evaluating the durability, hardness, flexibility and other mechanical properties of particleboards (Beram and Yasar, 2018; Guler and Beram, 2018; Guler, 2019; Kowaluk et al., 2020; Yasar et al., 2020). Furthermore, environmental ramifications stemming from particleboard industry practices constitute a focal point of extensive research endeavors. These studies entail comprehensive assessments of particleboard production's impact on forest resources, energy consumption patterns, waste management protocols, and carbon emissions footprint. Issues pertaining to sustainable forest management practices and recycling initiatives also feature prominently within the focus of these researches (Engür and Kartal, 2001; Taramian et al., 2007; Güntekin et al., 2009; Ulusoy et al., 2016; Iždinský et al., 2020; Akin and Karaboyacı, 2021; Lee et al., 2022).

Bibliometric studies encompass the quantitative exploration of scientific information (Ayala et al., 2010). Recognized as a method conducive to evaluating research outcomes through statistical methodologies, such analyses serve to scrutinize the metrological attributes of information generated within specific fields, as highlighted by Ellegaard and Wallin (2015). These studies play an instrumental role in gauging the volume and progression of scientific output across nations, institutions, research entities, and scholars within pivotal subject domains. The bibliographic domain has witnessed an exponential

surge in recent decades, propelled by the advent of digitization, the systematic organization of information, and the proliferation of diverse scientific literature databases accessible worldwide in electronic formats (Ayala et al., 2010). This method is deemed a valuable tool to aid decision-making in setting research priorities, tracking scientific and technological developments, allocating funds, and recognizing scientific excellence (Mejia et al., 2021). A bibliometric study assesses annual publications, identifies the most prolific and noteworthy authors, highlights significant institutions and nations, and examines the most cited articles within a particular field of knowledge. This comprehensive analysis serves to evaluate the scientific significance and progression of the field, providing insights into research trends, influential contributors, and the dissemination of knowledge.

The aim of this study is to highlight the important information of scientific studies conducted in the field of particleboard and to draw attention to the subject. It is a systematic literature review of international studies in the field of particleboard, which has received increasing research attention in recent years. It will afford a comprehensive portrayal of the scientific community, facilitated by the application of bibliometric techniques, which scrutinize data and metadata from previously published works within the field. Consequently, the primary objectives encompass scrutinizing the annual publication trend, identifying the most prolific and extensively referenced journals and authors, and elucidating the prevalent keywords and articles within the literature.

2. Material and Method

2.1. Source of Data

This bibliometric study analyzed the published academic studies of particleboard indexed in the Web of Science (WOS) core collection database. As known, WOS is the most reliable global citation database with a collection of over 21,000 peer-reviewed journals and the most accepted one for analysis of academic papers (Liu et al, 2012; Nunen et al., 2018). In this study, between the years 1980 and 2023, a total of 3665 documents were extracted related to "particleboard" in "topic". Subsequently, the document types were filtered by selecting the "article", "review article," and "proceeding paper" and the language was restricted to English. Ultimately, 3235 studies were refined. All data were collected the same day from the Web of Science Core Collection (WOSCC) to avoid bias caused by database updates.

2.2. Statistical Analysis

In this study, Biblioshiny was employed for conducting bibliometric analyses (Cuccurullo et al., 2016; Aria et al., 2022). Biblioshiny, a free web-based interface, operates within the R operating system and integrates seamlessly with the open-source R software (Team, 2014). To initiate the analyses via the web interface in R, the necessary packages for bibliometric analysis was first installed using the following sequential commands: `install.packages("devtools")` and `devtools::install_github(massimoaria/bibliometrix)` (Aria et al., 2017). Following this, the package library was loaded with the command `library(bibliometrix)`. Finally, access to the database was achieved using the code `biblioshiny(maxUploadSize=500)`.

Within the Biblioshiny interface, the WOS database option was chosen, and a text file containing 3235 documents was imported. Subsequent bibliometric analyses were conducted across various tabs including Overview, Sources, Authors, Documents, Conceptual Structure, Intellectual Structure, and Social Structure. The analysis began with an examination of the annual production of the selected reference topics, followed by determining the percentages of the top 10 most frequently used keywords. A progressive analysis approach, moving from general to specific, was adopted, and further bibliometric analyses were performed for countries, affiliations, journals, and authors, respectively.

3. Results

In this study, 653 sources (Journals, Books, etc) analyzed encompass 3235 scientific studies spanning the period from 1980 to 2023. Table 1 encapsulates key information pertaining to these sources. Upon analysis of the source data, it was found that the annual citation rate per article was 16.99%, and the annual growth rate was 7.89%, as presented in Table 1. Additionally, there are 244 articles authored by a single individual, representing 7.5% of all studies conducted. Another notable finding from the study is the 23.18% international co-authorship rate, indicating that the research topic is conducive to collaboration among researchers from different regions.

Table 1. Main information about data.

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	1980:2023
Sources (Journals, Books, etc)	653
Documents	3235
Annual Growth Rate %	7.89
Document Average Age	11,8
Average citations per doc	16,99
References	57884
AUTHORS	
Authors	6518
Authors of single-authored docs	202
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	244
Co-Authors per Doc	3,9
International co-authorships %	23,18
DOCUMENT TYPES	
article	2807
proceedings paper	332
review	96

The distribution of the number of articles produced on the topic over the years is depicted in Figure 1. It is evident from Figure 1 that only a small number of articles were produced from 1980 to 2000. However, since 2000, a steady annual growth in the number of articles has been observed. Particularly noteworthy is the significant increase since 2010, with more than 100 articles being published annually. Given this upward trend over the last two decades, it is reasonable to infer that the subject remains a contemporary issue, and it is anticipated that further research will be conducted in the coming years.

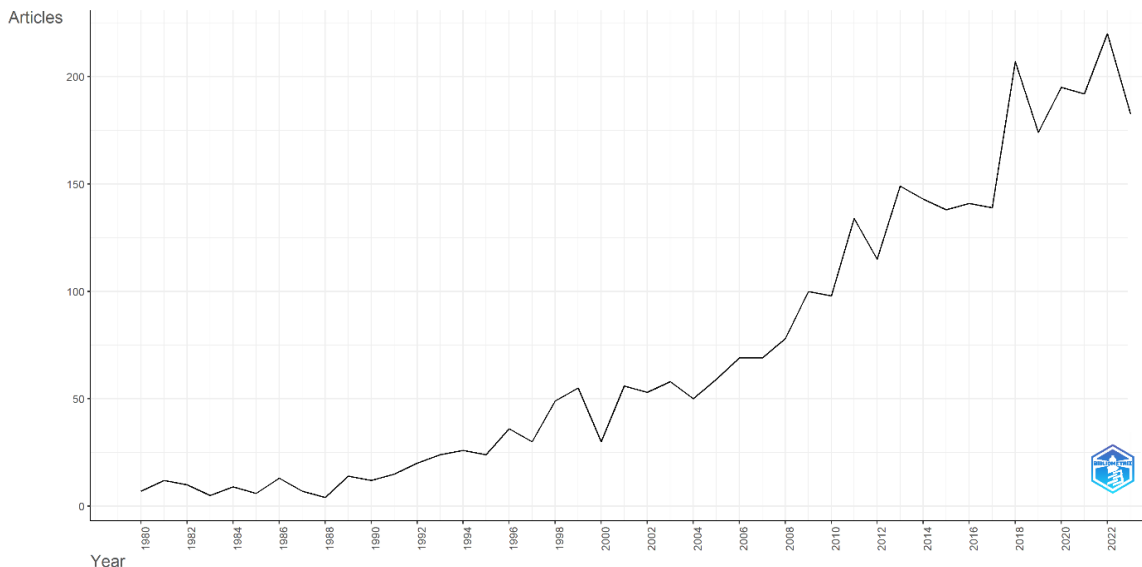


Figure 1. Annual scientific production.

3.1. Countries/regions and organizations analysis

The countries where the most cited studies were conducted are shown in Figure 2. When the most cited studies are examined, institutions in the USA appear to be at the first with 8201 citations. China comes in second with 5017 citations, behind the USA. Türkiye, France, Japan and Malaysia follow the ranking. It is noteworthy that our country ranks 3rd with 4684 citations. This indicates that researchers in Türkiye working in the this field of science produce studies that add valuable findings to the field and that these studies are accepted around the world.

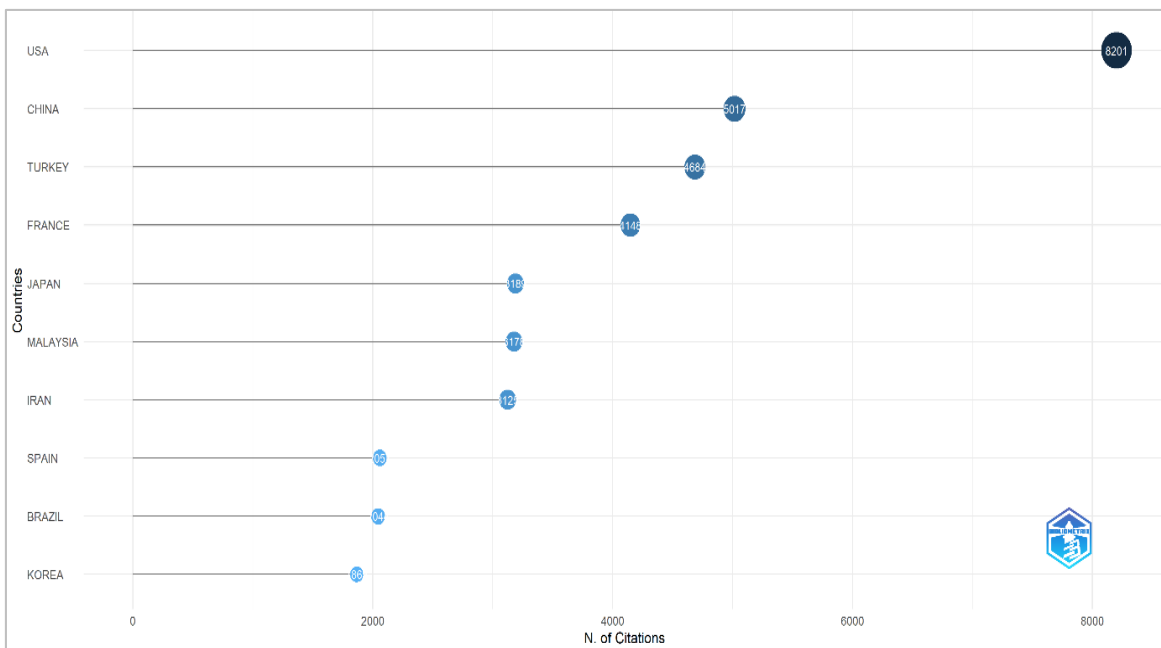


Figure 2. Most cited countries.

Figure 3 illustrates the number of articles published by various countries on particleboard over time. There has been a notable increase in publications from the USA since the early 1990s, and a similar trend is observed in other countries since 2000. Notably, China's production output has surged over the past decade, currently rivaling that of the USA. Additionally, Türkiye, Brazil, and Malaysia have demonstrated significant growth in the last two decades. This achievement is supported by the expansion of particleboard production and trade, the increase in export volume, and the overall growth of the sector within the country. The growth of the industrial sector has attracted the attention of researchers around the world and has been reflected in scientific studies.

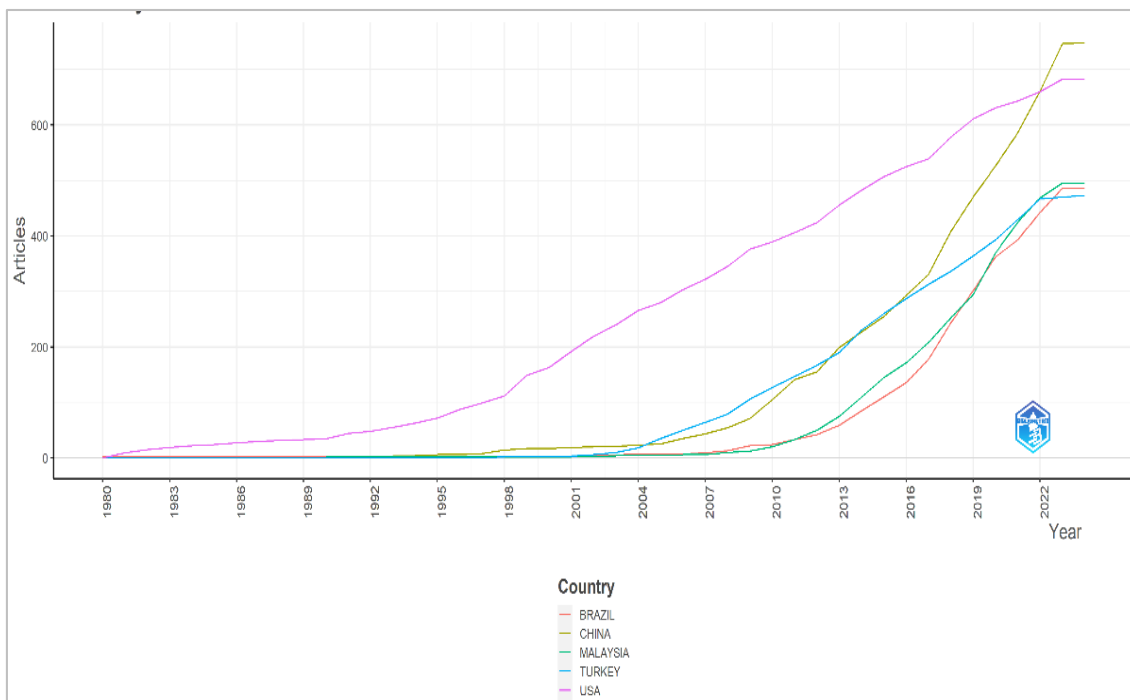


Figure 3. Country production on number of articles over time.

Figure 4 illustrates the scientific output of nations across the depicted World Map, employing a gradient of colors to delineate varying levels of scholarly contribution. The spectrum ranges from deep blue hues to lighter shades and grays, each indicative of the volume of research articles attributed to the respective countries. Those regions rendered in grey signify a lack of discernible scholarly presence within the database under consideration. Notably, the transition from darker to lighter blues denotes a diminishing count of articles per nation, thus highlighting the differential levels of scientific productivity across the geographic landscape. Consequently, nations depicted in darker shades of blue are emblematic of heightened scholarly output within the subject domain under investigation.

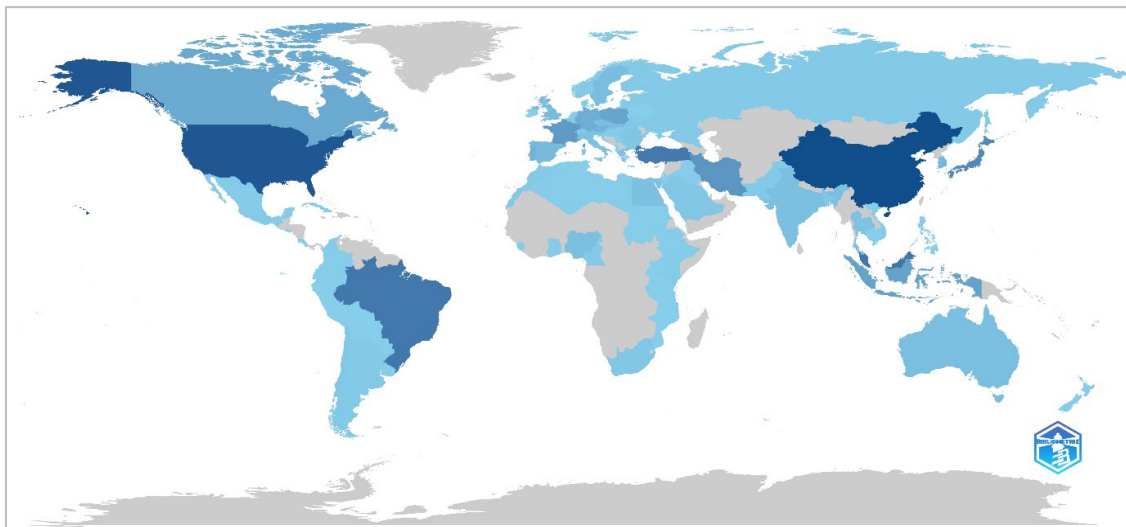


Figure 4. Country scientific production.

The evaluation of the most relevant affiliations engaged in research on the subject is depicted in Figure 5. Upon examination of the affiliations involved in the research, it becomes apparent that the top 10 institutions predominantly comprise universities based in Malaysia, China, France, Japan, Brazil, USA, and Türkiye. Notably, Universiti Sains Malaysia secures the top position in this ranking. Among the diverse range of institutions, Karadeniz Technical University from Türkiye also garners recognition within this group.

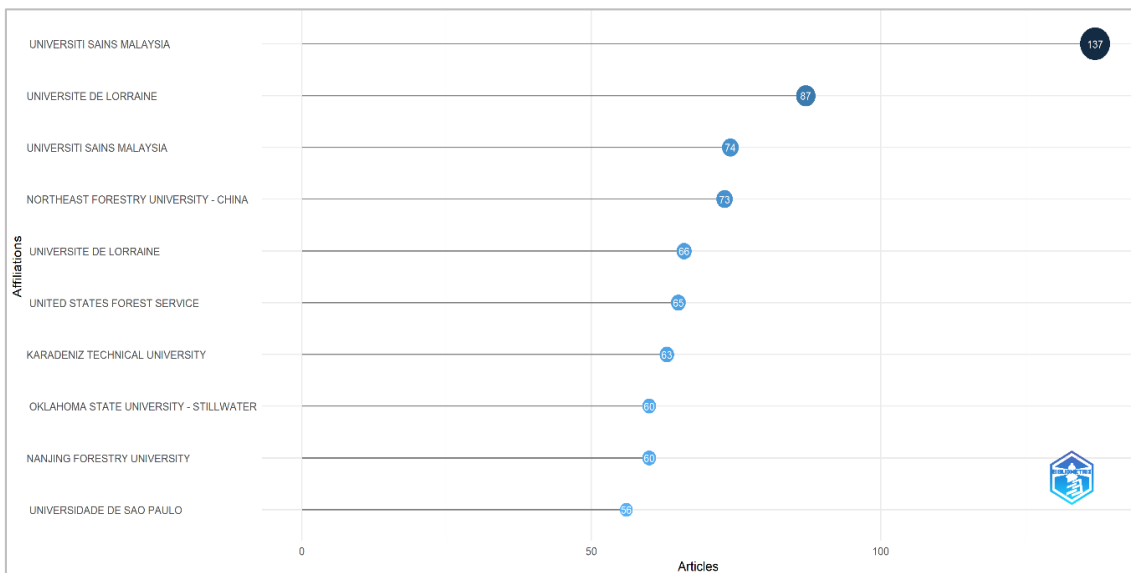


Figure 5. Most relevant affiliations on particleboard papers.

Corresponding Author's Countries and Publication Production Together or Alone are given in Figure 6. Upon examination of the figure, it is evident that a considerable number of articles are attributed to single-country publications (SCP), while multiple-country publications (MCP) are relatively scarce. Notably, a balanced distribution is observed in

France and Malaysia. However, the substantial presence of multi-country publications suggests that the subject is conducive to collaborative research endeavors.

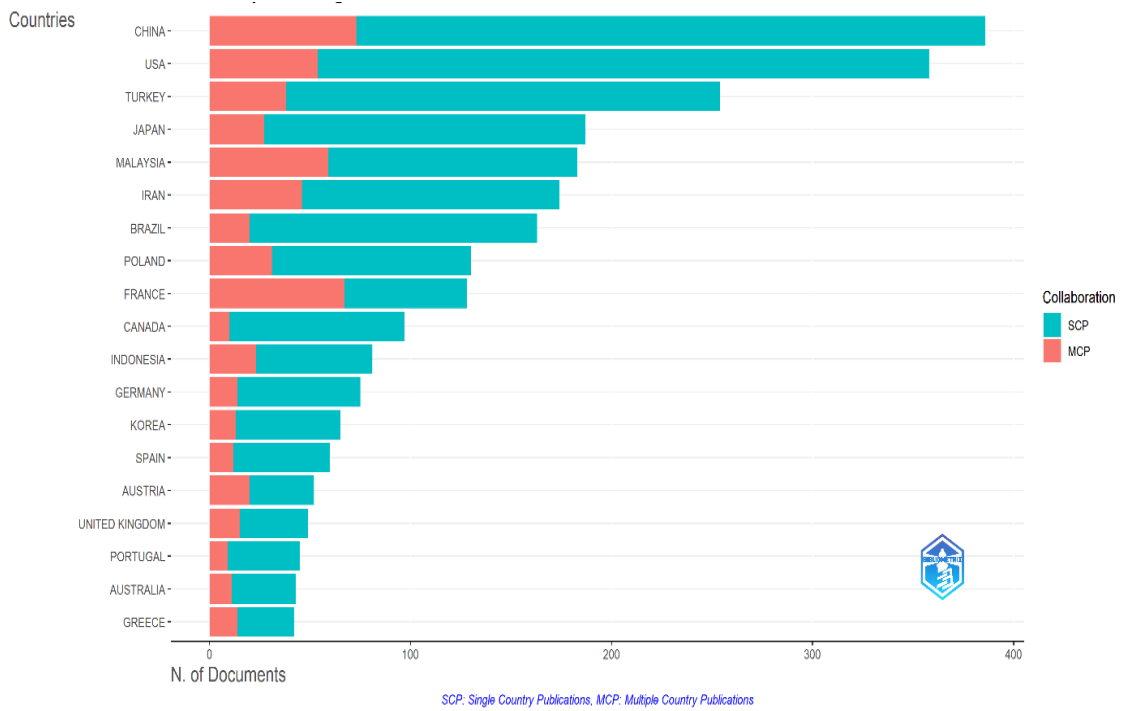


Figure 6. Corresponding author countries and publication production single or together.

3.2. Journals/sources analysis

Figure 7 depicts the top 10 journals that publish the most relevant sources on the subject. BIORESOURCES leads the list with 250 articles, followed by FOREST PRODUCTS JOURNAL with 202 articles.

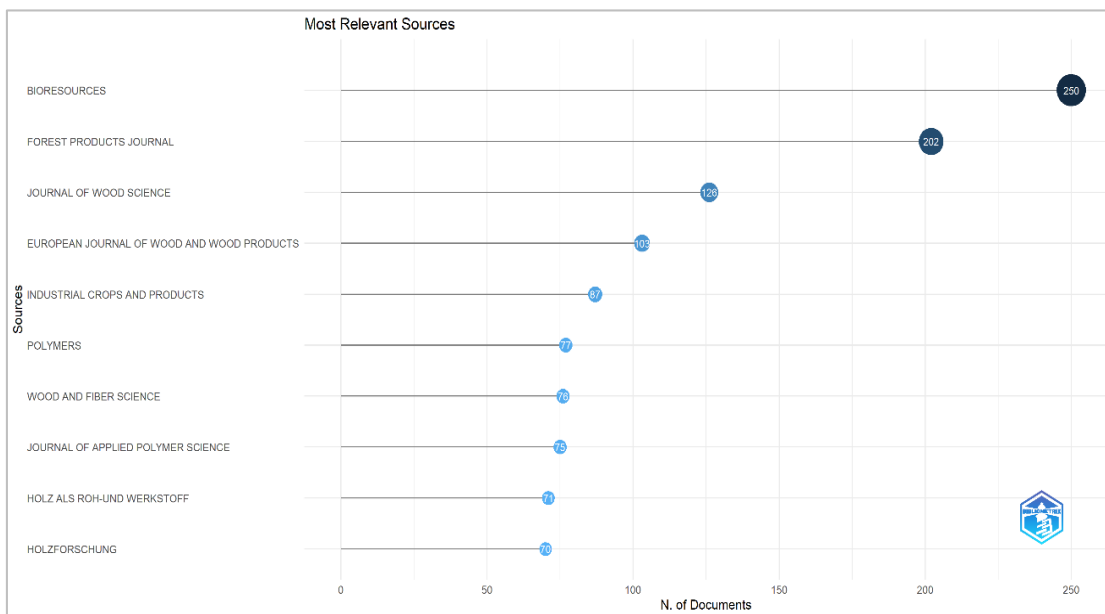


Figure 7. Most relevant sources.

Figure 8 depicts the top 10 journals that publish the most local cited sources on the subject. FOREST PRODUCTS JOURNAL leads the list with 3255 local citations, followed by BIORESOURCES with 3036 local citations.

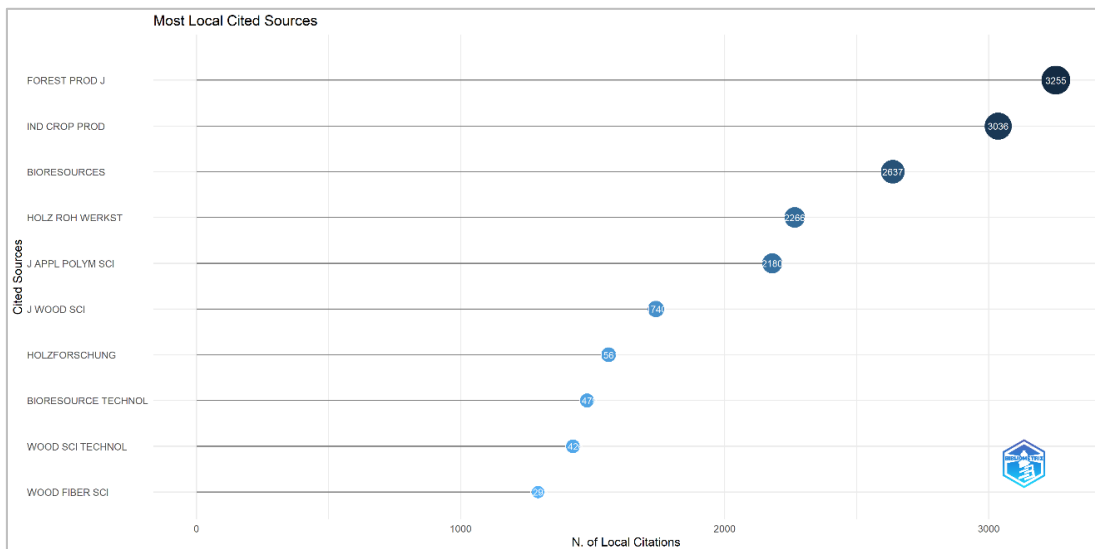


Figure 8. Most local cited sources.

Figure 9 depicts the top 10 journals that publish the sources' production over time on the subject. While FOREST PRODUCTS JOURNAL is making progress every year, there is a significant increase in BIORESOURCES, especially as of 2010. Other sources in the top 5 continue to make progress with the same determination. This indicates the increasing quality and contribution levels of scientific studies.

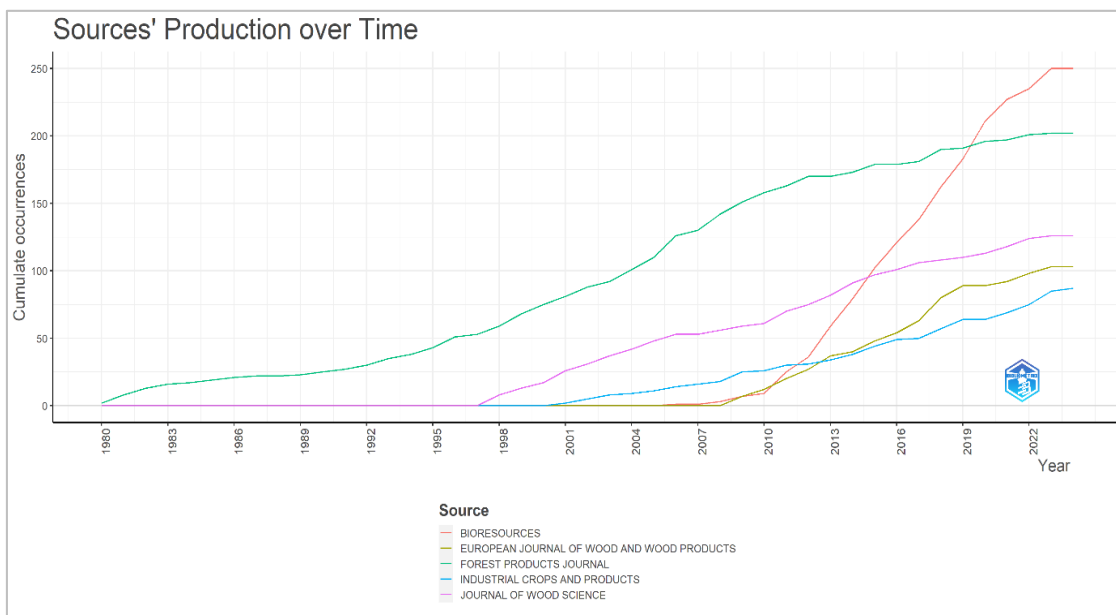


Figure 9. Sources' production cited sources.

sustainability within the forest products sector with interdisciplinary cooperation and leveraging diverse expertise.

References

- Akın, A. E., & Karaboyacı, M. (2021). Effects of activated carbon on medium density fiber board properties. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 5(Özel Sayı), 7-12. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.1053884>
- Alkın, M., & Kuşat, N. (2023). Global brand bibliometric analysis. *Tamga Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 88-98.
- Archanowicz, E., Kowaluk, G., Niedziński, W., & Beer, P. (2013). Properties of particleboards made of biocomponents from fibrous chips for FEM modeling. *BioResources*, 8(4), 6220-6230.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975.
- Aria, M., Cuccurullo, C., D'Aniello, L., Misuraca, M., & Spano, M. (2022). Thematic analysis as a new culturomic tool: the social media coverage on COVID-19 pandemic in Italy. *Sustainability*, 14(6), 3643.
- Arslan, İ. (2015). *R ile istatistiksel programlama*. Pusula.
- Aslancı, S. (2022). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme: bibliyometrik bir analiz. *Scientific Educational Studies*, 6(1), 1-25.
- Ayala, F. J., Michán, L., Castañeda Sortibrán, A., & Rodríguez-Arnaiz, R. (2010). Global Drosophila Research: a bibliometric analysis. *Drosophila Information Service*; 93, 232-243.
- Ayrılmış, N., Göksel, U. L. A. Y., Bağlı, E. F., & Özkan, İ. (2015). Ahşap sandviç kompozit levhaların yapısı ve mobilya endüstrisinde kullanımı. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 15(1), 37-48.
- Bazzetto, J. T. D. L., Bortoletto, G., & Brito, F. M. S. (2019). Effect of particle size on bamboo particle board properties. *Floresta e ambiente*, 26(2), e20170125.
- Beram, A., & Yaşar, S. (2018). NaOH ile modifiye edilmiş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yongalarının levha üretimindeki performansı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 187-196.
- Cuccurullo, C., Aria, M., & Sarto, F. (2016). Foundations and trends in performance management. A twenty-five years bibliometric analysis in business and public administration domains. *Scientometrics*, 108, 595-611.

- Efe, H., & İmirzi, H. Ö. (2007). Mobilya Üretiminde Kullanılan Çeşitli Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri. *Politeknik Dergisi*, 10(1), 93-103.
- Ellegaard O, Wallin JA. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105, 1809-1831.
- Engür, O., & Kartal, N. (2001). Orman ürünleri endüstrisinde çevre kirliliği ve kontrolü. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 51(2), 43-52.
- Güler, G. (2019). Kanola (*Brassica napus* L.) saplarından üretilen yongalevhaların termal, yanma ve yüzey pürüzlülük özellikleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(2), 114-120. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.596216>
- Güler, G., & Beram, A. (2018). Yabani Hindiba (*Cichorium intybus* L.) Saplarından Üretilen Yongalevhaların Fiziksel, Mekanik Ve Yüzey Pürüzlülük Özelliklerinin İncelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 216-222.
- Güler, G., & Yaşar, S. (2018). Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) odununun bazı kimyasal özelliklerinin incelenmesi ve yongalevha üretiminde değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 184-193.
- Güntekin, E., Yaşar, S., Karakuş, B., & Arslan, M. B. (2009). Bazı kimyasal ön işlemlerin asma budama atıklarından üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15), 45-49.
- Hussain, M., Malik, R. N., & Taylor, A. (2017). Carbon footprint as an environmental sustainability indicator for the particleboard produced in Pakistan. *Environmental Research*, 155, 385-393.
- Hwang, G. S., Wang, E. I. C., & Su, Y. C. (2006). Preparation of composite board using foil-laminated and plastic-laminated liquid packaging paperboard as raw materials. *Journal of Wood Science*, 52, 230-235.
- Iždinský, J., Vidholdová, Z., & Reinprecht, L. (2020). Particleboards from recycled wood. *Forests*, 11(11), 1166.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., & Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.
- Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., & Kayacan, B. (2019). Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 15(1), 15-32
- Kowaluk, G., Szymanowski, K., & Kozłowski, P. (2020). Functional assessment of particleboards made of apple and plum orchard pruning. *Waste Biomass Valor*, 11, 2877–2886S.

- Kurt, R. (2019). Mobilya sektöründe E-Ticaret'in GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1), 616-627.
- Lao, W. L., & Chang, L. (2023). Comparative life cycle assessment of medium density fiberboard and particleboard: A case study in China. *Industrial Crops and Products*, 205, 117443.
- Lee, S. H., Lum, W. C., Boon, J. G., Kristak, L., Antov, P., Pezdik, M., ... & Pizzi, A. (2022). Particleboard from agricultural biomass and recycled wood waste: A review. *Journal Of Materials Research And Technology*, 20, 4630-4658.
- Liu, X., Zhan, F. B., Hong, S., Niu, B., & Liu, Y. (2012). A bibliometric study of earthquake research: 1900–2010. *Scientometrics*, 92(3), 747-765.
- Mejia, C., Wu, M., Zhang, Y., & Kajikawa, Y. (2021). Exploring topics in bibliometric research through citation networks and semantic analysis. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 6, 742311.
- Nunen, K. V., Li Jie, L. J., Reniers, G., & Ponnet, K. (2018). Bibliometric analysis of safety culture research. *Safety science*, 108, 248-258.
- Oliveira, S. L., Mendes, R. F., Mendes, L. M., & Freire, T. P. (2016). Particleboard panels made from sugarcane bagasse: characterization for use in the furniture industry. *Materials Research*, 19, 914-922.
- Orace, M., Hosseini, M. R., Papadonikolaki, E., Palliyaguru, R., & Arashpour, M. (2017). Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature review. *International Journal of Project Management*, 35(7), 1288-1301.
- Rivela, B., Hospido, A., Moreira, T., & Feijoo, G. (2006). Life cycle inventory of particleboard: a case study in the wood sector (8 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, 106-113.
- Şahin, P., (2013). *Orman Ürünleri Sanayi Sektörünün Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taramian, A., Doosthoseini, K., Mirshokraii, S. A., & Faezipour, M. (2007). Particleboard manufacturing: an innovative way to recycle paper sludge. *Waste management*, 27(12), 1739-1746.
- Team, R. C. (2014). R: a language and environment for statistical computing MSOR Connections.

- Ulusoy, H., Atılgan, A., & Peker, H. (2016). Orman ürünleri endüstrisinin ekolojik açıdan irdelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 92-106.
- Yaşar, S., & Güler, G. (2021). Kraft bazlı kağıt hamuru üretimi öncesinde uygulanan ön hidrolizin Karakavak (*Populus nigra* L.) odunu yongalarının kimyasal bileşimi üzerine etkileri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 5(2), 118-123.
- Yaşar, S., Uz, A., & Beram, A. (2020). Isıl İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarından Üretilen Levhaların Bazı Özellikleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(1), 14-20.
- Yener, T., Akyüz, İ., Özdemir, T., & Akyüz, K. C. (2012). Sürdürülebilirlik ve yerel ekonomiye katkısı yönlerinden orman ürünleri sanayi. *Global Journal of Economics and Business Studies*, 1(2), 12-19.

Artvin Şavşat'ta bozayı habitat uygunluğunun MaxEnt yöntemi ile belirlenmesi ve yönetimi için öneriler

Estimation of brown bear suitable habitats in Şavşat, Artvin using MaxEnt and recommendations for their management

 Nedim Ahmet YÜKSEL¹,  Hüseyin AMBARLI²

Özet

Bozayı (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), ülkemizde doğal yaşam alanları olan ormanlar, yaylalar ve dağlık bölgelerde sıklıkla rastlanan bir türdür. Şavşat ilçesi, Artvin'in doğusunda yer alan zengin biyoçeşitlilik barındıran bir bölgedir ve Artvin'deki bozayı nüfusunun önemli bir kısmı bu bölgede yaşamaktadır. Bu nedenle, Şavşat'ta bozayının habitat uygunluk modellemesini yapmak, türün korunması ve yönetimi açısından önemlidir. Bozayının habitat uygunluğunu belirlemek için GPS-GSM vericili tasmlar kullanılarak elde edilen konum verileri, iklim verileri ve çevresel veriler kullanılarak MaxEnt yöntemiyle habitat uygunluk modellemesi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler arasında biyo-iklim iklim verileri, eğim, yükseklik, engebelilik, "Corine" arazi örtüsü ve insan etkisi indeksi verileri yer almaktadır. Bu veriler, bozayının yaşam alanı tercihlerini belirleyen faktörler arasındadır. Modelin sonuçlarına göre, Şavşat'ta en yüksek habitat uygunluk oranları, ibrelili ve yapraklı ormanlık bölgelerde görülmekle birlikte meyve-sebze bahçelerini de önemli derecede kullandıklarını göstermektedir. Bu sonuçlar, bozayının ormanlık alanları tercih ettiğini, ormanların korunmasının ve yönetiminin önemli olduğunu göstermektedir. İnsan-ayıl çatışmasına neden olabilecek bozayların sebze-meyve bahçelerini ve mezarları tercih etmelerine karşın, çalışmamız ormanlık ve dağlık alanlarda da önlemler alınması gerekebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 1.000-2.000 rakımlı alanların da bozayının habitatı için önemli olduğu tespit edilmiştir. Habitat uygunluk modellemesi, türlerin korunması ve yönetimi açısından önemli bir araçtır.

Anahtar Kelimeler: Bozayı, habitat modeli, MaxEnt yöntemi, tür dağılım modeli, habitat uygunluk haritaları

Abstract

The brown bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) is a species mostly encountered in forests, plateaus and montane regions, which are its natural habitats in Turkey. The Şavşat district located in the east of Artvin is a rich biodiversity region, and a significant portion of the brown bear population in Artvin lives in this region. Therefore, habitat suitability modeling of brown bears in Şavşat is important for the conservation and management of the species. In order to estimate the habitat suitability of the brown bear, habitat suitability modeling was carried out with the MaxEnt method using location data obtained from collars with GPS-GSM transmitters, climate and environmental data. The data used in the study include bioclimatic climate data, slope, elevation, ruggedness, Corine land cover and human impact index data. These data are among the factors that determine the habitat suitability for brown bears. According to the results of the model, the highest habitat suitability ratios in Şavşat are observed in coniferous and deciduous forests, but they also use fruit and vegetable gardens to a significant extent. These results showed that brown bears use forested areas, which is important for forest conservation and management. It was also found that areas at 1,000-2,000 m elevation are also important for brown bear habitat. Brown bears tend to use orchards, agricultural areas and temporary settlements, leading to human-bear conflicts, therefore, our study showed that measures should be taken in forested and montane areas. Habitat suitability modeling is an important tool for species conservation and management.

Keywords: Brown bear, habitat modeling, MaxEnt method, species distribution modeling, habitat suitability maps

Geliş Tarihi: 11.01.2024, Düzeltme Tarihi: 08.05.2024, Kabul Tarihi: 25.06.2024

Adres: ²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü

E-mail: huseyinambarli@gmail.com

*Bu makale Orman Mühendisliği Anabilimdalı Yüksek Lisans Öğrencisi Nedim Ahmet Yüksel'in tezinden üretilen bir çalışmadır.

1. Giriş

Bozayı (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), Avrupa'da, Asya'da ve Kuzey Amerika'dayaşayan karasal büyük memeli türüdür (Swenson ve ark., 2020). Yetişkin bir bozayı, 100-300 kg arasında değişen ağırlığa sahip olabilmekte ve genellikle ormanlık ve dağlık bölgelerde yaşamaktadırlar. Bozayı, omnivor (etçil ve otçul) olduğundan, memeli hayvanlar, mantar, bazı böcek ve bitki türleri ile beslenebilmektedir (Swenson ve ark., 2020). Ancak meyve ve tohum çeşitleri başta olmak üzere ülkemizdeki besininin büyük çoğunluğu, %85'in üzerinde bitkisel gıdaya dayanmaktadır (Ambarlı, 2016).

Bozayı, Türkiye'nin en büyük yabani karasal memelisi olup Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri ile kısmen Kuzeybatı Anadolu ve Akdeniz bölgelerimizde yayılış göstermektedir (Ambarlı ve ark., 2016). Bozayının popülasyonu, habitatın uygunluğu, beslenme alışkanlıkları ve davranışları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Swenson ve ark., 2020).

Habitat modellemesi (HM), yaban hayvanlarının yaşama ve üreme alanlarına ilişkin ayrıntılı bilgiler sağlayarak, koruma faaliyetleri ve avlanma politikalarının belirlenmesine yardımcı olur ve yaban hayatı yönetimine önemli katkılar sağlayabilir. Koruma projeleri, bir türü etkili yönetmek için, türün coğrafi dağılımının veya yaşam alanlarının kullanımının belirlenmesini gerektirir (Pearce ve Boyce, 2005). Tür dağılım modelleri (TDM) ve habitat modelleri, belirli bir tür veya taksonun yaşam alanını anlamak, yeniden yerleştirme çalışmaları öncesinde uygun habitatları belirlemek ve tür koruma çalışmaları için kullanılmaktadır. TDM, biyocoğrafya, ekoloji ve koruma biyolojisi gibi alanlardaki yabani türlerin araştırılmasındaki zorluklar ile mücadele edebilmek için gerekli hale gelmiştir (Guisan ve Thuiller, 2005).

TDM hem mevcut hem de gelecekteki dağılımları açıklamak için çevresel değişkenleri kullanır (Li ve ark., 2019; Struebig ve ark., 2015). Bu modellemeler, hangi çevresel değişkenlerin bir türün yaşam alanını belirlediğini ve nerede yaşama olasılığı olduğunu belirleyerek, o türün mevcut veya gelecekteki potansiyel dağılımını tahmin etmeye yardımcı olur. Bu, türlerin korunması için gereken habitatların belirlenmesine, habitatların korunması için yapılan çalışmaların planlanmasına ve bölgedeki doğal kaynakların etkili yönetilmesine yardımcı olur. Ayrıca habitat modellemesi, yaban hayvanları ile insan arasındaki çatışmaları en aza indirmek için de kullanılır (Nayeri ve ark., 2022). Örneğin, habitat modeli sonuçlarına dayanarak, yaban hayvanlarının tarım alanlarına girmesini ve zarar vermesini önleyici önlemler alınabilir (Ambarlı ve Bilgin, 2008). TDM ayrıca iklim

değişikliğinin tür dağılımı üzerindeki etkilerini tahmin ederek türlerin uygun yaşam alanlarını belirlemek için de kullanılmaktadır (Tellería ve ark., 2019; Song ve ark., 2020; Bai ve ark., 2022; Buechley ve ark., 2022).

Habitat uygunluk modeli (MaxEnt, İngilizce: “Maximum Entropy”) veya TDM için temelde hedef türe ait varlık verileri ve yokluk verilerini kullanılan yöntemler mevcuttur. Varlık ve(ya) yokluk verilerini modellemek için birçok yaklaşım kullanılmaktadır (Guisan ve Zimmermann, 2000). Bununla birlikte, yalnızca tür hakkındaki gözlemlerden oluşan, yokluk verilerine dair güvenilir verileri içermeyen, yalnızca varlık verilerinin kullanılması giderek artmaktadır (Yackulic ve ark., 2013). MaxEnt, yalnızca varlık verilerini analiz ederek habitat uygunluğunu ortaya koyan son yıllardaki en yaygın algoritma olmuştur (Yackulic ve ark., 2013). Bu verilerin kaynakları arasında atlaslar, müze ve herbaryum kayıtları, tür listeleri, tesadüfi gözlem veri tabanları ve telemetri izleme çalışmaları yer alır (Pearce ve Boyce, 2005). Bunlar arasında MaxEnt, en yüksek entropi yöntemine dayalı olarak çalışmaktadır (Booth ve ark., 2014) ve türün bilinen varlık noktalarının (tür dağılımı verileri) yanı sıra belirli bir bölgedeki çevresel değişkenlerin dağılımını kullanarak türün potansiyel dağılımının nereleri kapsayabileceğini ve türe uygun habitatların nereler olabileceğini tahmin etmektedir (Booth ve ark., 2014).

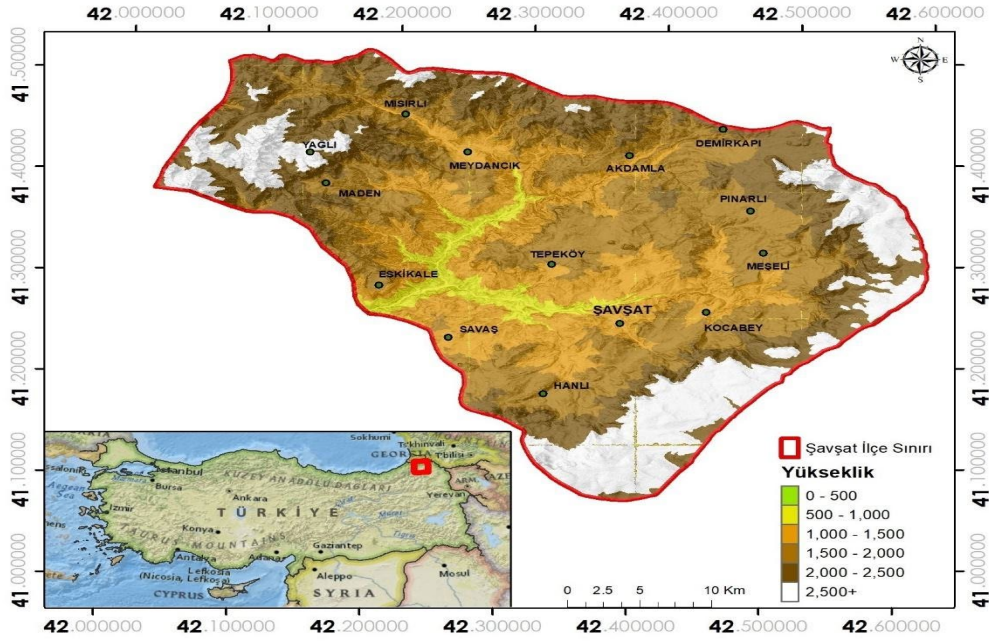
Ayılarla ilgili yönetim kararlarını almak ve ayı popülasyonlarının sürdürülebilir yönetimi için bilimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Servheen ve ark., 2021). Bozayının potansiyel yaşam alanları, doğrudan veya dolaylı gözlemler aracılığıyla belirlenebilir. Ancak yaşam alanlarının daraldığı veya popülasyonun yoğun olduğu yerlerde dağılımını ayrıntılı belirlemek gerektiğinde, önceden elde edilmiş konum verileri kullanılarak türün potansiyel dağılımı ve önemli geçiş alanları belirlenebilir. Bunun için bahsedilen MaxEnt yöntemi önemli veriler üretebilir (Booth ve ark., 2014).

Bu çalışma Artvin ili Şavşat ilçesindeki bozayı popülasyonunun yaşadığı alanların ve olası yaşam alanlarının GPS-GSM’li doğrulanmış ve farklı bireylerden gelen konum verilerinin MaxEnt programında iklim ve çevre verileriyle birlikte analiz edilmesini ve olası uygun habitatların ortaya konmasını ve ileride yönetim planları için uygun öneriler oluşturmayı amaçlamıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Araştırma alanı Artvin ili Şavşat ilçesi idari sınırlarıdır (Şekil 1). Şavşat'ın yüzölçümü 1.317 km²'dir. Doğusunda Ardahan ili, batısında Borçka ve Artvin (Merkez) ilçeleri, kuzeyinde Gürcistan ve güneyinde Ardanuç ilçesi yer alır. Toplam insan nüfusu 2023 yılında 16.917 kişidir (TUİK 2023). Ancak bu nüfus özellikle yaz aylarında hem diğer ilçelerden gelen yaylacılar hem de diğer illerden gelen gurbetçilerle oldukça artmaktadır.



Şekil 1: Çalışma alanı.

Bölgede dağlık ve engebeli bir arazi yapısı hâkimdir. Yüksek rakımlı dağlar, derin vadiler, platolar, tepeler ve dereler bulunmaktadır. Doğusunda Borçka sınırını oluşturan Karçal Dağları (3.428 m) bölgenin en yüksek dağları arasındadır. İlçenin güneyinden Ardahan'a uzanan Yalnızçam Dağları da 3.000 m'yi aşar. İlçenin kuzeybatısında Sahara Dağı yer alır (2.850 m). Bu dağlarda bozayların en yaygın kış uykusu ve bahar habitatu olan engebeli kayalıklı alpin çayırlar ve iğne yapraklı Ladin (*Picea orientalis*) ve Gökmar (*Abies normandiana*) ormanları bulunur. Ayrıca alçak rakımlarda bozayların sonbaharda beslendiği besleyici tohumlu Gürgen (*Carpinus betulus*), Meşe (*Quercus sp.*) ve Kayın (*Fagus orientalis*) ağaçları bulunur. Bu yüksek dağların hepsinde pek çok buzul gölleri mevcuttur. Karagöl Sahara Milli Parkı da Şavşat sınırlarındadır ve doğal güzellikleri, biyoçeşitliliği ve trekking rotaları ile turistlerin ve ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir (Anonim, 2014).

Karadeniz Bölgesi'nin nemli iklimi ve Doğu Anadolu'nun karasal ikliminin geçiş zonunda yer alan Artvin, Doğu Karadeniz Bölgesinde hüküm süren iklim koşullarının genel özelliklerini gösterir. Artvin'de yıllık ortalama sıcaklık 12,3°C, en yüksek sıcaklık ağustos ayında 26,4°C ve en düşük sıcaklık ocak ayında -0,1°C'dir. Yıllık toplam yağış miktarı 689,3 mm iken en fazla yağışın aralık (85,6 mm) ayında en düşük yağış ise temmuz (30,7 mm) ayındadır (MGM, 1949-2022).

2.2. Materyal

Çalışmada Artvin Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü tarafından Şavşat ilçesinde 2018 yılında başlanan Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi kapsamında GPS-GSM vericili tasma ile takip edilen bozayılardan 2021-2023 yılları arasında elde edilen rastgele konum verileri kullanılmıştır (Anonim, 2020).

Bozayının habitatını etkileyen çevresel faktörler arazi örtüsü, eğim, yükseklik, engebelilik, bakı vb.'dir (Zarzo-Arias ve ark., 2019). Bu veriler, uzaktan algılama, dijital yükseklik modelleri ve jeolojik haritalar gibi kaynaklardan elde edilir (Almasieh ve ark., 2019). Şavşat yöresindeki bozayılın habitat modeli için kullanılacak çevresel veriler, türün yaşam alanlarına uygun koşulları yansıtacak şekilde ve daha önceden yapılan çalışmalar değerlendirilerek seçilmiştir (Ambarlı 2012).

Habitat modellemesi için küresel iklim verileri (0,5°'ye 0,5° çözünürlükte~900m) <https://www.worldclim.org> adresinden (Anonim, t.y.) temin edilmiştir. Biyo-iklim verilerinin yanında modellemede eğim, bakı, yükseklik, engebelilik ve "Corine" arazi örtüsü verileri de (<https://corinecbs.tarimorman.gov.tr>) kullanılmıştır. Arazi örtüsü hariç diğer veriler Dijital Yükseklik Modellerinden ("Digital Elevation Model"-DEM) ArcGIS 10.8 programında "Spatial Analyze" modülü kullanılarak üretilmiştir. Tüm verilerin çözünürlüğü en düşük çözünürlüğe sahip iklim verilerinin çözünürlüğüne raster formatında uygun hale getirilmiştir.

Ayrıca bozayının habitat tercihlerini etkileyen önemli unsurlar arasında insan faaliyetleri ve şehirleşme de yer almaktadır. MaxEnt modellemesinde biyo-iklim ve çevresel verilerin yanında insan yoğunluğu ve şehirleşme verileri de kullanılmıştır. İnsan etkisini tespit için kullanılan "Human Modification Index" (İnsan Müdahale Endeksi, IEE) NASA veritabanı (<https://www.earthdata.nasa.gov>) indirilerek kullanılmıştır (NASA, 2023). Çünkü insan etkisine bütüncül olarak bakmaktadır. Dolayısıyla köylerle iç içe yaşayan bu hayvanlar için yola uzaklık vb. yaklaşımlar yerine konuyu bütünsel ele alan bu veriyi kullanılmıştır.

2.3. Yöntem

Bu çalışmada GPS-GSM vericili tasmalardan elde edilen konum verileri ile biyo-iklim verileri ve çevresel veriler kullanılarak MaxEnt programıyla habitat modeli gerçekleştirilmiştir. Çünkü bozayının habitat modeli için kullanılacak iklim ve çevresel veriler, türün yaşam alanlarına uygun koşulların belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve kar kalınlığı gibi iklim faktörleri bozayı habitatını etkileyebilecek önemli verilerdir ve uzun yıllık gözlemler sonucunda elde edilmektedirler. Şavşat yöresinde bozayının habitat modeli için kullanılacak iklim verileri, birbirleri ile korelasyon halinde olmayan yöredeki iklim koşullarına uygun olarak seçilmiştir.

Arazi örtüsü katmanı ise tüm araziye 5 farklı ana kategoride toplam 53 farklı sınıfa ayıran Corine tabakası (Land Cover Classification System - LCCS) kullanılarak ArcGIS 10.8 programında oluşturulmuştur. Çalışma alanına 13 farklı sınıf denk gelmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Corine arazi örtü sınıfları tablosu.

Corine arazi örtü sınıfları
1- Kesikli Kırsal Yapı
2- Sulanmayan Meyve Bahçeleri
3- Çıplak Kaya
4- Meralar
5- Doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları
6- Geniş Yapraklı Ormanlar
7- İğne Yapraklı Ormanlar
8- Karışık Ormanlar
9- Doğal Çayırliklar
10- Bitki Değişim Alanları
11- Sahil, Kumsal, Kumluk
12- Seyrek Bitki Alanları
13- Sulanan Alan

MaxEnt modellemesinde kullanılan tüm bu veriler arasında yalnızca Corine arazi örtüsü katmanı kategorik değerleri sürekli ("continuous") veri olarak modellemeye dahil edilmiştir.

Tür Dağılım Modellemesinde MaxEnt programı kullanılmıştır (Phillips ve ark., 2006). Modellemeye GPS-GSM vericili tasmalarla izlenen 10 bireye ait konum verilerinden ArcGIS 10.8 programı ile aralarında en az 500 m olacak şekilde rastgele yöntemle seçilen 300 konum verisi kullanılmıştır.

Modelleme çalıştırılmadan önce, yapılmış araştırmalara (Almasieh ve ark., 2019, Süel, 2019, Zarzo-Arias ve ark., 2019) benzer şekilde, MaxEnt'in standart ayarlarına ek

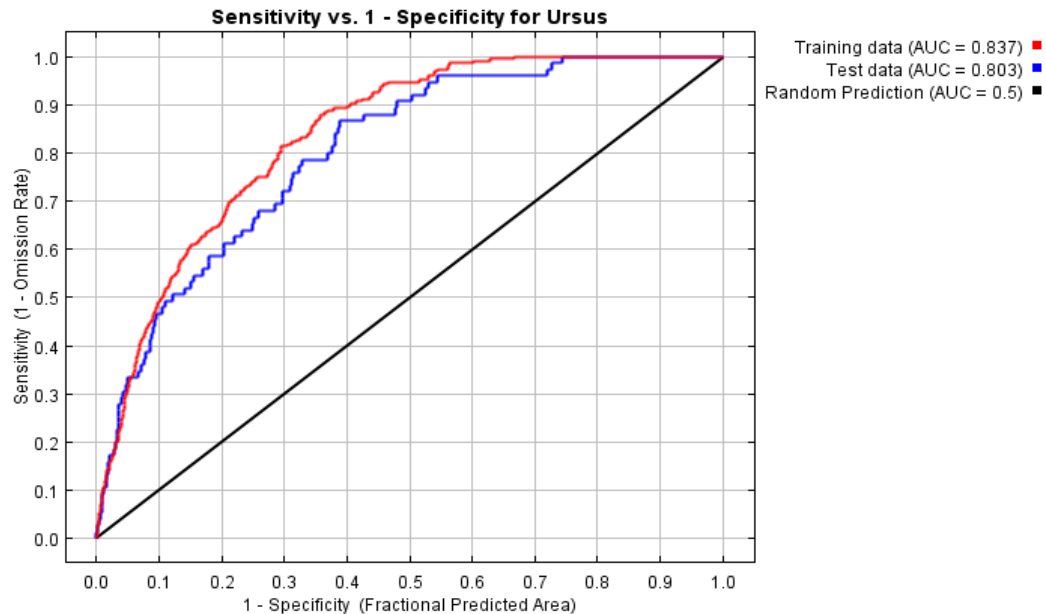
olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Temel (“basic”) ayarlar sekmesinde “Random seed” işaretlenerek “Random test percentage” (Rastgele test yüzdesi) 25 olarak girilmiştir. Örnekleme tekniği temel ayarlarda bulunan “Replicate run type” sekmesinin altında “Subsample” (Alt örnekleme) olarak seçilmiştir. Gelişmiş (“advanced”) ayarlar sekmesindeki “Maksimum iterations” 500 olarak ayarlanmış ve model 5 farklı veri seti için çalıştırılarak alanlar modellenmiştir. Bulunan uygunluk alanlarının sınıflandırmaları ArcGIS aracılığıyla hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

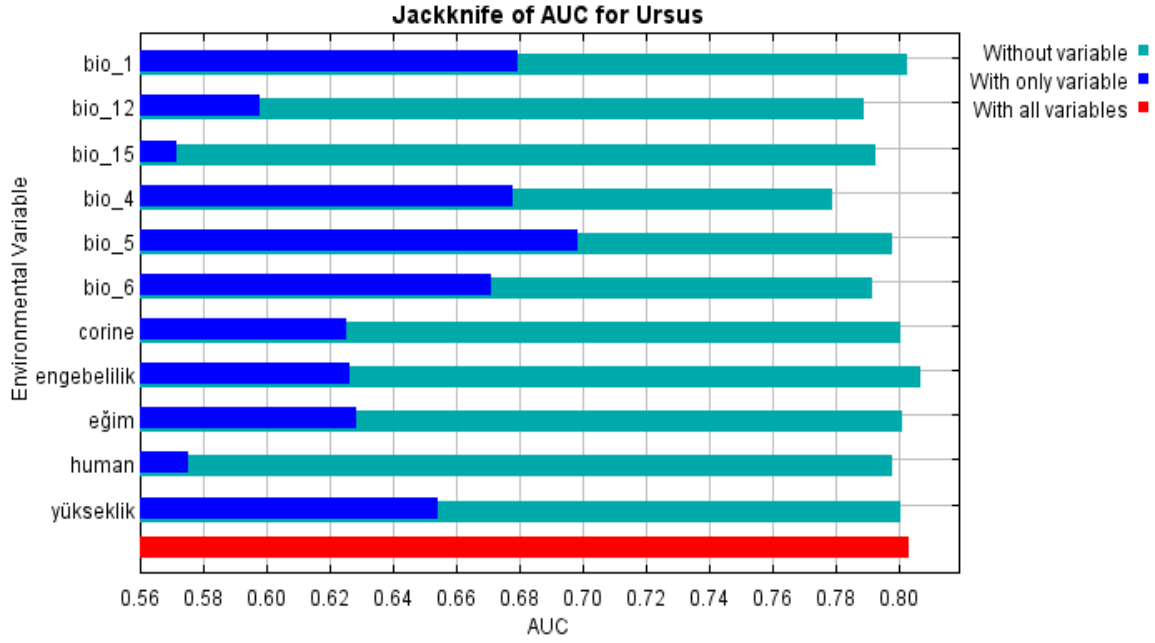
MaxEnt modellemesinin Eğri Altında Kalan Alan (AUC) değeri 0.837, test verilerinin AUC değeri ise 0.803 olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

Jackknife grafiği incelendiğinde biyo-iklim verileri arasından modellemeyi en çok etkileyenler sırasıyla Biyo-5 (Yağışlı mevsimlere göre ortalama sıcaklık), Biyo-1: (Yıllık ortalama sıcaklık) ve Biyo-4 (Sıcaklığın mevsimselliği (çeyrek değişkenliği)) olarak görölmektedir. Biyo-iklim verilerine ait sıcaklık verilerinin yüksek etki değerine, yağış verilerinin ise düşük etki değerine sahip olduğu görölmektedir.

Modellemeye, iklim verilerinin haricinde ise en çok yükseklik olmak üzere eğim, engebelilik ve Corine, yani vejetasyon dağılımının etki ettiği görölmektedir (Şekil 3). En düşük etkiyi de insan etkisi olarak nitelenen insan müdahale endeksi yapmıştır.



Şekil 2: Hassasiyet grafiği.



Şekil 3: Modellemeye ait “Jackknife” grafiği.

Tablo 2’de, çevresel değişkenlerin MaxEnt modeline göre katkılarının tahminleri verilmiştir.

Tablo 2: Değişken katkılarının analizi.

Değişken	Katkı yüzdesi	Permütasyonun % önemi
Biyo-6	36,9	17
Biyo-4	12,4	19,1
Biyo-12	11,3	9,3
Biyo-5	10,2	20
Eğim	9,2	1,7
İnsan	5,8	2,6
Corine	4,5	1,3
Biyo-15	4,1	7,9
Yükseklik	3,8	5,8
Engelbelilik	1,2	0
Biyo-1	0,7	15,4

Modellemeye ait harita çıktısına (Şekil 4) göre Şavşat ilçesinin yüzölçümünün, a) %18,6’sının %69 ve üzeri habitat uygunluğuna sahiptir, b) %31 altında habitat uygunluğuna sahip alan ilçe yüzölçümünün yaklaşık %48,5’ine denk gelen 634,95 km²’dir; c) %31-%69 arası habitat uygunluğuna sahip alan ise toplam alanın %32,9’una denk gelmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Habitat uygunluklarının alan dağılımları

	MaxEnt Değeri	MaxEnt Yüzdesi	Uygunluk Sınıflandırması	Alan miktarı (km ²)	Alan oranı (%)
	0-0,08	%0-8	Uygun Değil	234,7	17,9
	0,08-0,15	%8-15		108,6	8,3
	0,15-0,23	%15-23		141,4	10,8
	0,23-0,31	%23-31	Az Uygun	150,2	11,5
	0,31-0,38	%31-38		116,1	8,9
	0,38-0,46	%38-46		116,7	8,9
	0,46-0,54	%46-54	Uygun	105,4	8,0
	0,54-0,62	%54-62		94,1	7,2
	0,62-0,69	%62-69		70,3	5,4
	0,69-0,77	%69-77	Oldukça Uygun	67,5	5,1
	0,77-0,85	%77-85		54,4	4,1
	0,85-0,92	%85-92		33,5	2,6
	0,92-1	%92-100		18,2	1,4
	Toplam			1.311,26	100,0

Modelleme sonucunda bozayı için en uygun rakımlar 1000-2000 m'dir. Alt rakımlara yaklaştıkça azalan uygunluk en yüksek rakımlara çıkıldığında yine azalmaktadır. Bozayı için dere tabanlarının da uygun olmadığı, daha çok vadilerin orta kesimlerinde yer alan 1.000-2.000 m yükseltilerin tür için daha uygun olduğu görülmektedir. Bu ise Türkiye'de yapılan çalışmalarla (Süel, 2019) da benzerlik göstermektedir. Bu çalışmaya göre, yükseklik yaklaşık 2000 m'ye kadar bu türün yaşam alanı üzerinde olumlu etkiye sahiptir, daha yüksek yerlerde ise yüksekliğin etkisi olumsuzdur ancak özellikle kış uykusu için türün orman sınırı üstü alpin kayalık alanları tercih ettiği de bilinmektedir (Ambarlı, 2012).

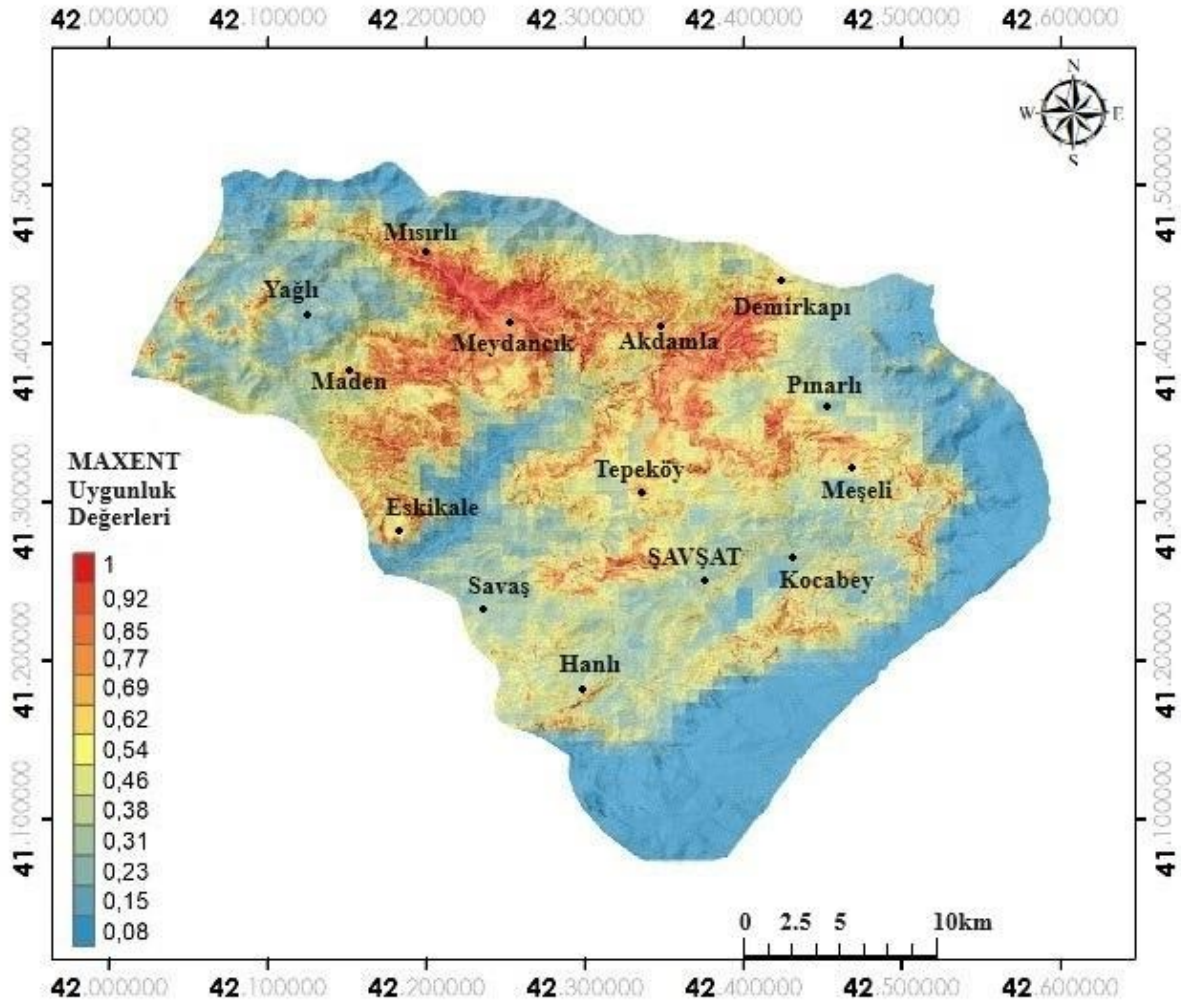
Modellemeye göre uygunluk, %5 eğimin altında sifıra yakındır. %5 ile %70 aralığında eğim arttıkça uygunluk artmaktadır. Araştırmamızda, bozayı için düz alanların çok uygun olmadığı, %30-%50 eğime sahip alanların tür için en uygun yerler olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar dünya genelinde yapılmış farklı çalışmalarda da görülmektedir. Örneğin Swenson ve ark. (2000)'na göre dik yokuşlar düşük insan faaliyetleri ile ilişkilidir, topoğrafya (yer yüzü şekilleri) de önemli olabilir.

Modelleme sonucunun eğimli ve engebeli arazileri daha uygun göstermesi, büyük çoğunluğu ibreli ve yapraklı orman olan Kırsal Kesikli Yapının daha uygun çıkmasının sebebi; tüm bireyler için insan baskısından kaçınmaları, dişi bozayılar için hem insan hem de erkek bireylerin baskısından kendilerini ve yavrularını korumaları açısından önemli olabilir. Erkek bozayıların da özellikle kış uykusu zamanında engebeli yerleri tercih ettikleri görülmüştür.

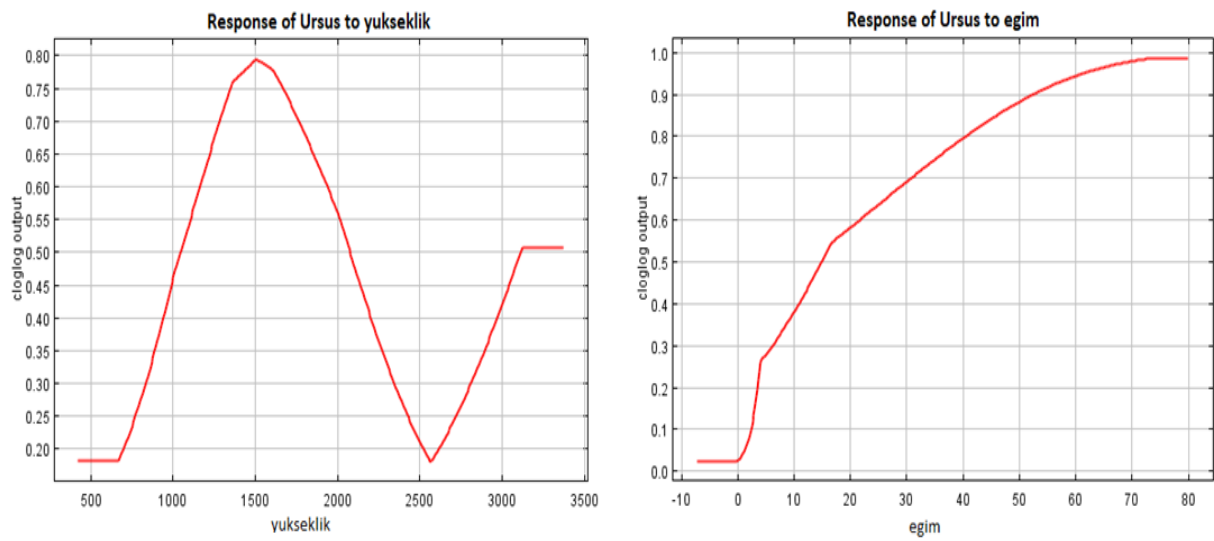
Corine arazi örtü sınıflarından Kesikli Kırsal Yapı, Sulanmayan Meyve Bahçeleri ve Meralar bozayı bulunma olasılığı en yüksek habitat sınıfları olarak tespit edilmiştir. Araştırmamızda bozayı için yapraklı ve ibreli ormanların uygun olduğu, orman bulunmayan yükseklerdeki alpin zonların ise uygun olmadığı belirlenmiştir. Bu durum insan baskısının, orman örtüsünün yoğun olduğu alanlarda azalması ile açıklanabilmektedir ve (Munro ve ark., 2006) gibi çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu araştırmacıların, Kanada'da, dokuz dişi bozayıdan alınan 1032 küresel konumlandırma sistemine dayalı radyo telemetri konumu kullanarak yaptıkları çalışmaya göre en çok tercih edilen alanlar kapalı, açık, karışık ve nemli ormanların yer aldığı habitatlardır ve nemli ormanlar diğer habitatlardan daha çok tercih edilmiştir (Munro ve ark., 2006). Araştırmamızda ayrıca, bozayı saklanmak için özellikle gündüzleri orman örtüsünü daha yoğun kullanmakta, geceleri ise meyve-sebze bahçeleri gibi yerleşim yerlerine yakın bölgeleri geceleri tercih etmektedir.

İnsan müdahale indeksinin 0,15 seviyesine kadar uygunluk sıfır görünmekte, sonra hızlıca artmakta ve insan etki indeksi 0,2 iken uygunluk en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. İnsan etki indeksi 0,6'yı geçtikten sonra ise uygunluk hızla azalarak 0,741'de tekrar sıfıra düşmektedir. İnsan etki indeksi sıfırken uygunluğun sıfır olması, bozayıların insanlardan tamamen izole bir hayat sürmediğini göstermektedir. Bunun sebebinin, bozayıların özellikle beslenme amacıyla yerleşim yerlerinde ve yakın çevresindeki sebze-meyve bahçelerini yoğun kullanmaları olduğu düşünülmektedir. Bir diğer taraftan da insanların yoğun etkisinin bozayıların habitatını olumsuz etkilemesine örnek olarak yaz aylarında yaylacıların da gelmesiyle 2.000 metre yüksekliğin üzerinde habitat uygunluğunun düşük çıkması gösterilebilir.

Şavşat ilçesindeki kırsal yerleşimlerin rakımı 950 ile 1800 m arasında değişmektedir (Erdoğan, 2014). Araştırmamıza ve ilgili diğer çalışmalara göre, yöredeki kırsal yerleşimlerin hepsi bozayı habitatına uygun yükseltilerdedir. Bu durum ilçenin tüm köylerinde insan-ayı çatışmasının yaşanabileceği anlamına gelmektedir. Türkiye'deki çalışmalarda, Karadeniz Bölgesinde ve özellikle Doğu Karadeniz yörelerinde insan-ayı çatışmasının ülke ortalamasına oranla daha yoğun yaşanabileceği tespit edilmiştir (Ambarlı ve Bilgin, 2008). Yerleşim yerlerinin küçük ve dağınık olduğu Türkiye'nin kuzeydoğu bölgesi, küçük ve büyük baş hayvanları, arı kovanları ve tarım alanlarının zarar görmesi nedeniyle insan-ayı çatışmasının nispeten yüksek düzeyde yaşandığı bölgedir (Ambarlı ve Bilgin, 2008).



Şekil 4: Bozayı habitat uygunluk modelleme haritası.



Şekil 5: Model yanıt eğrileri.

4. Sonuçlar

Modellemeler, hangi b6lgelerin hedef t6r6n yaşam alanlarına en uygun olduğunu belirleyerek doğal kaynakların korunması, biyoçeşitliliğin s6rd6r6lmesi ve ekosistem sağlığının iyileştirilmesi için de 6nemli bir araç haline gelmektedir (Escobar-Luján ve ark., 2022; Zhu ve ark., 2022). Artvin ili şavşat ilçesinde bozayı habitatları için MaxEnt kullanarak yapılan uygunluk modellemesi şavşat ilçesinin %51,5'lik bir b6l6m6n6n bozayı için olası uygun, %18,6'lık bir b6l6m6n6n de bozayı için çok uygun olduğu tespit edilmiştir. Corine arazi 6rt6s6 sınıflarından Sulanmayan Meyve Bahçeleri ve Meraların modelleme sonucuna g6re 6nemli bir uygunluğa sahip olması, insan etkisinin bozayı için uygunluğu belirli bir seviyeye kadar tamamen ortadan kaldırırsa bile o seviyeden sonra bu uygunluğun giderek artması; bozayının 6zellikle beslenme alışkanlığından dolayı insanların mevsimsel kullandığı b6lgelere (mezralara) ve yerleşim yerlerine itilmesi ile açıklanabilir. Modelimizde 2,000 m ve 6st6n6n bozayı için uygunluğunun az olması (hem iklimsel hem de besin y6n6nden), yaylacılık faaliyetlerinin bozayının habitatına zararının daha az olabileceğini g6stermektedir. Ya da tamamen aşırı insan baskısından dolayı aylar yazın bu b6lgeleri tercih etmemektedirler.

Bu bulgulara g6re, bozayı 6zellikle beslenme alışkanlığı doğrultusunda insan ile karşılaşmayı g6ze alabilmekte; buna bağlı insan-ayı çatışmaları yaşanmakta, tarım ve hayvancılıkta zararlar, hatta can ve mal kayıpları yaşanabilmektedir (Ambarlı ve Bilgin 2008). Buna engel olmak için, insan kullanımından uzak yerlerde, orman içi ve kenarı ağaçlandırma ve gençleştirme çalışmalarında bozayı beslenmesine uygun meyveli ağaç t6rlerinin korunması ve yenilerinin dikilerek yaygınlaştırılması 6nemli bir tedbir olarak ele alınabilir. Bozayıların yoğun olarak kullandığı 1.000-2.000 metre arası y6ksekliklerde, pop6lasyonun yoğun olduğu yerlerde bozayı-insan atışması neticesinde meydana gelebilecek zararların etkisini en aza indirmek için elektro telli it sistemleri gibi etkili y6ntemlerin kullanımı ve TARSİM gibi zarar tanzim sigortalarına vatandaşların geçişi teşvik edilmelidir. Y6re halkına ve yazın gelen gurbetilere y6nelik bu ve benzeri tedbirler, bozayılar ve olası karşılaşmalarda yapılması gerekenler vb. hususlarda DKMP tarafından yapılan eğitim ve bilgilendirilme çalışmaları da oldukça 6nemlidir.

Bozayıların kışlık besin ihtiyacının b6y6k bir kısmı 1.000-2.000 metre aralığındaki kabuklu tohumlardan geldiğinden sonbaharda bu y6kseklikteki meşe ve kayın ormanlarında 6zellikle bol tohum yılında yapılacak kesimler Ekim ayından 6nce bitirilmelidir.

Teşekkür

Bu makale Nedim Ahmet Yüksel'in Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında devam eden yüksek lisans tezinin bir parçasıdır. Bu çalışma Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün E-31149241-622.01-11423398 sayılı izniyle 2018-2020 yılları arasında yürütülen Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olan çalışmalar bittikten sonra elde edilen verilere dayanmaktadır. Başta Doğa Koruma ve Milli Parklar 12. Bölge Müdürü ve Artvin Şube Müdürü olmak üzere tüm Bölge Müdürlüğü personeline ve proje ekibine teşekkür ederiz.

Kaynaklar



- Anonim (2014). T.C. Artvin Valiliği. Erişim adresi artvin.gov.tr
- Anonim, (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Artvin İli Şavşat İlçesi Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi Sonuç Raporu, 2020, Artvin.
- Almasieh, K., Rouhi, H., Kaboodvandpour, S., (2019). Habitat suitability and connectivity for the brown bear (*Ursus arctos*) along the Iran-Iraq border. *European Journal of Wildlife Research*, 65, 1-12., Doi: 10.1007/s10344-019-1295-1.
- Ambarlı, H., (2006). Spatial and Temporal Analysis of Human-Brown Bear Conflicts İn Yusufeli MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Doi:10.13140/RG.2.2.10194.25284.
- Ambarlı, H., (2012). Spatio-Temporal Ecology, Habitat Use and Population Size of Brown Bears (*Ursus arctos*) in Yusufeli, PhD Thesis. Middle East Technical University, Ankara, etd.lib.metu.edu.tr/upload/12615103/index.pdf.
- Ambarlı, H. (2016). Litter size and basic diet of brown bears (*Ursus arctos*, Carnivora) in northeastern Turkey. *Mammalia*, 80(2), 235-240.
- Ambarlı, H., Bilgin, C. C., (2008). Human-brown bear conflicts in Artvin, northeastern Turkey: Encounters, damage and attitudes. *Ursus* 19(2),146-153. Doi:10.2192/1537-6176-19.2.146.
- Ambarlı, H., Ertürk, A., Soyumert, A. (2016). Current status, distribution, and conservation of brown bear (*Ursidae*) and wild canids (gray wolf, golden jackal, and red fox; *Canidae*) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(6), 944-956.
- Bai, J., Hou, P., Jin, D., Zhai, J., Ma, Y., Zhao, J. 2(022). Habitat suitability assessment of black-necked crane (*Grus nigricollis*) in the Zoige Grassland Wetland Ecological Function Zone on the Eastern Tibetan Plateau. *Diversity*, 14(7), 579. Doi: 10.3390/d14070579.
- Booth, T., Nix, H., Busby, J., Hutchinson, M.F., (2014). BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*, 20. Doi: 10.1111/ddi.12144.

- Buechley, E. R., Girardello, M., Santangeli, A., Ruffo, A. D., Ayalew, G., Abebe, Y. D., ... Sekercioglu, C., (2022). Priority areas for vulture conservation in the Horn of Africa largely fall outside the protected area network. *Bird Conservation International*, 32(2):188-205. Doi:10.1017/S0959270921000228.
- Erdoğan, A., (2014). Peyzaj Karakter Analizi: Artvin Şavşat İlçesi Örneği. Doktora Tezi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Escobar-Luján, J., Castaño-Quintero, S. M., Villalobos, F., Lira-Noriega, A., Chiappa-Carrara, X., Yañez-Arenas, C., (2022). Current and future geographic patterns of bird diversity dimensions of the Yucatan Peninsula and their representativeness in natural protected areas. *Neotrop. Biodiv.* 8(1), 242-252.
- Guisan, A., Zimmermann, N.E., (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135(2-3), 147-186.
- Guisan, A., Thuiller, W., (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. 8, 993-1009.
- Li, W., Yu, Y., Liu, P., Tang, R., Dai, Y., Li, L., Zhang, L.,(2019). Identifying climate refugia and its potential impact on small population of Asian elephant (*Elephas maximus*) in China. *Global Ecology and Conservation*. 19. e00664. Doi: 10.1016/j.gecco.2019.e00664.
- MGM, (2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim adresi mgm.gov.tr, İklim Veri İşlem Daire Başkanlığı, 2022, Ankara.
- Munro, R.H.M., Nielsen, S.E., Price, M.H., Stenhouse, G.B., Boyce, M.S., (2006). Seasonal and diel patterns of Grizzly bear diet and activity in West-Central Alberta. *Journal of Mammalogy*. 87(6), 1112-1121.
- NASA, (2023). US National Aeronautics and Space Administration. The Biological Diversity and Ecological Forecasting Data Pathfinder. Erişim adresi earthdata.nasa.gov/learn/pathfinders/biological-diversity-and-ecological-forecasting-data-pathfinder/human-impacts-data. Erişim tarihi: 01.04.2023.
- Anonim, (n.d.). Bioclimatic variables, erişim adresi <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>
- Nayeri, D., Mohammadi, A., Hysen, L., Hipólito, D., Huber, D., Wan, H.Y., (2022). Identifying human-caused mortality hotspots to inform human-wildlife conflict mitigation. *Global Ecology and Conservation*. 38, e02241.
- Pearce, J.L., Boyce, M.S., (2005). Modeling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology*. 43(3), 405- 412.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Servheen, C., Ambarlı, H., Bargagali, H. S., Breck, S. W., D'Cruse, N., Groff, C., ... Swenson, J., E., (2021). Conservation and Management of Bears. In: *Bears of the World: Ecology*,

- Conservation, and Management* (Penteriani, V., Melletti, M., Eds). ISBN: 9781108483520. p.273-302.
- Song, K., Mi, C-R., Yang, N., Sun, L., Sun, Y-H., Xu, J-L. (2020). Improve the roles of nature reserves in conservation of endangered pheasant in a highly urbanized region. *Scientific Reports*. 10(1): 17673. Doi: 10.1038/s41598-020-74724-3.
- Struebig, M., Fischer, M., Gaveau, D. L.A., Meijaard, E., Wich, S., Gonner, C., Skyes, R., Wilting, A., Kramer-Schadt, S., (2015). Anticipated climate and land-cover changes reveal refuge areas for Borneo's orang-utans. *Global Change Biology*. 21(8), 2891-2904. ISSN: 1365-2486.
- Suel, H., (2019). Brown bear (*Ursus arctos*) habitat suitability modelling and mapping. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2), 4245-4255.
- Swenson, E.J., Gerstl, N., Dahle, B., Zedrosser, A., (2000). Action Plan for Conservation of the Brown Bear in Europe (*Ursus arctos*). Council of Europe. Nature and Environment No: 114. ISBN: 978-92-871-4426-3.
- Swenson, J. E., Ambarli, H., Arnemo, J. M., Baskin, L., Ciucci, P., Danilov, P. I., ... Zedrosser, A., (2020). Brown bear (*Ursus arctos*; Eurasia). In: *Bears of the World: Ecology, Conservation, and Management* (Penteriani, V., Melletti, M., Eds). Cambridge University Press. ISBN: 9781108483520. , 139-161.
- Tellería, J.L., Fandos, G., Tena, E., Carbonell, R., Onrubia, A., Qninba, A., Ramírez, Á., (2019). Constraints on raptor distribution at the southwestern boundary of the Palaearctic: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 28(3), 603-619.
- TÜİK (2023). Bölgesel Nüfus verileri. . Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik>.
- Yackulic, C.B., Chandler, R., Zipkin, E.F., Royle, J.A., Nichols, J.D., Grant, E.H.C., Veran, S., (2013). Presence-only modelling using MAXENT: When can we trust the inferences? *Methods in Ecology and Evolution*. 4(3), 236-243.
- Zarzo-Arias, A., Penteriani, V., Delgado, M., Torre, P., García-González, R., Mateo-Sánchez, Maria C., Vázquez, P., Dalerum, F., (2019). Identifying potential areas of expansion for the endangered brown bear (*Ursus arctos*) population in the Cantabrian Mountains (NW Spain). *PLOS ONE*. 14. Doi: 10.1371/journal.pone.0209972.
- Zhu, B-R., Verhoeven, M. A., Velasco, N., Sanchez-Aguilar, L., Zhang, Z., Piersma, T., (2022). Current breeding distributions and predicted range shifts under climate change in two subspecies of Black-tailed godwits in Asia. *Global Change Biology*. 28(18), 5416-5426.

Uzun Süre Saklanan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarının Sera Ortamında Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdelerinin Belirlenmesi*

Determination of Seed Germination Rate and Seedling Percentage of Long-Stored Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Seeds in a Greenhouse Environment

 İlyas ÖZTÜRK¹,  Bilal ÇETİN²

Özet

Bu çalışmada 2005 yılında Anamur ve Mersin kesitlerinin farklı yükseltilerinden toplanan ve +2 ile +4 °C'de 19 yıl saklanan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumları serada torf (%75) + perlit (%25) ortamına ekilmiş ve fidan çıkma hızı ile fidan yüzdesi belirlenmiştir. Çalışmada 2 kesit (Anamur ve Mersin) x 4 yükselti basamağı (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü) x 3 tekrar x 45 kap x 3 tohum=3240 adet tohum kullanılmıştır. Fidan çıkma hızı yüzdesi ve fidan yüzdesi verilerine yapılan varyans analizi sonucu önemli bulunmuş ve farklı gruplar ise Tukey testi ile belirlenmiştir ($p<0.05$). Fidan çıkma yüzdeleri arasında istatistik olarak farklılıklar olmuş özellikle ilk çıkmaların başladığı 4. haftada 1200 m üstünde fidan çıkma yüzdesi %20 civarında iken, her iki kesitte 0-400 m de %73 ve üzerinde olmuştur. Ancak bu fark 14. haftada azalmış en düşük rakımda bile %68 ve üstü olurken, en yüksek çıkma hızı %88,9 ile Anamur 0-400 m'de olmuştur. Genel olarak fidan yüzdesi Mersin'e (%76,2) göre Anamur'da (%84,0) daha yüksek ve her iki kesitte de yükselti arttıkça azalmıştır. Kesit ve yükseltilere beraber bakıldığında fidan yüzdesi en fazla %89,1 ile Anamur'un 0-400 m yükselti kuşağında, en düşük ise Mersin'in 1200 m üstü yükselti (%71,6) kuşağında olmuştur. Bu sonuçlar, kızılçam tohumlarının 19 yıl saklama sonunda %72'den daha fazla fidan elde edilebildiğini ve tohumların uygun koşullarda saklandığında gerektiğinde ağaçlandırmalarda, fidanlıklarda ve özellikle büyük yangınlardan sonra güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Ekim, *Pinus brutia*, saklama süresi, yükselti.

Abstract

In this study, red pine (*Pinus brutia* Ten.) seeds collected from different altitudes of Anamur and Mersin sections in 2005 and stored at +2 to +4 °C for 19 years were sown in peat (75%) + perlite (25%) in the greenhouse and the germination rate and the seedling percentage were determined. The study involved 2 transects (Anamur and Mersin) x 4 elevation levels (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m and above 1200 m) x 3 replications x 45 containers x 3 seeds = 3240 seeds. The results of the analysis of variance on the percentage of emergence rate and percentage of seedlings were found to be significant and the different groups were determined by Tukey test ($p<0.05$). There were statistical differences between the percentages of seedling emergence, especially in the 4th week when the first emergence started. The percentage of emergence above 1200 m was around 20%, while it was 73% and above at 0-400 m in both sections. However, this difference decreased in the 14th week and even at the lowest altitude, it was 68% and above, while the highest emergence rate was 88,9% at Anamur 0-400 m. In general, the percentage of seedlings was higher in Anamur (84.0%) than in Mersin (76,2%) and decreased with increasing elevation in both sections. When cross-section and elevation were considered together, the highest percentage of seedlings was 89,1% in the 0-400 m elevation zone of Anamur and the lowest in the elevation zone above 1200 m (71,6%) in Mersin. These results showed that more than 72% of the red pine seeds can be obtained after 19 years of storage and that the seeds can be safely used in afforestation, nurseries and especially after large fires when the seeds are stored under appropriate conditions.

Keywords: Sowing, *Pinus brutia*, storage period, altitude.

Geliş Tarihi: 11.06.2024 Düzeltme Tarihi: 26.06.2024, Kabul Tarihi: 26.06.2024

Adres: ¹Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Yığılca Orman İşletme Müdürlüğü, Karakaş Orman İşletme Şefliği

²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

E-mail: bilalcetin@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda ikinci yazarın danışmanlığında, birinci yazar tarafından yürütülen Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kapladığı 5,3 milyon hektar alan ile Türkiye’de en fazla yayılış yapan türdür ve ülke ormanlarının yaklaşık %23’ünü oluşturmaktadır (OGM, 2022). Dünya üzerinde ise genel olarak Akdeniz havzasında yayılış yapmakta ve dolayısıyla Akdeniz ikliminin tipik bir ağacıdır. Tür, hızlı büyümesi, uzun yaz kuraklığına dayanıklılığı, genetik çeşitliliğin yüksek olması, odun ve odun dışı kullanım alanlarının genişliği ile ülke ekonomisinde çok önemli bir yeri vardır (Boydak ve ark., 2006). Fakat türün yayılış yaptığı Akdeniz ekosistemleri sıklıkla yangınlara maruz kalmakta ve her yıl hektarlarca kızılçam ormanı yok olmaktadır. Özellikle 2021 yılında 124 bin hektardan fazla orman yanmıştır (Anonim, 2021). Çıkan yangınlar sonucunda çok büyük orman tahribatları yaşanmış ve bu alanları eski haline gelmesi uzun zaman istemekte ve masraflı olmaktadır. Burada düşünülecek birçok husus söz konusudur ve bunlardan en önemlilerinden biri ise yanan alanın yeniden ağaçlandırılması için hazırda yeterli miktarda ve kalitede tohum bulunup bulunmamasıdır. İstenilen miktar ve niteliklerde tohum bulunmaması halinde yanan orman alanları zamanında ağaçlandırılmamaktadır. Bu durumda; toprağı koruyan doğal bitki örtüsünün tahribatı, artan sosyal baskı, ekonomik kayıplar vb. gibi durumlarla karşılaşabilmektedir. Bu gibi yangınlar sonrası alanların sorunsuzca tekrar ekim ya da dikim yoluyla ağaçlandırılabilmesi için depolarda uygun koşullarda saklanmış tohuma ihtiyaç vardır. Depolama ayrıca bol tohum yılı olmayan yılların tohum ihtiyacını karşılamak için de önemlidir. Aynı zamanda depolanan tohumlar genetik bütünlüğün devamı açısından da önem arz etmektedir (Pradhan ve Badola, 2012).

Orman ağaçları her yıl belli oranda tohum verseler de zengin (bol) tohum veremezler. Bu durum kızılçamda da geçerlidir ve tohum verimi yükselti, yaş ve yıla göre değişiklik göstermektedir (Saatçioğlu, 1971; Ürgenç, 1977; Ürgenç ve ark., 1989). Zayıf tohum yıllarında bol tohum yıllarına nazaran yeteri kadar tohum elde edebilmek için geniş alanlardan ve daha fazla sayıda bireyden tohum toplanmasını gerektirmekte bu durum da maliyeti artırmaktadır (Ürgenç ve Odabaşı, 1971; Göktürk ve ark., 2019). Toplanan tohumların uygun şartlar altında tohum canlılığına zarar vermeden saklanması gerekir (Atay ve ark., 1970). Tohumların saklama süresi, ağaç cins ve türüne, sağlık ve olgunluk durumuna (hasat zamanına), hasat tekniğine ve saklama yöntemine göre değişiklik gösterebilmektedir (Yahyaoglu ve Ölmez, 2003). Tohumlar ortodoks (kuru) ve recalcitrant (nemli) olmak üzere iki şekilde saklanmaktadır. Ortodoks tohumlar düşük nem içeriğinde uzun süre

saklanabilmektedir (Bonner, 2008). Kızılçam tohum nemi hava kurusu hale geldikten sonra kuru saklanan türlerdendir (Saatçioğlu, 1971).

Kızılçam genel olarak kanaatkâr bir türdür ve tohumları da gerek ağaçlar üzerinde ve toprakta gerekse uygun koşullarda saklanması halinde canlılığını belli bir süre devam ettirebilir. Örneğin kapalı kozalak denilen yani olgunlaştığı halde karpelleri açılmadan ve dolayısıyla tüm tohumların içeride korunaklı bir vaziyette bulundurabilmektedir. Bu kozalakların içindeki tohumlar yangının şiddeti ve süresine bağlı olarak canlılığını koruyabilmekte ve yangın sonrası açılıp saçılarak alana tekrar gençliğin gelmesine katkıda bulunabilmektedir (Çetin, 2024). Ancak bu durum kozalak tutmamış genç meşcereler için değil, bol kozalak tutmuş meşcereler için geçerlidir. Çam türlerinin uzun süreli saklanması tohumun canlılığını etkilediği gibi, saklama koşulları ve süresine göre canlılıklarını koruyabilmektedir. Ürgenç ve Odabaşı (1971) topladıkları kızılçam kozalaklarını 7 yıl oda sıcaklığında kozalağı açılmadan saklandıktan sonra çimlenmelerinde biraz düşüşler yaşandığını belirtmişlerdir. Yine farklı orijinlerden toplanan ve +2 ile +4 derecede 4-23 yıl saklanan kızılçam tohumlarında ortalama %76,0 çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Dicle, 2022). Oda sıcaklığında kısa süreli saklamada *Pinus gerardiana* tohumlarının 12 ay sonunda tohumların canlılıkları düşmüştür (Malik ve Shamet, 2009). *Pinus ponderosa* tohumları 7 yıl boyunca 0 °C'de saklanmış ve canlılık kaybı görülmez iken (Allen, 1957), 6 yıl -16 °C'de saklanan *Pinus elliotii*, *Pinus patula*, *Pinus radiata* ve *Pinus taeda*'da canlılıklarını koruduğu görülmüştür (Donald ve Jacobs, 1990). Oda sıcaklığında saklanan yani düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybı ve bunun sonucunda düşük oranda çimlenmelerin meydana geldiği ortaya konmuştur (Nasreen ve ark., 2004). Bu da saklama sıcaklığının tohum çimlenme özelliğini korumada çok önemli olduğu göstermektedir.

Pinus nigra'da yeni toplanan tohumlarda %99 çimlenme elde edilirken, 10 yıl 4-7 °C'de saklama sonunda %91 çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Ürgenç, 1973). Yine *Pinus nigra* ile ilgili çalışmada 1±4 °C'de 10 yıllık saklanan tohumların çimlenmeleri %96'dan %58'e düştüğünü ve saklama neminin tohumların canlılığını doğrudan etkilediğini tespit edilmiştir (Temel ve ark., 2011). Atay ve ark., (1970) yaptıkları bir çalışmada karaçam ve sarıçamın 4-5 °C derecede ve %8 nemde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranının değişmediğini, ancak sarıçamda çimlenmenin saklama sonunda yarıya düştüğünü tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada sarıçam tohumları 2

°C'de ve -18 °C'de yaklaşık 10 yıl saklama sonrası çimlenme oranı 2 °C'de %20 azalırken, -18 °C'de %15 azalmıştır (Hilli ve ark., 2003).

Genel olarak bakıldığında çam türlerinin saklama sonrası çimlenmeler türe ve saklama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu çimlenme oranı aynı türün farklı orijinlerinde de farklılık gösterebilmektedir. Kızılçam tohumlarında genel olarak alçak rakımların çimlenme oranları, yüksek rakımlara göre daha fazladır. Bu yüksek rakımlı tohumlarda çimlenme engeli olması ve boş tohum oranının fazla olmasından kaynaklanabilir (Çetin, 2010; Çetin, 2024). Kızılçamda tohumlarının çimlenme yüzdesi yükseltiye, bakıya ve ön işlem (soğuk katlama vb.) görüp görmemesi gibi faktörlere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Ürgeç ve ark., 1989; Skordilis ve Thanos, 1995; Çetin, 2010).

Genel olarak kızılçam her yıl bol tohum vermemekte, bu nedenle bol tohum yıllarında tohumların toplanıp uygun koşullarda saklanıp gerekli olduğu zamanlarda kullanılabilmesi bir zorunluluktur. Bu yüzden tohumların toplanıp yangın sonrası, yıllık yapılacak ağaçlandırma çalışmaları ve fidanlıklarda kullanmak için hazır bulundurulması gerekir. Bu çalışmada kullanılan tohumlar 2005 yılında toplanmış ve hava kurusu hale geldikten sonra %8,3 nem değerinde kapalı kaplarda buzdolabında saklanmıştır (Çetin, 2010). Farklı yükselti ve bölgelerden toplanan ve 19 yıl saklanan bu kızılçam tohumları sera ortamına ekilmiş ve saklamanın fidan çıkma hızı yüzdesi ile fidan (çimlenme) yüzdesine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan tohumlar 2005 yılı temmuz ayında yaklaşık birbirine 200 km uzaklıkta Mersin ve Anamur olmak üzere iki farklı kesitten toplanmıştır. Tohumlar her iki kesitten olmak üzere 0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü 4 farklı yükselti basamaklarından en az 25 yaşında, düzgün gövde ve bol kozalak tutmuş bireylerden elde edilmiştir. Toplanan kozalaklar düz bir zemine serilmiş ve güneşten faydalanılarak karpellerin açılması ve tohumların kozalaktan çıkması sağlanmıştır. Kozalaktan çıkarılan tohumlar karpel, kanat vb. maddelerden temizlenmiş ve hava kurusu hale gelinceye kadar düz bir zemine serilmiştir. Hava kurusu hale gelen tohumlar kapalı kavanozlara konulmuş ve 19 yıl boyunca +2 ile +4 °C sıcaklıkta buzdolabında saklanmıştır.

Saklanan bu tohumların ekimleri, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne ait tam otomatik sera ortamında yerden 1 m yükseklikte, 1 m genişlikte ve 6 m uzunluktaki

tezgâhlara yerleştirilen 9x5=45'lik bileşik kaplar (viyoller)'da yapılmıştır. Tohumların ekildikleri ortamda uygun çimlenebilmesi ve çimlenme sonrası fidecikleri toprak yüzeyine kolay çıkabilmesi için, iyi bir çimlenme, havalanma ve yüksek su tutma kapasitesine sahip bir ortama sahip olmalıdır. Bu araştırmada da bitki üretimde sıklıkla kullanılan torf (%75) + perlit (%25)'den oluşan karışım kullanılmıştır. Dikim öncesinde torf ve perlitten oluşan ortam iyice karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiş ve ortamlar kaplara doldurulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Ekim yapılan kaplar (a) ve 6 hafta sonra çıkan fideler (b).

Tohumlar ekilmeden önce suda bir gün bekletilmiş ve su yüzeyine çıkan boş tohumlar atıldıktan sonra ekim işlemleri 15 Kasım 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekimlerde 9x5=45'lik kaplar kullanılmış ve her kaba 3 adet tohum ekilmiştir. Araştırmada 2 kesit (Anamur ve Mersin) x 4 yükselti basamağı (0-400, 400-800, 800-1200 ve 1200 m üstü) x 3 tekrar x 45 kap x 3 tohum = 3240 adet tohum kullanılmıştır.

Araştırma süresi boyunca serada ısıtma ve soğutma tam otomatik olup sera iç sıcaklığı 15 °C'nin altına düştüğünde ısıtma, 25 °C'nin üzerine çıktığında soğutma sistemleri devreye girmiştir. Seranın soğutulması sisleme ve fanlar ile sağlanmıştır. Yine düzenli olarak sulama, ot alma, mantar ve böcek zararına karşı ilaçlama işlemleri yapılmıştır. Çalışma süresi boyunca ekimler düzenli olarak kontrol edilmiş ve ilk çıkma işleminden itibaren çıkan

fidanlar iki haftada bir sayılmış ve veriler ilgili kesit ve yükselti basamaklarına kaydedilmiştir (Şekil 2).



(a)

(b)

Şekil 2. Çıkan fidanların kaydedilmesi (a) ve araştırma sonu fidanların görüntüsü (b).

İlk çıkan 4. hafta verileri ile 14. hafta verilerinden fidan çıkma hızı, fidan çıkışlarının sabitlendiği ve son sayımların yapıldığı 16 hafta sonundaki verilerden de fidan yüzdesi hesaplanmıştır. Çalışma sonunda tüm popülasyonlarda için Fidan Çıkış Hızı Yüzdesi ve Fidan Yüzdesi şu formül yardımıyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Bewley ve Black, 1994).

$$\text{ÇY}(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100$$

ÇY (%) : Fidan yüzdesi
 n_i : i. haftadaki çıkan fidecik sayısı
 N : Toplam ekilen tohum sayısı

Saklanan kızılçam tohumlarının kesit (yöre) ve yükseklik basamaklarına göre fidan çıkma hızı yüzdesi ve fidan yüzdesindeki değişimleri iki yönlü varyans analizi ile test edilmiştir ($P < 0.05$). Varyans analiz sonucunda ortalamaların karşılaştırılması ise Tukey testi ile yapılmıştır. Analiz öncesi elde edilen verilerine Arcsin dönüşümleri uygulanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programının 21. versiyonu kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

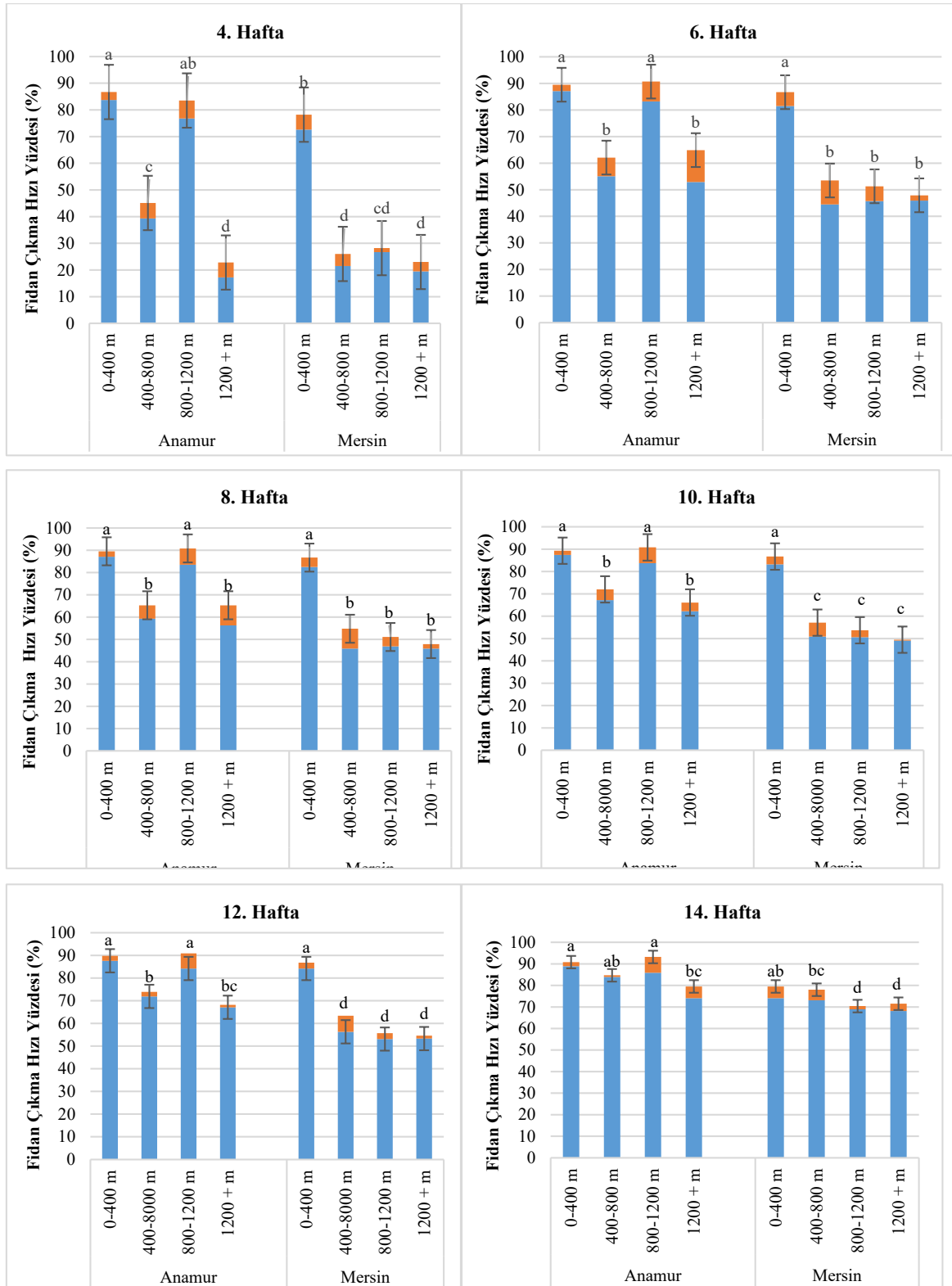
3.1. Fidan çıkma hızı

Tohumlar ekildikten sonra ilk çimlenmeler üçüncü haftada başlamıştır. Ancak ibreler toprak yüzeyine tamamen 4. haftada çıktığı için ilk fidan çıkma sayıları bu tarihte kaydedilmeye başlamıştır. Tüm sayım yapılan haftalarda (4, 6, 8, 10, 12 ve 14. hafta) fidan çıkma hızları bakımından, kesit, yükselti ve *kesit x yükselti* etkileşiminde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. *Kesit x yükselti* etkileşimlerine uygulan Tukey testi sonucunda fidan çıkma hızı ortalamaları bakımından farklılıklar olmuştur ($P < 0.05$; Şekil 3).

4. haftada en hızlı fidan %83,7 ile Anamur kesitinin 0-400 m yükselti kuşağında olurken, en yavaş fidan çıkma %20 civarlarında Anamur 1200 m üstü, Mersin 400-800 ve 1200 m üstü yükselti kuşaklarında olmuştur. Bu değer Anamur 0-400 m kuşağındaki değer in dörtte birinden ($1/4$) daha düşüktür (Şekil 3). Nitekim Özdemir (1977) düşük yükseltilerde çimlenmenin daha erken ve daha yükseklerde ise daha geç tamamlandığını belirtmiştir. Bunun sebeplerinden birinin ise yüksek kesimlere çıkıldıkça havanın soğuması ve gerekli koşulların daha geç sağlanmış olmasıdır. Bunun yanında yüksek rakımlardan elde edilen tohumlarda çimlenme engelini daha fazla olması ve zaman ilerledikçe çimlenme engelini kalkması ve bundan dolayı daha geç fidan çıkma hızına ulaşması söylenebilir (Işık, 1980).

6 ve 8. hafta fidan çıkma hızları ise birbirine paralel ilerlemiş olup en yüksek fidan çıkma hızı Anamur 0-400 ve 800-1200 m ile Mersin'in 0-400 m yükselti kuşaklarında %82-87 arasında olmuştur. Diğer kesit ve yükselti kuşaklarında %45-60 arasında fidan çıkma yüzdeleri elde edilmiştir. 10. ve 12. hafta değerleri de önceki haftalara paralel bir seyir izlemiş, en düşük fidan çıkma hızı yaklaşık %50 ile Mersin'in 400 m üstü yükselti kuşaklarında olmuştur (Şekil 3).

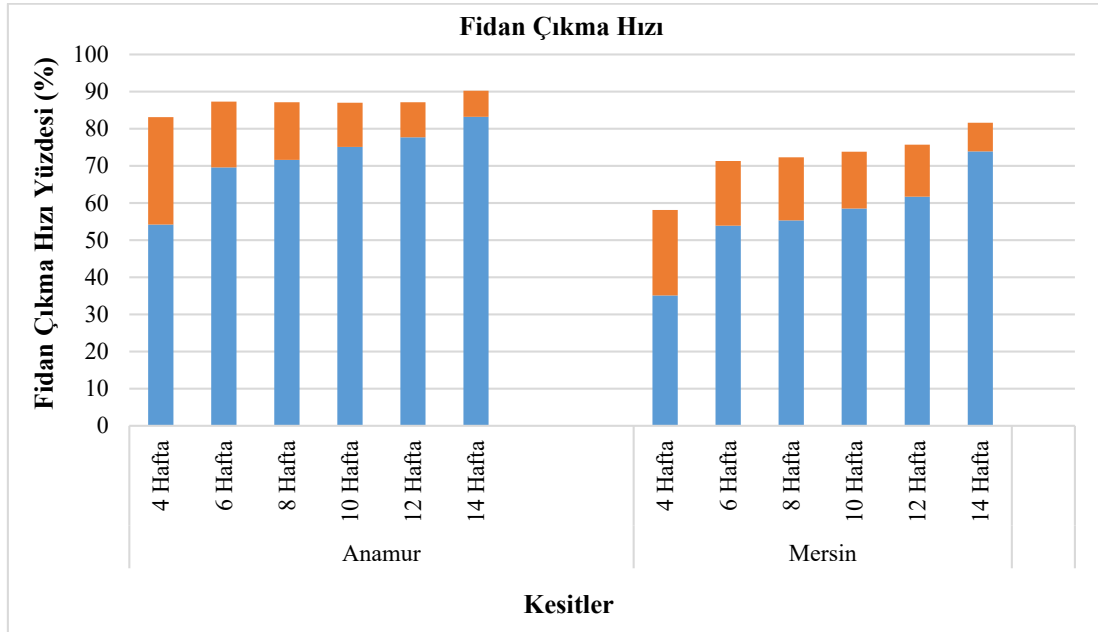
En son fidan çıkma hızı 14. haftada hesaplanmış ve en yüksek fidan çıkma hızlı Anamur kesitinin ilk üç yükselti kuşağında olmuş ve bu değer %84-89 arasındadır. Diğer yükselti kuşaklarında ise %68-74 arasında ve daha düşük fidan çıkma hızı elde edilmiştir. Kesitler bazında karşılaştırıldığında genel olarak Anamur kesitinden toplanan tohumların fidan çıkma hızları Mersin kesitinden toplanan tohumlara göre daha yüksek olmuştur. Kesit ve yükseltiler arasında ilk haftalarda fidan çıkma hızları arasında fark fazla iken, zaman ilerledikçe bu fark azalmıştır (Şekil 3).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3. Farklı kesit ve yükselti basamaklarına göre on dokuz yıl saklanan kızılcım tohumlarının fidan çıkış hızları.

Fidan çıkma hızları bakımında kesitler haftalara göre kıyaslandığında Anamur kesitinde ilk 4. haftada %54,2 fidan elde edilirken, Mersin kesitinde bu değer %35,1'de kalmıştır. Bu durum, tohum kaynaklı çimlenme engelinden kaynaklanıyor olabilir. Haftalar ilerledikçe kesitler arasında buna paralel oranda artışlar olmuş, fakat 14. hafta sonunda bu fark azalmıştır. Genel olarak Anamur kesitinde Mersin kesitine göre daha hızlı ve yüksek oranda fidan çıkma değerleri elde edilmiştir (Şekil 4).



Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı göstermektedir.

Şekil 4. Kesitlerde fidan çıkma hızlarının zamansal değişimi.

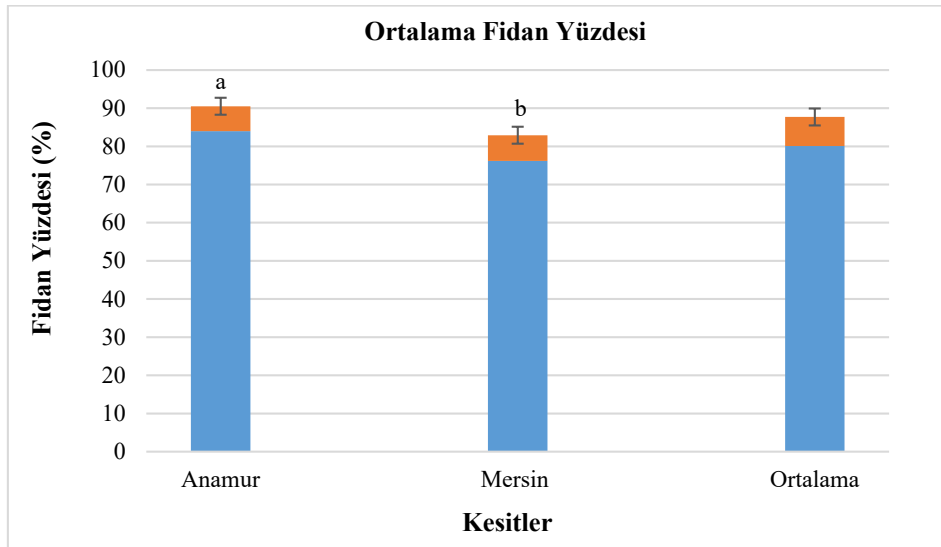
Mersin tohumlarının tamamının çimlenebilmesi için Anamur tohumlarından daha fazla bir süreye ihtiyaç duyduğundan bahsetmek mümkündür. Bu durumu açıklayan terim olarak ise tohumdan kaynaklı çimlenme engeli olabilir. Çimlenme engeli (dormansi) bir bitkinin neslini devam ettirebilmesi için içinde bulunduğu çevresel ve genetik faktörlere göre kendini adapte ederek tohumun çimlenme zamanını kontrol eden bir mekanizmadır. Bu mekanizma, tohumun hayatta kalabileceği gerekli koşullar oluşmadan çimlenmesini engelleyerek neslinin devamını sağlar (Boyras ve ark., 2019). Arazide tohumların toplandığı orijinlerin ve yükselti kuşaklarının farklılıkları çimlenme hızını etkilemekte ve çevresel şartların farklı olması tohumda çimlenme engeline neden olabilmektedir. Anamur bölgesi tohumlarının daha erken çimlenmesinin sebebi olarak ise bu bölgenin konumsal olarak Mersin bölgesine göre daha güney enlemde yer alması gösterilebilir. Yine türle yapılan bir başka çalışmada 0-200 m ve 800-1000 m yükseltilerden toplanan tohumlar çimlendirilmiş ve alt yükselti kuşağındaki tohumlarının çimlenme hızları yaklaşık 1,5 kat daha fazla olduğu

bulunmuştur (Çetin, 2023). Yükselti basamakları bakımından incelendiğinde ise alçak rakımlarda çimlenmenin daha erken gerçekleşmesinin beklenen bir durum olduğundan bahsedilebilir. Bu durumda yüksek rakımlarda bulunan ağaçlardan toplanmış olan tohumların alçak rakımlarda toplananlara nazaran daha fazla tohum çimlenme engeline sahip olduğu hem bu çalışma sonuçlarında hem de Çetin (2010; 2024) aynı tohumlarla yapılan çimlendirme çalışmalarında görülmektedir.

3.2. Fidan yüzdesi

Kesit ve yükselti basamağı faktörleri ile *kesit x yükselti* etkileşiminin fidan yüzdesine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Kesitler bakımından, Anamur kesitinde ortalama %84,0 fidan elde edilirken, Mersin kesitinde ise %76,2 ile daha düşük fidan elde edilmiştir (Şekil 5).

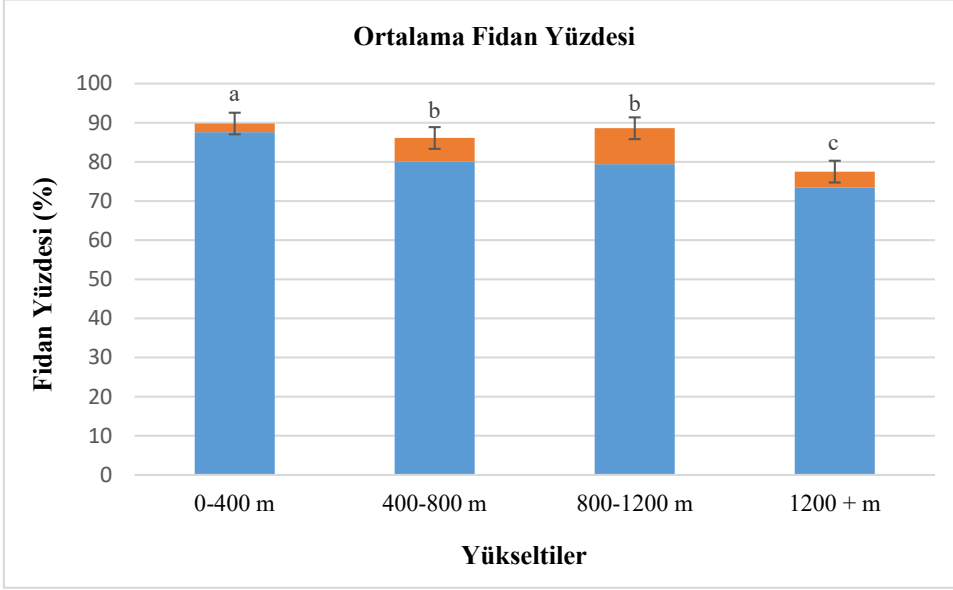


Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 5. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı kesitlerin fidan yüzdesine etkisi.

Yükselti basamakları bakımından değerlendirildiğinde en yüksek fidan yüzdesi %87,6 ile 0-400 m yükselti kuşağında elde edilmiştir. 400-800 ve 800-1200 m yükselti kuşağında istatistiki olarak fark çıkmamış ve %80 fidan elde edilmiştir. En az (%73,4) fidan yüzdesi 1200 m üstü yükselti kuşağında olmuştur. Genel olarak yükselti arttıkça fidan yüzdesi azalmıştır (Şekil 6). Kızılçamda tohumlarının çimlenme yüzdesi yükseltiye, bakıya ve ön işlem görüp görmemesi gibi faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Ürgeç ve ark., 1989; Skordilis ve Thanos 1995, Çetin, 2010). Skordilis ve Thanos (1995) üç farklı

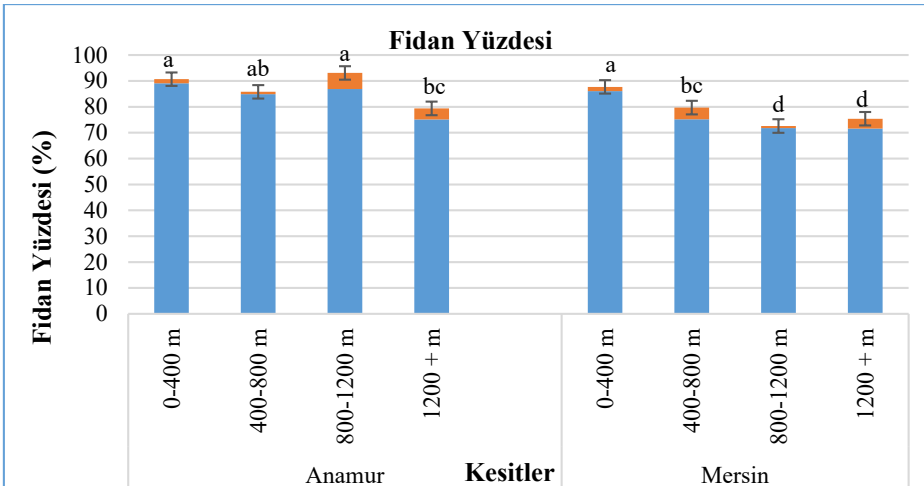
enleminden topladıkları kızılçam tohumlarını çimlendirmiş, kuzey orijinli tohumlarda diğer orijine göre düşük çimlenmeler olduğunu tespit etmiştir.



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 6. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı yükselti basamaklarını fidan yüzdesine etkisi.

Kesit x yükselti etkileşimine göre, Anamur'un ilk üç yükselti kuşağında %85-89 arasında fidan elde edilirken, 1200 m üstü yükselti kuşağında ise %75,1 fidan elde edilmiştir. Mersin kesitinde ise 0-400 m yükselti kuşağında %86,1 iken diğer yükselti kuşaklarında ise %72-75 arasında fidan elde edilmiştir (Şekil 7).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 7. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı kesit ve yükselti basamaklarının fidan yüzdesine etkisi.

Türün farklı yükselti ve orijinlerinden toplanan ve çimlenme yüzdesini belirlemek için yapılan daha önceki çalışmalarda da (Çetin, 2010; Çetin, 2024) bu sonuçlara paralel sonuçlar elde edilmiştir. On dokuz yılın sonunda bile bazı orijinlerin farklı yükselti kademelerinde çimlenme yüzdeleri başlangıçtaki çimlenme yüzdelerini korumuştur. Yine türle yapılan bir başka çalışmada ve 0-200 m ve 800-1000 m yükseltilerden toplanan tohumlar çimlendirilmiş ve alt rakım tohumlarının çimlenme yüzdesi üst rakımlardan biraz fazla olmuştur. Bu durum da üst yükseltiden toplanan tohumların çimlenme engelini olduğunu göstermektedir (Çetin, 2023).

Ortalama olarak bakıldığında Anamur'da %80'in, Mersin'de % 70'in üzerinde bir fidan yüzdesinin elde edildiği görülmektedir. Tohumun toplandığı yükselti kuşakları, orijinleri ve toplandıktan sonra gerekli saklama koşulları sağlandığında 19 yıl sonrasında dahi yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilebilecektir. Nitekim kızılçam gibi hızlı büyüyen ve ülkede geniş bir yayılışa sahip bir tür için bu sonuçlar büyük yangınlardan sonra sahanın yeniden ağaçlandırmasında bu tohumların kullanılabilir olması ormancılık açısından önemli bir sonuç olmuştur.

Türün tohumlarının saklanması ile ilgili Ürgenç ve Odabaşı (1971) topladıkları kızılçam kozalaklarını 7 yıl oda sıcaklığında kozalağı açılmadan saklandıktan sonra çimlendirdiklerinde çimlenmelerde biraz düşüşler olmuştur. Ancak düşük sıcaklıkta saklanan tohumların çimlendirmelerinde düşüş olmamıştır. Bu da kızılçam tohumlarında saklama sıcaklığının saklama süresini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Yine 5 farklı orijinlerden toplanan ve +2 ile +4 derecede soğuk hava deposunda 4 ile 23 yıl arası sürede saklanan kızılçam tohumları çimlendirilmiş. Tüm orijin ve saklama yılları ele alındığında kızılçam tohumlarında ortalama %76,0 çimlenme tespit edilmiştir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde kızılçam türü tohumlarının uygun koşullar altında uzun süre saklanabileceği kanısına varılmıştır (Dicle, 2022). Bir başka çalışmada oda sıcaklığında kısa süreli saklamada *Pinus gerardiana* tohumları 12 ay sonunda tohum canlılığının düştüğü belirlenmiştir (Malik ve Shamet, 2009). Tohumları oda sıcaklığında saklanan yani düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybı ve bunun sonucunda düşük oranda çimlenmelerin meydana geldiği ortaya konulmuştur (Nasreen ve ark., 2004). Diğer çam türlerinde olduğu gibi kızılçamda da tohum saklama sıcaklığının çok önemli olduğu görülmektedir.

Bir başka çam türü olan *Pinus nigra*'da yeni toplanan tohumlarda %99 olan çimlenme yüzdesi, 4-7 °C'de 10 yıl saklandıktan sonra tekrar çimlendirilmiş ve %91 çimlenme elde

edilmiştir (Ürgeç, 1973). Yine *Pinus nigra* ile ilgili çalışmada 10 yıllık saklanan tohumların çimlenmeleri %96'dan %58'e düştüğünü ve bu düşüşün nedeninin tohumun saklama neminden kaynakladığı tespit etmiştir (Temel ve ark., 2011). Atay ve ark., (1970) karaçam ve sarıçam 4-5 °C sıcaklıkta ve yaklaşık %8 nem içeriğinde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranı değişmemiş, ancak sarıçamda saklama sonunda çimlenmeler yarıya düşmüştür. Başka bir çalışmada sarıçam tohumları 2 °C'de ve -18 °C'de yaklaşık 10 yıl saklama sonrası çimlenme oranı 2 °C'de ilk çimlenmelere göre %20 azalırken, -18 °C'de %15 azalmıştır (Hilli ve ark., 2003). *Pinus elliotii*, *Pinus patula*, *Pinus radiata* ve *Pinus taeda* tohumları oda sıcaklığında, 2-3 °C'de ve -16 °C'de 25 yıl saklandıktan sonra *Pinus radiata* tohumu hariç diğer üç türün tohumları 10 yıl sonra hala ortalama %65 çimlenme yüzdesi elde etmiştir. 25 yıl boyunca -16 °C'de saklanan dört türün tohumlarından fidan elde etmede bir sorun yaşanmadığı bildirilmektedir (Donald ve Jacobs, 1990).

Gerek bu çalışma sonuçları gerekse diğer çam türlerinin tohumlarının saklama sonrası fidan (çimlenme) oranlarına bakıldığında tohumların toplandığı bölge, yükseklik, saklama sıcaklığı, tohum nemi tohumların saklama süresini doğrudan etkilemekte ve çimlenme ve fidan yüzdelerinde farklılıklar gösterebilmektedir.

4. Sonuç

Kızılçam Akdeniz ekosisteminin bir ağacıdır ve sürekli yangına maruz kalmaktadır. Dolayısıyla yangın sonrası bu alanların kısa sürede ağaçlandırılabilmesi için hazırda tohuma ihtiyaç vardır. Bu da bol tohum yılında türün tohumlarının toplanıp uygun saklama koşullarında saklamakla mümkün olabilir. Bu çalışmada farklı orijin ve yükseltilerden toplanan ve saklanan kızılçam tohumları seraya ekilmiş ve fidan performansları dolayısıyla tohumların saklanabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kızılçamın fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesi araştırılmış, kesit ve yükseltiler arasında önemli farklar bulunmuştur.

Kızılçam tohumlarının 19 yıl saklanması sonucunda en az %72 ve üstü fidan yüzdesi elde edilmiştir. Kızılçam tohumlarında genel olarak alçak rakımların fidan yüzdesi, yüksek rakımlara göre daha fazladır. Saklama sonrası fidan yüzdesi ve fidan çıkma hızlarında farklılıklar olsa da, çimlenme yüzdesi ve fidan yüzdesinde bu fark 16. haftada kapanmakta ya da azalmakta ve saklama öncesine yakın çimlenmeler elde edilebilmektedir. Bu da türün tohumlarının uygun koşullarda saklanması durumunda uzun

süre canlılığını koruyabileceğini ve gerekli durumlarda (fidanlıklarda, ağaçlandırmalarda ve özellikle de büyük yangınlar sonrası) sorunsuzca kullanılabilirliğini göstermektedir.

Kaynakça

- Allen, G. S. (1957). Storage behavior of conifer seeds in sealed containers held at 0°F, 32°F and room temperature. *Journal of Forestry*, 55, 278-281.
- Anonim, (2021). Orman Genel Müdürlüğü Resmi Ormancılık İstatistikleri, Ankara.
- Atay, İ., Ürgenç, S., ve Odabaşı T. (1970). Karaçam, Sarıçam ve Doğu Ladini tohumlarının 8 yıllık saklama deneme sonuçları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, 20 (2), 68-80.
- Bewley, J. D. ve Black, M. (1994). Dormancy and the control of germination. *Seeds: physiology of development and germination*, 199-271.
- Bonner, F. T. (2008). Storage of Seeds, p. 85-87. In: Bonner FT, Karrfalt RP (Eds.). The Woody Plant Seed Manual. Agriculture Hand Book 727, USDA Forest Service.
- Boydak, M., Dirik, H. ve Çalikoğlu, M. (2006), Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-Vakfı Yayınları, 364 s. Ankara.
- Boyraz, M., Korkmaz, H. ve Durmaz, A., (2019). Tohumda Dormansi ve Çimlenme. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 2(3), 92-105.
- Çetin, B. (2010). “Mersin Yöresinde Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Kozalak ve Tohumuna Ait Bazı Özelliklerin Yükseltiye Bağlı Değişimi” Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 185 s. İstanbul.
- Çetin, B. (2023). The effect of altitude and closed cone (seed) age on germination in red pine (Pinus brutia Ten.). *Sumarski List*, 3-4(147), 129-135.
- Çetin, B. (2024). The Effect of Storage Time on Germination of Turkish Pine (Pinus brutia Ten.) Seeds, *Sumarski List*, 1-2 (148), 49–58.
- Dicle, B. (2022). “Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Tohumlarında Uzun Dönem Saklamanın Çimlenme Üzerine Etkileri” Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 50 s. Çankırı.
- Donald D. G. M. ve Jacobs C. B. (1990). The effect of storage time, temperature and container on the viability of the seed of four pine species. *South African Forestry Journal*, 154(1), 41-46.

- Göktürk, A., Solhan, İ., Temel, F. ve Ölmez, Z. (2019). Saklama Süresinin Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) Tohumlarının Çimlenme Yüzdesi ve Hızı Üzerine Etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 21(1), 182-190.
- Hilli, A., Tillman-Sutela, E. ve Kauppi., A. (2003). Germination of pretreated Scots pine seeds after long-term storage, *Canadian Journal of Forest Research*, 33(1), 47-53.
- Işık, K. (1980). Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlar arası ve ve populasyon içi genetik çeşitliliğin araştırılması, Tohum ve Fidan karakterleri, ODTÜ Biyoloji Bölümü, Doçentlik Tezi, 149 s., Ankara.
- Malik, A. R. ve Shamet G. S. (2009). Storage of *Pinus gerardiana* seeds: biochemical changes and its applicability as vigour test. *Research Journal of Seed Science*, 2009.
- Nasreen, S., Khan, B. R. ve Mohmad, A. S. (2004). The effect of storage temperature, storage period and seedmoisture content on seed viability of soya bean, *Pakistan Journal of Biological Science*,. 3(12).
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü), (2022). <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. (Erişim Tarihi: 09.06.2024).
- Özdemir, T. (1977). Antalya bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia*. Ten.) tabii gençleştirme olanakları üzerine araştırmalar, *İstanbul.Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A27,(2), 239-293.
- Pradhan B. K. ve Badola, H. K. (2012). Effects of microhabitat, light and temperature on seed germination of a critically endangered Himalayan medicinal herb, *Swertia chirayita*: Conservation implications. *Plant Biosystems* 146(2), 345-351.
- Saatçioğlu, F. (1971). Orman Ağacı Tohumları, 3. Baskı, İ.U. Yayın No:1649, Orman Fakültesi Yayın No:173, İstanbul, 242 .
- Skordilis, A. ve Thanos, C. A. (1995). Seed stratification and germination strategy in the Mediterranean pines *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*, *Seed Science Research*, 5, 151-160.
- Temel, F., Gülcü, S., Ölmez, Z., ve Göktürk, A. (2011). Germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Seeds from the Lakes Region of Turkey: Geographic Variation and Effect of Storage, *Not Bot Hort Agrobot Cluj*, 39(1), 267-274.
- Ürgenç, S. ve Odabaşı, T. (1971). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının uzun süreli (7 yıl) kozalak içinde saklanması ve diğer saklama metotlarıyla mukayeseli sonuçları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A21(2), 82-93.

- Ürgeç, S. (1973). Cold storage test for 10 years on *Pinus nigra* var. *caramanica* and *Pinus brutia* Ten seeds. Proc International Symposium on Seed Processing-Seed Problems, Bergen, Norway. International Union of Forestry Research Organizations. Volume I, Paper No:18.
- Ürgeç, S. (1977). Antalya yöresi alçak ve yüksek kademe kızılçam ormanlarında tohum veriminin değişimi (5 yıllık araştırma sonuçları), *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A27(2), 80-114.
- Ürgeç, S., Boydak, M., Özdemir, T., Ceylan, B. ve Eler, Ü. (1989). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşçerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin tepe gelişimi ve tohum hasılatına etkileri üzerine araştırmalar, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No. 210, 69 s.
- Yahyaoglu, Z. ve Ölmez, Z. (2003). Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği Ders Notu, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Yayın No: 2, Artvin, 114 s.

Yonga Levha Üretiminde Tutkallama Öncesi ve Sonrası Parafin İlavésinin Levha Özellikleri Üzerine Etkisi*

The Effect of Paraffin Addition Before and After Gluing in the Particle Board Production on the Board Properties

 Hasan IŞIK¹,  Oktay GÖNÜLTAŞ¹

Özet

Yonga levha üretiminde levhaların rutubet dayanım özelliklerini iyileştirmek amacıyla parafin emülsiyonu kullanılmaktadır. Parafin endüstriyel yonga levha üretiminde mikser isimli tutkallama makinasında verilmektedir. Bu çalışmada mikser makinasında, veriliş sırasının değiştirilmesinin üretilecek olan yonga levha örneklerinin performans değerlerine etkileri araştırılmıştır. Parafin emülsiyonu, tutkallama öncesi ve sonrası dozajlanmıştır. Yonga levhalar, 18 mm kalınlıkta, 640 kg/m³ yoğunlukta, %32 dış tabaka yonga oranı, %68 orta tabakada yonga oranı olacak şekilde sürekli pres hattında 220 °C sıcaklıkta üretilmiştir. Üretilen levhaların fiziksel özelliklerini belirlemek için su alma ve kalınlığına şişme, mekanik özelliklerini belirlemek için eğilme dayanımı ve yüzeye dik çekme testleri yapılmıştır. Örneklerin formaldehit emisyon değerleri gaz analizi, desikatör ve perforatör metotları ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre parafinin tutkallama işlemi sonrası sisteme verilmesinin formaldehit emisyonu değerlerini desikatör metoduna göre %9.8, perforatör metoduna göre %7, gaz analizi metoduna göre %17.2 oranında düşürdüğü ortaya konulmuştur. Yüzeye dik çekme direnci tutkallama öncesi 0,52 N/mm², tutkallama sonrası 0,50 N7mm² olarak tespit edilmiştir. Parafinin veriliş sırasının değiştirilmesiyle levhaların fiziksel özellikleri olumsuz etkilenmiştir, ancak mekanik özelliklerde ise önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Abstract

In particle board production, paraffin emulsion is used to improve the physical properties of the boards. Paraffin chemical is given in a gluing machine called a mixer in particle board production. In this study, the effects of changing the order of delivery in the mixer machine on the performance values of the chipboard samples to be produced were investigated. Paraffin emulsion was dosed before and after gluing. Particle boards were produced at 220 °C in a continuous press line with 18 mm thickness, 640 kg/m³ density, 32% surface layer chips ratio and 68% middle layer chips ratio. Formaldehyde emission of the produced boards, water absorption and swelling to the thickness to determine their physical properties, bending strength and internal bonding tests to determine their mechanical properties were carried out. According to the results obtained, it was revealed that the application of paraffin to the system after the gluing process reduced the formaldehyde emission values by 9.8% according to the desiccator method, 7% according to the perforator method, and 17.2% according to the gas analysis method. Internal bonding was determined as 0,52 N/mm² before gluing and 0,50 N/mm² after gluing. The physical properties of the boards were negatively affected by changing the paraffin feeding sequence, but no significant change was observed in the mechanical properties.

Anahtar Kelimeler: Parafin, Yonga levha, Üre formaldehit, Formaldehit emisyonu

Keywords: Paraffin, Particle board, Urea formaldehyde, Formaldehyde emissio

Geliş Tarihi: 02.11.2022, Düzeltme Tarihi: 21.11.2022, Kabul Tarihi: 22.11.2022

Adres: ¹Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Bursa

E-mail: hasan.isik@keas.com.tr

*Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi 19(2)'nde basılan makalenin düzeltme makalesi olarak yayımlanması uygun görülmüştür.

1. Giriş

Ahşap esaslı levhaları, yonga levha, yönlendirilmiş yonga levha, lif levha, lamine kaplama, ve kontrplak gibi ürünler olarak sınıflandırmak mümkündür (Hussain ve ark., 2018).

Yonga levha, lignoselülozik malzemelerden elde edilen yongaların sentetik veya biyobazlı tutkallar ile sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle üretilen daha büyük ve geniş ebatlardaki odun esaslı levhalardır (Gözalın, 2016). Ağaç türü, ekstraktif maddeler, permeabilite, odunun rutubet miktarı, odun özgül ağırlığı, yonga tipi ve geometrisi, kabuk kullanımı, presleme şartları, tutkalın türü ve uygulanma şartları, kullanılan katkı maddeleri yonga levhanın performans özelliklerini etkileyen faktörlerden bazılarıdır. Bunlara ilaveten levha üretiminde kullanılan katkı maddeleri, levhaların preslenmesi sırasında tutkalın sertleşme süresinin azaltılmasında, levhaya su iticilik özelliği kazandırılmasında, mantar ve böceğe karşı dayanıklılık sağlamak için kullanılabilir (Güller, 2009). Levha üretiminde kullanılan en yaygın reçineler üre formaldehit (UF), fenol formaldehit (FF) ve melamin formaldehit (MF) tutkallarıdır. Bununla birlikte, üre formaldehit reçinesi diğer alternatiflere göre düşük maliyetlidir. Bu nedenle UF reçinesi daha çok tercih edilmektedir. UF reçinesi kullanmanın dezavantajlarından bazıları ise, üretilen panellerin yüksek formaldehit emisyonuna ve düşük su direncine sahip olmalarıdır (Özlüsoylu ve İstek, 2018). UF reçinesi içindeki reaksiyona girmemiş serbest formaldehit, yüksek sıcaklıkta preslemeden sonra bile ahşap panellerden yayılabilir. Ghani ve arkadaşları 0.85 F/U oranına sahip UF reçinesi ile yapılan tutkalın mukavemeti yaklaşık 1.1 F/U oranına sahip reçineden %20 daha düşük olduğunda F/U oranının olması gereken minimum limite ulaştığı sonucunu elde etmişlerdir (Ghani ve ark., 2018). Yonga levhalarda nem direncinin artırılması için, polimerik izosiyanat veya melamin üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır (Silva ve ark., 2014). Levhaların su alımına karşı direncini artırmak için parafin de kullanılabilir (Nemli ve ark., 2006). Parafin emülsiyonları ahşap esaslı malzemelerin üretiminde, tekstil endüstrisinde, seramik malzemeler, kağıt, karton gibi çeşitli yüzeylere hidrofobik özelliklerin yanı sıra doğal ve sentetik liflerden yapılmış kumaşlara su geçirmezlik kazandırmak için kullanılır. 25-35 °C'de katı olan parafin veya diğer lipitler içeren emülsiyonlar tipik olarak lipitin erime noktasının 5-10 °C üzerindeki bir sıcaklıkta bir stabilizatör içeren sulu bir fazda dağıtılarak hazırlanır. Parafin kimyasal erime noktasının altında bir sıcaklığa düşürüldüğünde faz ayrışmasına ve katı partiküllerin oluşmasına neden olabilmektedir. Parafin emülsiyonlarının hazırlanmasında ve bu emülsiyonların stabil bir

şekilde depolanmasını sağlamak amacıyla çeşitli, anyonik veya katyonik yüzey aktifleştiriciler sıklıkla kullanılmaktadır (Koroleva ve ark., 2017). İşlevi, ahşap yongalarını film tabakası ile kaplamak ve böylece su geçirmez hale getirmektir. Bir parafin emülsiyonu ilavesi, ahşabın hidrofilik yapısı nedeniyle levhaların boyutsal kararlılıklarını büyük ölçüde arttırmaktadır.

Chau ve ark. (2015) parafin ile muamele edilmiş çam odunu numunelerinin fiziksel özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre numunelerin boyutsal kararlılıklarının arttığı ve su alımı değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Iswanto ve ark. (2017) üre formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levha numunelerini fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla parafin, silikon ve palmye yağı kimyasalları ile işleme tabi tutmuşlardır. Su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde iyileşme görülmüştür. Mujika-Garai ve ark. (2007) parafin emülsiyonlarını yonga levhaların suya karşı dayanıklılıklarını arttırmak için kullanmışlardır. Yüzey aktif madde sistemleri ile stabilize edilmiş parafin emülsiyonlarının kullanımı yonga levhaların fiziksel özelliklerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Yonga levha üretiminde levhanın ıslak mukavemetini sağlamak amacıyla kullanılan parafin emülsiyonu mikserlerde önce yongayla buluşmaktadır. Daha sonrasında tutkal ve diğer kimyasallar verilmektedir. Bu aşamada parafinin içerisindeki yağ içeriğinden dolayı yongaların yüzeyinin ilk önce yağ ile kaplanmasından dolayı, daha sonra verilen tutkal ile yongaların bağ yapmasının engellenebileceği düşünülmektedir. Bu amaçla parafin kimyasalının tutkallamadan sonra verilerek tutkallanmış yongaların üzerinde bir kaplama oluşturarak ıslak mukavemeti ve tutkalın bağ yapma performansını iyileştireceği düşünüldüğünden dolayı bu çalışmanın yapılması planlanmıştır. Endüstriyel olarak üretilen yonga levhaların tutkallama aşamasında, mikserlere eklenen parafinin tutkallamadan önce ve sonra olmak üzere veriliş sıralamasının levhanın fiziksel, mekanik ve formaldehit emisyon özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Üre formaldehit tutkalı ve odun yongaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Yonga levhaların üretilmesinde %60 çam odunu yongası, %20 meşe yongası, endüstriyel atık sınıfına giren %10 piyasa talaşı ve %10 kavak kapak çıtasından elde edilen yongalar hammadde olarak kullanılmıştır. Dış tabakada %50 katıda üre formaldehit tutkalı (UF), orta tabakada ise %65 katıda UF tutkalı kullanılmıştır (Çizelge 1). Sertleştirici olarak %25 konsantrasyonda, tutkal katısına göre %2.5 amonyum sülfat

kullanılmıştır. Parafin ise %60 katı madde oranında emülsiyon halinde yongaların kimyasallarla karıştırıldığı yer olan tutkallama makinesinde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan parafinin özellikleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Tutkal özellikleri.

Numune	Katı madde oranı	pH	Jelleşme zamanı (sn)	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite (cP)	Formaldehit/Üre mol oranı
UF (yüzey tabaka)	50	8,30	54	1,21	35	1,12
UF (orta tabaka)	65	8,55	45	1,28	227	1,17

Çizelge 2. Parafin özellikleri.

Seçenekler	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama
Katı madde	%	65	58	60,02
Yoğunluk	g/cm ³	0,96	0,85	0,95
pH		11	8	0,29
Akma zamanı	saniye	30	10	17

2.1. Yonga Levha Üretimi

Yonga levhalar 16x2100x2800 mm ebatlarında, 640 kg/m³ yoğunlukta, %32 dış tabaka, %68 orta tabaka yonga oranında ve %6 levha rutubetinde, Siempelkamp marka sürekli pres hattında 220°C sıcaklıkta, 150 N/mm² basınçta 580 mm/sn hızda üretilmiştir. Şekil 1’de yonga levha üretiminin aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 1. Yonga levha üretim aşamaları

2.2. Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Üretilen yonga levhaların su alma, kalınlık artışı özellikleri (TS EN 317, 1999), rutubet oranları (TS EN 322, 1999) ve yoğunlukları (TS EN 323,1999) 50x50 mm boyutlarındaki numunelerle belirlenmiştir.

2.3. Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Mekanik özelliklerin belirlenmesi için yüzeye dik çekme ve eğilme dayanımı testleri İMAL üniversal test makinesiyle gerçekleştirilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci TS EN 319 (1999) standardına göre 50x50 mm boyutlarında örneklerle gerçekleştirilmiştir. Eğilme dayanımı testinde ise TS EN 310 (1999) standardı kullanılarak 210x50 mm boyutlarında örneklerle gerçekleştirilmiştir. Yüzey sağlamlığı TS EN 311 (2005) standardına göre 50x50 mm boyutundaki numunelerden elde edilmiştir. Örneklerin vida tutma direnci TS EN 320 standardına uygun olarak 75x75 mm boyutlarında gerçekleştirilmiştir.

2.4. Formaldehit Emisyonu

Yonga levha örneklerinin formaldehit emisyon değerleri belirlenmesi için gaz analizi (TS EN 717-2, 2006), desikatör (JIS A 1460, 2001) ve perfaratör (TS EN 120 1993) metotları kullanılmıştır. Formaldehit emisyon limitleri ülkelerden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Avrupa ve ABD’de CARB sınıfı emisyon limitleri geçerliken, uzak doğu ülkelerinde JIS standartları yürürlükte. Bu sebeplerden dolayı 3 farklı metolla formaldehit emisyonları test edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Fiziksel Özellikler

Üretilen yonga levhaların rutubet miktarları tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubunda (TÖ) %6.19 ve tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubunda (TS) %6.36 olarak elde edilmiştir. Yonga levhaların yoğunluk değerleri TÖ’de 630 kg/m^3 , TS’de ise 626.9 kg/m^3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). TÖ su alma değerleri TS’den daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Parafinin tutkallama öncesinde kullanımının oldukça yaygın olduğu ve levhaların fiziksel özelliklerini olumlu etkilediği bilinmektedir (Essid ve ark.,, 2021). Özçiftçi ve ark. (2017), tutkal ve parafin oranının yönlendirilmiş yonga levhaların fiziksel özelliklerine etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, tutkal ve parafin oranı yüksek levhalarda fiziksel test sonuçlarının daha üstün performans gösterdiğini aktarmışlardır. Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi tutkallama sonrası parafin ilavesinin levhanın

fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Yonga levhaların fiziksel özellikleri.

Test	Birim	TÖ	TS	Limitler
Rutubet	%	6.19 (0.14)	6.36 (0.05)	5
Şişme 2 saat	%	9.03 (2.67)	10.52 (1.10)	15
Su Alma 2 saat	%	51.15(10.42)	59.19 (5.87)	80
Ham Levha Ort. Yoğunluğu	kg/m ³	630.02 (7.54)	626.98 (13.36)	600

TÖ: Tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubu, TS: Tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubu

Çizelge 4. Yonga levhaların fiziksel özellikleri (t testi sonuçları).

Test	n	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Rutubet	3	TÖ	6.19	0.14	-2.041	0.111
		TS	6.36	0.05		
Şişme	5	TÖ	9.03	2.67	-1.151	0.283
		TS	10.52	1.10		
Su Alma	5	TÖ	51.15	10.42	-1.503	0.171
		TS	59.19	5.87		
Ham Levha Ort. Yoğunluğu	20	TÖ	630.02	7.54	886	0.381
		TS	626.98	13.36		

Üretilen yonga levhaların t-testi analizleri SPSS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'te yonga levhaların fiziksel test sonuçlarının t- testi istatistik analizleri gösterilmektedir. T-testi istatistik analizi sonucunda homojen olarak dağılım gösterdiği ancak $p > 0.05$ olduğundan tutkallama öncesinde ve tutkallama sonrasında parafinin kullanılması fiziksel test sonuçlarında anlamlı farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

3.2. Mekanik Özellikler

Eğilme dayanımı TÖ için 13.44 N/mm^2 , TS için ise 14.03 N/mm^2 olarak elde edilmiştir (Çizelge 5). TÖ yüzeye dik çekme direnci 0.52 N/mm^2 ile TS'den daha iyi performans göstermiştir. Her iki örnek grubunun yoğunluk değerleri de karşılaştırıldığında TÖ yüzeye dik çekme sonuçlarının yoğunluk değerleriyle doğru orantılı olarak elde edildiği gözlemlenmektedir. Üretilen levhalar, TS EN 312 standardına göre P2 sınıfı yonga levha test limitlerini karşılamaktadır. Gözalan (2016) yüksek lisans tez çalışmasında, parafin kullanımının yonga levhaların mekanik sonuçlarında belirgin farklılıklar oluşturmadığını gözlemlemiştir. Xu ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmada, parafin kullanımının mekanik özellikleri olumsuz etkilemediği ancak kullanım oranının kontrollü bir şekilde artırılması gerektiğini ve belirli bir noktadan sonra yüzeye dik çekme dayanımını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Yüzey dayanıklılığı 1.51 N/mm^2 ve vida çekme direnci değeri 801.3 N ile TS örnek grubu TÖ'dan daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5. Yonga levhaların mekanik özellikleri.

Test	Birim	TÖ	TS	Limitler
Eğilme dayanımı	(N/mm ²)	13.44 (2.20)	14.03 (2.62)	11
Elastikiyet modülü	(N/mm ²)	2571.76 (412.34)	2556.77 (401.34)	≥ 1800
Yüzeğe dik çekme direnci	(N/mm ²)	0.52 (0.04)	0.5 (0.07)	0.35
Yüzey dayanıklılığı	(N/mm ²)	1.45 (0.08)	1.51 (0.14)	0.8
Geri çekme vidalaması kenar	N	755.67 (69.58)	801.33 (84.11)	450

TÖ: Tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubu, TS: Tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubu, n: Numune sayısı

Çizelge 6. Yonga levhaların mekanik özellikleri (t testi sonuçları).

Test	n	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Eğilme dayanımı	6	TÖ	13.44	2.20	-0.426	0.679
		TS	14.03	2.62		
Elastikiyet modülü	6	TÖ	2571.76	412.34	0.064	0.950
		TS	2556.77	401.34		
Yüzeğe dik çekme direnci	6	TÖ	0.52	0.04	0.525	0.611
		TS	0.50	0.07		
Yüzey dayanıklılığı	6	TÖ	1.45	0.08	-1.025	0.329
		TS	1.51	0.14		
Geri çekme vidalaması kenar	3	TÖ	755.67	69.58	-0.725	0.509
		TS	801.33	84.11		

Çizelge 6'da yonga levhaların mekanik test sonuçlarının t-testi istatistik analizleri gösterilmektedir. T-testi istatistik analizinde homojen olarak dağılım gösterdiği ancak $p > 0.05$ olduğundan iki varyasyon arasında parafinin kullanılmasının mekanik test sonuçlarında anlamlı farklılık oluşturmadığı sonucu elde edilmiştir.

3.3. Formaldehit Emisyonu Test Sonuçları

Çizelge 7'de yonga levha örneklerinin formaldehit emisyonu testi sonuçları gösterilmiştir. Formaldehit emisyonu sonuçları desikatör, perfaratör ve gaz analizi metotları olmak üzere 3 farklı yöntemle belirlenmiştir. Uygulanan üç farklı yöntem sonucunda da TS formaldehit emisyonu sonuçları TÖ'den daha düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Sonuçların perfaratör metodunda E1 sınıfı yonga levhalar için belirlenen limitler dahilinde olduğu gözlemlenmiştir. İstek ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları çalışmada, üretilen 18 mm kalınlıkta, 700 kg/m³ yoğunluktaki yonga levhaların perfaratör metoduna göre formaldehit emisyonu sonucu 11,8 mg/100g olarak belirlenmiştir (İstek ve ark., 2018).

Çizelge 7. Formaldehit emisyonu sonuçları.

	Desikatör metodu (mg/L)	Perfaratör metodu (mg/100g)	Gaz analizi metodu (mg/m²h)
TÖ	3.46	6.94	4.66
TS	3.12	6.45	3.86
Limitler	JIS A 1460-2001 ≤0.3/0.4 mg/L F☆☆☆☆ ≤0.5/0.7 mg/L F☆☆☆ ≤1.5/2.1 mg/L F☆☆	EN13986:2005 TS EN 120 ≤8 mg/100 g E1	EN13986:2005 TS EN 717-2 (≤3,5 mg/m ² h).

Çizelge 8. Formaldehit emisyonu t-testi sonuçları.

Test	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Desikatör	TÖ	3.46	0.06	9.016	0.002
	TS	3.12	0.03		
Perfaratör	TÖ	6.94	0.02	27.591	0
	TS	6.45	0.03		
Gaz analizi	TÖ	4.66	0.07	16.692	0
	TS	3.86	0.04		

Çizelge 8’de yonga levhaların formaldehit emisyonu sonuçlarına yapılan t-testi analizi sonuçları gösterilmektedir. Üç farklı metodla değerlendirilen formaldehit emisyonu sonuçlarının homojen olarak dağıldığının ve $p < 0.05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık oluşturduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Levhaların eğilme dayanımı, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme, yüzey dayanıklılığı, geri çekme vidalaması kenar testi değerlerinde Çizelge 5’de gösterilen limit değerlerinden üstün performans gösterdiği ancak parafin verilmiş sırasının mekanik test sonuçlarında anlamlı farklılıklar oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Parafinin tutkallama öncesi uygulanması ile üretilen levhalarda rutubet %6.19, su alma %51.15, kalınlığına şişme %9.03 değerleri elde edilmiş ve fiziksel test sonuçlarının tutkallama sonrası varyasyona göre daha iyi performans gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Parafin emülsiyonlarının tutkallama öncesi ve sonrasında sisteme dâhil edilmesinin yonga levha örneklerinin mekanik özelliklerinde belirgin bir değişiklik elde edilememiştir. Parafinin tutkallama işlemi sonrasında ilave edilmesi formaldehit emisyonu değerlerini desikatör metoduna göre %9.8, perfaratör metoduna göre %7, gaz analizi metoduna göre %17.2 oranında düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Daha sonraki çalışmalarda parafin ilavesinin TÖ ve TS sonuçlarının, parafin ilave edilmeden elde edilecek fiziksel ve mekanik sonuçlarla kıyaslanması çalışılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, “TÜBİTAK 118C102 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Chau, T., Ma, E., & Cao, J. (2015). Moisture adsorption and hygroexpansion of paraffin wax emulsion-treated southern pine (*Pinus spp.*). *BioResources*, 10(2), 2719-2731.
- Ganim, A., Ashaari, Z., Bawon, P., & Lee, S. H. (2018). Reducing formaldehyde emission of urea formaldehyde-bonded particleboard by addition of amines as formaldehyde scavenger. *Building and Environment*, 142, 188-194.
- Gözalan, M. (2016). Yonga levhalarda parafin kullanım miktarının optimizasyonu üzerine araştırmalar. (Master's thesis, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güller, B. (2009). Odun kompozitleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 2(1), 135-160.
- Hussain, M., Malik, R. N., & Taylor, A. (2018). Environmental profile analysis of particleboard production: a study in a Pakistani technological condition. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(8), 1542-1561.
- Iswanto, A. H., Sucipto, T., Nadeak, S. S. D., Fatriasari, W. (2017). Post-treatment effect of particleboard on dimensional stability and durability properties of particleboard made from sorghum bagasse. *{IOP} Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180, 12015.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Bakar, S., & Öz, E. (2018). Tutkal Çözeltisine Üre İlavesinin Formaldehit Emisyonu ve Levha Özelliklerine Etkisi. II. In *International Scientific and Vocational Studies Congress, Kırıkkale* (pp. 824-830).
- Koroleva, M. Y., Gorbachevski, O. S., & Yurtov, E. V. (2017). Paraffin wax emulsions stabilized with polymers, surfactants, and nanoparticles. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 51(1), 125-132.
- Mújika-Garai, R., Aguilar-García, C., F. Juárez-Arroyo, Covián-Sánchez, I., Nolla, J., Esquena, J., & Hidalgo-Álvarez, R. (2007). Stabilization of paraffin emulsions used in the manufacture of chipboard panels by liquid crystalline phases. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 28(6), 829-836.
- Nemli, G., Demirel, S., & Zekoviç, E. (2006). Yonga rutubeti, parafin kullanımı ve ağaç cinsinin yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri.
- Özçifçi, A. , Kara, M. E. , Karakaya, B. & Biçer, E. (2017). Yönlendirilmiş yonga levha (OSB)'nin mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine tutkal ve parafin miktarının etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* 6(3), 52-60.

- Özlüsoylu, İ. & İstek, A. (2018). Sodyum karboksimetil selüloz (Na-CMC) takviyeli üre formaldehit tutkalının yonga levha özellikleri ve formaldehit emisyonuna etkisi . Turkish Journal of Forestry , 19 (3) , 317-322 . DOI: 10.18182/tjf.402355
- Essid, S., Hegde, V. J., Mahieu, A., Bizet, L., Leblanc, N., & Saouab, A. (2021). Comparison of the properties of flax shives based particleboards prepared using binders of bio-based lignin and partially bio-based epoxy resin. International Journal of Adhesion and Adhesives, 109, 102915.
- Silva, D. A. L., Lahr, F. A. R., Pavan, A. L. R., Saavedra, Y. M. B., Mendes, N. C., Sousa, S. R., Sanches, R., & Ometto, A. R. (2014). Do wood-based panels made with agro-industrial residues provide environmentally benign alternatives? An LCA case study of sugarcane bagasse addition to particle board manufacturing. The International Journal of Life Cycle Assessment, 19(10), 1767–1778.
- Xu, X., Yao, F., Wu, Q., & Zhou, D. (2009). The influence of wax-sizing on dimension stability and mechanical properties of bagasse particleboard. Industrial crops and products, 29(1), 80-85.
- TS EN 317 (1999). Yonga levhalar su içerisinde daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE Ankara.
- TS EN 322 (1999). Ahşap esaslı levhalar rutubet miktarının tayini, TSE Ankara.
- TS EN 323 (1999). Ahşap esaslı levhalar birim hacim ağırlık tayini, TSE Ankara.
- TS EN 319 (1999). Yonga ve lif lif levhalar, yüzeye dik çekme direncinin tayin edilmesi, TSE Ankara.
- TS EN 310 (1999). Ahşap esaslı levhalar, Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 311 (2005). Ahşap Esaslı Levhalar-Yüzey Sağlamlığı-Deney metodu, TSE, Ankara.
- TS EN 320 (2011). Yonga levhalar ve lif levhalar, Vida tutma mukavemetinin tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 120 (1999). Ahşap esaslı levhalar, Formaldehit miktarının tayini, Ekstraksiyon metodu ile ayırma. TSE, Ankara.
- TS EN 717-2 (2006). Ahşap esaslı levhalar- Formaldehit ayrışması tayini- Gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması.
- JIS A 1460 (2001) Determination of the emission of formaldehyde from building boards- Desiccator method.

Use of Toxic and Allergen Plants in Landscape Arrangements of Urban Historical Areas: The Case of Çeşme Castle (İzmir)

Kentsel Tarihi Alanların Peyzaj Düzenlemelerinde Zehirli ve Alerjen Bitki Kullanımları: Çeşme Kalesi (İzmir) Örneği

 Necmettin GÜR¹,  Özgür KAHRAMAN²

Abstract

Urban historical areas and buildings are structures that provide important information, culture and tradition transfer from the past to the present. These places are both an effective tourism area and a part of urban life. In addition to the aesthetic, ecological and functional benefits of the plants to be used in urban historical areas, attention should be paid to their allergenic and toxic effects. Exposure to plants with toxic effects may cause mild or serious negative effects on human health. The study was carried out to determine the toxic and allergenic plants found in the historical area of Çeşme Castle and to make evaluations about the area. The plants were examined on site and photographed in the study area. According to the literature, the allergenic effect, toxic status, toxic parts and toxic substances of the plant species were determined. The data obtained were analysed and as a result of the analyses; 30 plant species, 29 genera and 22 families were identified in the area. The ratio of toxic plant species in the area was 53.33 % and the ratio of allergenic plant species was 36.66 %. According to their forms, the proportion of toxic plant species was 37.5 % and the proportion of allergenic plant species was 81.81 %, with the highest proportion found in tree form plant species. Among the identified plants, 5 species have both toxic and allergenic effects. Suggestions were made such as measures that can be taken to stop the contact of plants with toxic effects with the users in the area, and the portable ones can be replaced with non-toxic plants. In addition, suggestions were also made for measures that can be taken during the landscape design phase regarding allergenic plants.

Keywords: Allergen plants, plant design, Çeşme Castle, historical areas, toxic plants

Özet

Kentsel tarihi alanlar ve yapılar geçmişten günümüze önemli bilgi, kültür ve gelenek aktarımı sağlayan yapılardır. Bu yerler hem etkili birer turizm alanı hem de kent yaşamının bir parçasıdır. Kentsel tarihi alanlarda kullanılacak bitkilerin estetik, ekolojik ve fonksiyonel faydalarının yanında sahip oldukları alerjen ve zehirli etkilerine de dikkat edilmelidir. Zehirli etkiye sahip bitkilere maruz kalmak insan sağlığında hafif ya da ciddi olumsuz etkilere neden olabilir. Çalışma Çeşme Kalesi tarihi alanında bulunan zehirli ve alerjen bitkileri belirlemek ve alanla ilgili değerlendirmeler yapmak için gerçekleştirilmiştir.

Bitkiler çalışma alanında yerinde incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiş. Literatüre göre bitki türlerinin alerjen etkisi, zehir durumları, zehirli kısımları ve zehirli maddeleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler analiz edilmiş ve analizler sonucunda; alanda 30 bitki türü, 29 cins ve 22 familya tespit edilmiştir. Alandaki zehirli bitki tür oranı % 53.33, alerjenik bitki tür oranı % 36.66 belirlenmiştir. Formlarına göre zehirli bitki tür oranı % 37.5, alerjenik bitki tür oranı % 81.81 ile en çok ağaç formu bitki türlerinde saptanmıştır. Tespit edilen bitkilerden 5 tür hem zehirli hem de alerjenik etkiye sahiptir. Alanda zehirli etkiye sahip bitkilerin kullanıcılar ile temasının kesilebilmesi için alınabilecek önlemler, taşınabilir olanların zehirsiz bitkiler ile değiştirilebileceği gibi önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca alerjen bitkiler ile ilgili peyzaj tasarım aşamasında alınabilecek önlemler için de önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Alerjen bitkiler, bitkisel tasarım, Çeşme Kalesi, tarihi alanlar, zehirli bitkiler

Received: 09.03.2024, Revised: 04.06.2024, Accepted: 25.06.2024

Address: ¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Education, Department of Landscape Architecture.

Address: ²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture.

E-mail: ozgurkahraman@comu.edu.tr

1. Introduction

Historical and cultural sites, buildings and all similar important artefacts transmit the essence of many concepts such as knowledge, culture, and tradition from the past to the present. Therefore, such areas, structures and similar artefacts can be considered as the common heritage of humanity in the world. In addition, it would not be wrong to say that historical areas, which are located within the urban structure and are a part of urban life, are the memory and identity of the regions where they are located (Altan Erol, 2021). Also, historical sites bearing traces of the past are both important tourism areas for future generations and important tourism areas that contribute to the economy of their location (Gür and Erduran Nemutlu, 2021). It can be said that all other land uses in the city and historical areas are closely related to the landscape. From this point of view, the quality of the landscaping of urban historical areas, which are a part of urban life, stands out in terms of the comfort of visiting tourists and the sustainability of tourism (Gür and Kahraman, 2022). Attention and care should be paid to the correct selection of plant species, which is one of the most basic elements in ensuring the quality of landscape arrangements and constitutes most of the materials used (Bogenç and Bekçi, 2020; Öksüz and Koçan, 2021). In addition to the aesthetic, ecological and functional benefits of plants, it should not be ignored that they may be harmful due to their allergenic and toxic effects (Kušen et al., 2022). Humans or animals may show different symptoms when exposed to plants with toxic effects. Exposure to these plants may cause minor discomfort or heart rhythm disturbances, vomiting, paralysis and even death (Fančovičová and Prokop, 2011). In some flowering plants, especially in dioecious plants, pollen produced by male reproductive cells can cause allergenic effects called pollinosis at certain times of the year (Tutuş, 2022). Considering all these risks, it is obvious how important is the selection of plants used in plant design. When the literature on the subject is examined, it is seen that there are different studies on the use of plants with toxic effects in urban landscape design. Gümüşcü and Gümüşcü (2012), in their study, gave detailed information about some plants that grow naturally in Turkey and are used as commercial, medicinal, food or ornamental plants. They gave information about the toxic parts of the plants, toxic active ingredients and possible symptoms that may occur if these plants are consumed. Muca et al. (2012) identified toxic plant species used in public areas in Isparta. They gave information about the situations that may occur in case of exposure to the plants they identified in such areas. Gür and Kahraman (2023), in their study, determined the species with toxic effects among the plant species used in the landscaping of

recreation areas in public open spaces in Simav district of Kütahya province in Turkey. They also evaluated whether there is a measure against these plants in their study. At the end of the study, they made suggestions on the use of these plants in the design phase and the measures that can be taken.

This study was carried out to reveal and evaluate the toxic and allergenic plant status in the historical area of Çeşme Castle. The study also aimed to develop recommendations to prevent plant-induced negativities in similar urban historical areas and to take necessary precautions.

2. Material and Method

The study was conducted between March and April 2023 at Çeşme Castle located in Musalla Neighbourhood of Çeşme district of İzmir province (Figure 1). Çeşme Castle was built in 1508 during the reign of Bayezid II to protect the region and the trade in the region by the Governor of Aydın, Mir Haydar, to the architect Ahmet son Mehmet (Öztürker, 2011; Turkey Culture Portal, 2023). The castle was built in a cascade shape depending on the topography of its location and the height of the structure from the sea is 6 metres (Sağlam, 2021). The castle area is between $38^{\circ}19'25.17''$ north parallel and $26^{\circ}18'10.63''$ east meridian. Çeşme Castle, which is approximately 85x130 m in area, faces the sea in the east-west direction. In front of the entrance of the castle, there are a car road, a recreation area, and the Aegean Sea, respectively (Figure 2).

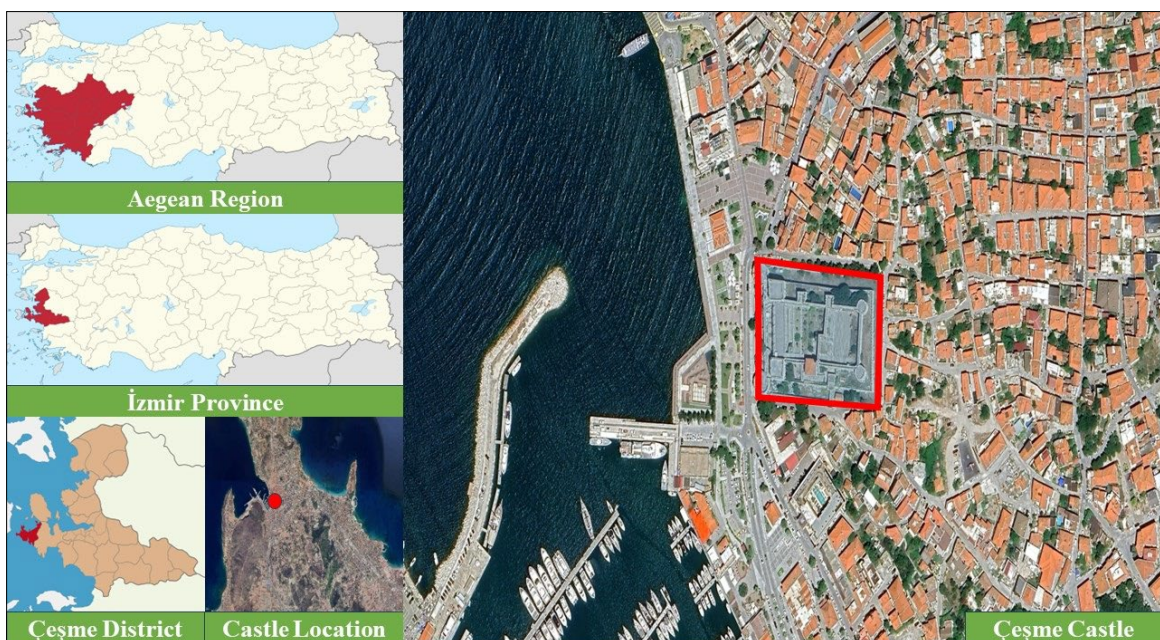


Figure 1. Location of the Study Area and Çeşme Castle (Modified from Google Earth Pro, 2023; Wikipedia, 2023a; Wikipedia, 2023b).



Figure 2. View of Çeşme Castle from different angles (Çeşme District Governorate, 2023).

The study was carried out in five different steps. Firstly, the plant species used in the landscape design of Çeşme Castle were examined on site and the plants were photographed. Then, in the light of the literature, the species, families, and forms of the plants identified in the study area were determined and listed. In the third stage, the allergenic effect of the plant species, toxic plant species, plant organs with toxic effect and toxic active substances were determined by reviewing the literature. The literatures used in the research are given in Table1.

Table 1. Literature used to determine the toxic and allergenic effects of the plants identified in the study area.

Toxic and Allergenic Effects of Plants	Literatures Used
Plants with Toxic Effect	<ul style="list-style-type: none"> • Aplin (1976) • Seçmen and Leblebici (1987) • Baytop (1989) • Johnson and Johnson (2006) • Nelson et al. (2007) • Zencirkıran et al. (2018) • Çelik and Zencirkıran (2021) • Çorbacı and Ekren (2021) • Hatipoğlu and Ekren (2022) • Mahonski et al. (2022)
Plants with Allergenic Effect	<ul style="list-style-type: none"> • D'amato and Spieksma (1991) • D'amato (1998) • Lorenzoni-Chiesura et al. (2000) • Jianan et al. (2007) • Irian et al. (2013) • Hong (2015) • Green et al. (2018) • Kušen et al. (2022)

In the fourth step, the data obtained on plant species were analysed. As a result of the analysis, plant species in the area, toxic plant species, plant species with allergenic effect, plant species numbers, toxic and allergenic plant species ratios, plant group ratios, toxic plant and allergenic plant species ratios by plant group were determined. Finally, suggestions were made about the measures to be taken on toxic plants and plants with allergenic effects in the current area and in the landscaping of urban historical areas.

3. Results and Discussion









As a result of the on-site investigations, 30 plant species, 29 genera and 22 families were identified in the study area. The plant species identified are shown in Table 2 according to their general forms.









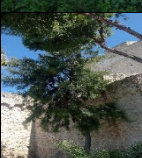



Table 2. Plant species, families and general forms identified in the study area.

Plant Species	Family	General Form
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) Wendl	<i>Mimosaceae</i>	Tree
<i>Cupressus arizonica</i> Greene	<i>Cupressaceae</i>	Tree
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	<i>Rosaceae</i>	Tree
<i>Ficus carica</i> L.	<i>Moraceae</i>	Tree
<i>Juglans regia</i> L.	<i>Juglandaceae</i>	Tree
<i>Morus nigra</i> L.	<i>Moraceae</i>	Tree
<i>Olea europaea</i> L.	<i>Oleaceae</i>	Tree
<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	<i>Arecaceae</i>	Tree
<i>Pinus brutia</i> Ten.	<i>Pinaceae</i>	Tree
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	<i>Rosaceae</i>	Tree
<i>Schinus molle</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	Tree
<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	<i>Arecaceae</i>	Tree
<i>Ficus benjamina</i> L.	<i>Moraceae</i>	Small Tree
<i>Nerium oleander</i> L	<i>Apocynaceae</i>	Small Tree
<i>Aeonium arboreum</i> Webb & Berthel.	<i>Crassulaceae</i>	Shrub
<i>Aloe speciosa</i> Baker	<i>Asphodelaceae</i>	Shrub
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	<i>Celastraceae</i>	Shrub
<i>Lantana camara</i> L.	<i>Verbenaceae</i>	Shrub
<i>Lavandula officinalis</i> Chaix.	<i>Lamiaceae</i>	Shrub
<i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	<i>Geraniaceae</i>	Shrub
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	<i>Pittosporaceae</i>	Shrub
<i>Rosa semperflorens</i> W.M.Curtis	<i>Rosaceae</i>	Shrub
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Shrub
<i>Allium giganteum</i> Regel	<i>Amaryllidaceae</i>	Herbaceous
<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Herbaceous
<i>Tulbaghia violacea</i> Harv.	<i>Amaryllidaceae</i>	Herbaceous
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	<i>Nyctaginaceae</i>	Climber
<i>Lonicera japonica</i> Thunb	<i>Caprifoliaceae</i>	Climber
<i>Senecio angulatus</i> L.f.	<i>Asteraceae</i>	Climber
<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vitaceae</i>	Climber

In the study area, the ratio of plants according to their forms was determined as 40 % trees, 30 % shrubs, 10 % herbaceous, 13.33 % climbers, 6.66 % small trees. The pictures, family, toxic parts, toxic substances and allergenicity of plant species with toxic effect and allergenic effect through pollen are given in Table 3.

Table 3. Plant species with toxic effects and allergenic effects through pollen in the study area.

Plant Species	Turkish Name	Toxic Part	Active Ingredient	Allergenic Effect
 <i>Acacia saligna</i>	Kıbrıs Akasyası	All Plant	Hydrogen cyanide	Effective
 <i>Allium giganteum</i>	Başlı Soğan	All Plant	Cyanides	-
 <i>Aloe speciosa</i>	Sarı Sabır	Leaf inner juice	Barbaloin, Anthraquinone glycoside	-
 <i>Cupressus arizonica</i>	Arizona Servisi	-	-	Effective
 <i>Eriobotrya japonica</i>	Malta Eriği	Pit core	Amygdalin, Cyanogenic glycoside	-
 <i>Euonymus japonicus</i>	Taflan	All Plant	Saponin, Cardiotonic glycoside and alkaloid	-
 <i>Ficus benjamina</i>	Benjamin	Plant latex	Furocoumarin, Psoralens, Ficin, Sesquiterpenoid glycosides, Triterpenes	Effective
 <i>Ficus carica</i>	İncir	Plant latex	Furocoumarins, Psoralens, Ficin, Sesquiterpenoid glycosides, Triterpenes	-

	<i>Juglans regia</i>	Ceviz	Leaves	Tannins	Effective
	<i>Lantana camara</i>	Ağaç Minesi	Fruits	Triterpene acids, Lantaden A, Lantaden B	-
	<i>Lonicera japonica</i>	Japon Hanımeli	Fruits and Leaves	Saponic and Cyanogenic Glycosides	-
	<i>Morus nigra</i>	Kara Dut	-	-	Effective
	<i>Nerium oleander</i>	Zakkum	All Plant	Digitoxigenin, Oleandrin, Neriin	-
	<i>Olea europaea</i>	Zeytin	-	-	Effective
	<i>Pelargonium zonale</i>	Sardunya	Leaves	Geraniol, Linalool	-
	<i>Phoenix canariensis</i>	Yalancı Hurma	-	-	Effective
	<i>Pinus brutia</i>	Kızıl Çap	-	-	Effective
	<i>Prunus persica</i>	Şeftali	Leaves, Flowers, Seeds	Cyanogenetic glycoside	Effective
	<i>Rosa semperflorens</i>	Gül	-	-	Effective
	<i>Schinus molle</i>	Yalancı Karabiber	Fruits	Triterpene	Effective

	<i>Senecio angulatus</i>	Cape Sarmaşığı	All Plant	Pyrrolizidine alkaloids	-
	<i>Solanum nigrum</i>	İtüzümü	Leaf and Fruits	Solanine and Solasonine	-

If we look at the ratio of toxic plant species detected in the study area in the general total, it is seen that 53.33% of the plant species in the total have toxic effects. If we explain this analysis by reducing it to plant forms, the highest rate of toxic plant species in tree-form plant species was determined as 37.5%. Shrub plant species are in the second place with a rate of 25%. The rate of toxic plant species in herbaceous, small tree and climbing forms was determined as 12.5%. The percentage distribution of the parts of toxic plants with toxic effects is shown in Figure 3.

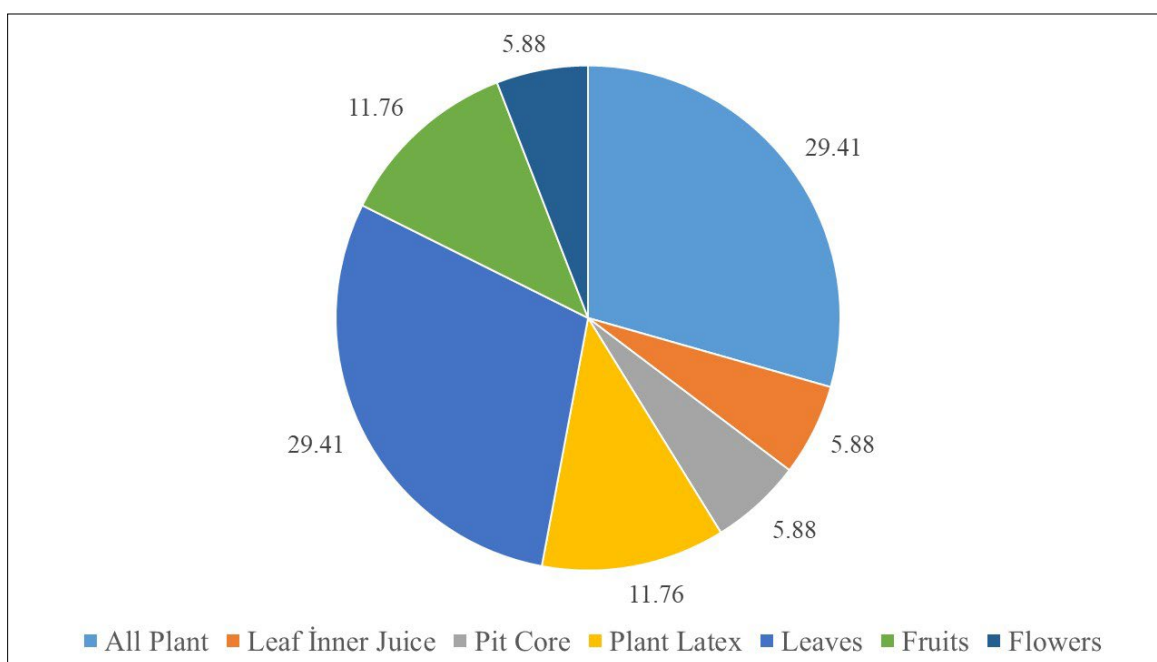


Figure 3. The percentage distribution of the parts of toxic plants with toxic effects.

When the proportion of plants identified to have allergenic effects through pollen in the region is analysed over the general total, it constitutes 36.66% of all plant species in the study area (Figure 4). As in the distribution of the proportion of toxic plant species by form, the highest proportion of allergenic plant species was found in the tree form plant species (81.81%). The proportion of allergenic plant species in shrub and woody plant species was the same with 9.09%. No allergenic plant species were detected in climbing and herbaceous

plant groups. Figure 4 shows the percentage distribution of toxic, allergenic and non-effective plant species for all plants.

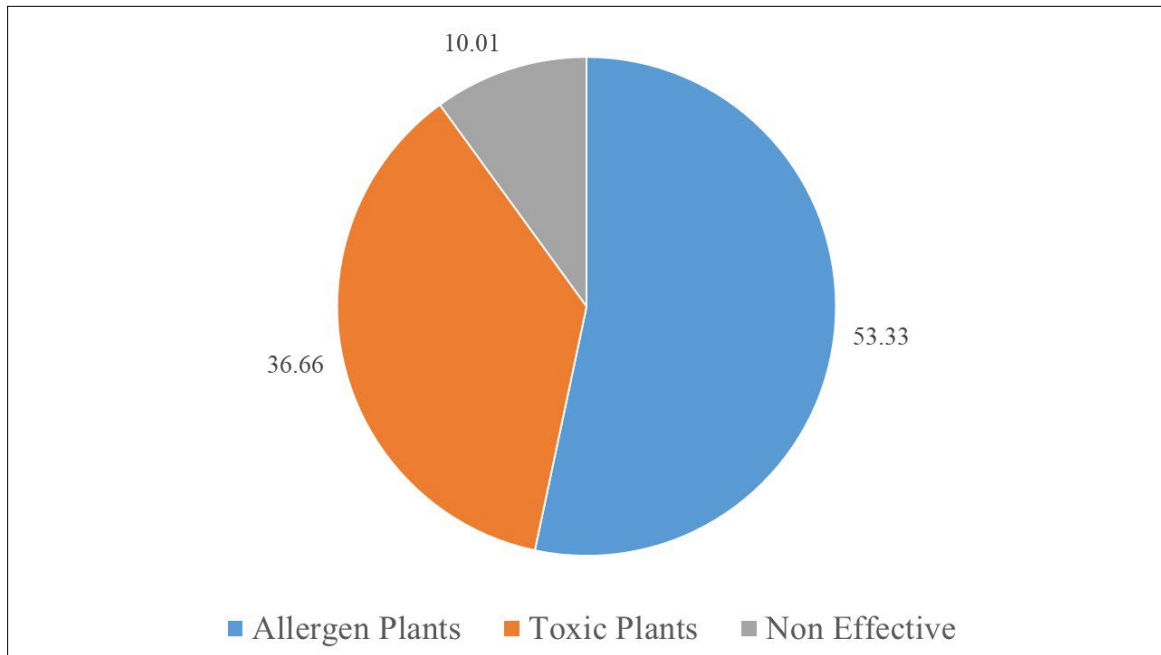


Figure 4. Percentage distribution of toxic, allergen and non-effective of all plants.

The symptoms that visitors will show in case of possible exposure to the species found to be toxic in the area may vary depending on the type of plant they are exposed to, the age, gender, immune system resistance and the amount of plant consumption. In addition, the toxic effect, or the degree of toxicity of plants found to be toxic may also vary. Some of the plants in Table 2 may have a negligible degree of toxicity or effect, but this does not mean that the plant does not have a toxic that causes negative effects and discomfort. For example, in case of exposure to the toxic parts of *Juglans regia*, *Euonymus japonicus* and *Ficus benjamina* plants in Table 2, mild complaints such as vomiting, headache, dizziness, diarrhoea, weakness and trembling may be observed (Baytop, 1989; Atasoy, 2012). However, when the toxic parts of *Nerium oleander* plant, which is also listed in Table 2, are consumed, it may cause serious problems that may result in loss of consciousness, bloody diarrhoea, weakening of the pulse, paralysis of the lungs and death (Aydın, 2010). Plant species that have allergenic effects through pollen show effects on humans mostly through wind. Depending on the climate and wind conditions of a region, the rate of pollen density in the air affecting people varies (Gür, 1997). Considering the climate and high wind speed of Çeşme district, it can be said that allergen pollen density can be significantly effective in the area (Koçaslan, 2010). This situation shows that the plant species determined to have allergenic effects in the area will be highly effective on visitors with the effect of wind. It is

seen that *Acacia saligna*, *Ficus benjamina*, *Juglans regia*, *Prunus persica* and *Schinus molle* plants in the study area have both toxic and allergenic effects. Attention should be paid to the use of plant species with both allergenic and toxic effects in plant design, and necessary precautions should be taken in the field. Like this study, Mrđan et al. (2017) examined the toxic and allergenic effects of plants used in the landscape design of kindergartens and primary schools in Novi Sad, Serbia and listed toxic and allergenic plants. They made suggestions about the measures that can be taken regarding the use of toxic and allergenic plants to prevent plant-related damage to young children in their educational life. Although there is a similarity with Mrđan et al. (2017)'s study in terms of the harmful effects of the plants investigated, this study differs in terms of field quality and field use.

4. Discussion and Conclusions

Areas of great historical importance, structures, archaeological finds and ruins provide important information to understand human history and cultural heritage, as well as the opportunity to connect with the past. In the landscaping of historical areas such as Çeşme Castle, which has an important place in tourism activities and urban life in Çeşme district of İzmir province, importance should be given to the aesthetic, functional and ecological features of plant species as well as other features of these plants. Contact with allergens or toxic substances in plants may pose a risk to human health. For this reason, attention should be paid to the harmful effects of plants for visitor satisfaction, comfort and prevention of possible negative effects in historical areas with intensive visitor circulation throughout the year. Within the scope of the study, Çeşme Castle was selected as a sample study area in order to identify, evaluate and prevent toxic and allergenic plants that may have negative effects on visitors in historical areas. The study area was visited and examined on-site and plant species with toxic and allergenic effects were identified among all plant species in the area. In this context, it was determined that the ratio of plant species with toxic effect among all plant species in the study area was 53.33% and the ratio of allergenic plant species was 36.66%. Considering the high rate of plant species with toxic effects in the area, necessary information should be provided about these plant species and measures should be taken to make access to these plants difficult. When the area was analysed, it was seen that most of the toxic plants were in the circulation network and the distance to reach these plants was quite close. In the study area, trees took the first place in the ratio of toxic plant species and shrubs took the second place. Precautions and design studies related to the use of poisonous and allergenic plants in urban historical areas can be listed as follows;

- In case of intensive use of trees and shrubs in the landscape of urban historical areas, it is very important to consider the toxic substances that these plants may have and the organs they carry toxic substances during the plant design phase and to obtain expert opinion on the subject during the design phase.
- In landscape restoration, landscape design or landscape maintenance and repair works to be carried out in historical areas, obtaining information about the user potential of the area and the socio-economic and socio-cultural structures of the users will be useful in making predictions about user and plant relations.
- Since most of the historical sites are under high protection, it is necessary to make appropriate determinations and orientations in case the poisonous plants growing naturally in the area cannot be removed or transported. Taking precautions such as the use of fences to reduce or completely prevent contact with these plants and the use of warning signs in both Turkish and English using warm colours will be effective for the health of visitors to the site.
- Poisonous plant species with eye-catching organs such as leaves flowers and fruits suitable for fresh consumption should not be used in such areas, even if they are aesthetically effective.
- To reduce the allergenic effect, attention should be paid to climatic data and care should be taken to use species that produce less pollen. Species with intense foreign pollination and intensive use of male individuals of dioecious plant species should be avoided.
- In addition, as stated in the measures to be taken for poisonous plants, if plants with allergenic effects cannot be transported, visitors should be informed about this issue at the entrance to the area and protection measures should be instilled by using information signs.

Designing the plant design in landscaping arrangements in historical sites in a way that does not harm visitor health will increase tourist satisfaction and tourism quality. Therefore, this situation will lead to the development of the socio-economic situation in that region as well as providing other alternative tourism opportunities in the regions where historical sites are located. On the other hand, in this situation, which will affect the economy of the country, the necessity of assigning qualified staff in the discipline of landscape architecture by the necessary management units in historical areas, related ministries and directorates has thus

been revealed. In addition, landscape-tourism relationship should be emphasised in both landscape architecture and tourism education in our country.

References

- Altan Erol, C. (2021). Evaluation of Enez city center and castle in terms of cultural landscape. Master's Thesis, Graduate School of Education, Işık University, İstanbul.
- Aplin, T. E. (1976). *Poisonous garden plants and other plants harmful to man in Australia*. Western Australia: Department of Primary Industries and Regional Development.
- Atasoy, N. (2012). Research on poisonous ornamental plants used in indoor buildings. PhD Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Marmara University, İstanbul.
- Aydın, N. (2010). Investigation of calcium oxalate crystals in the leaves and stems of some poisonous plants grown in Edirne. Master's Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Trakya University, Edirne.
- Baytop, T. (1989). *Toxic plants, plant poisoning and treatment methods in Turkey*. İstanbul University Press.
- Bogenç, Ç., & Bekci, B. (2020). The interaction of landscape values and tourism in Artvin Borçka district. *Saffron Journal of Culture and Tourism Research*, 3(2), 171-181.
- Çelik, B. H. & Zencirkıran, M. (2021). A research on toxicological properties of Bursa City Parks's design plants. *Bartın Faculty of Forestry Journal*, 23(2), 446-464. <https://doi.org/10.24011/barofd.942374>.
- District Governor of Çesme (2023). Çeşme Castle. Access address: <http://www.cesme.gov.tr/cesme-kalesi>. Date of Access: 21.04.2023.
- Çorbacı, Ö. L., & Ekren, E. (2021). A research on toxic plants used in urban open green areas: The case of the city of Rize. *Bartın Faculty of Forestry Journal*, 23(3), 824-836. <https://doi.org/10.24011/barofd.954295>.
- D'amato, G., & Spiekma, F. T. M. (1991). Allergenic pollen in Europe. *Grana*, 30(1), 67-70.
- D'amato, G. (1998). Pollen allergy in the Mediterranean area. *Revue francaise d'allergologie et d'immunologie clinique*, 38(7), 160-162.
- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2011). Children's ability to recognise toxic and non-toxic fruits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 7(2), 115-120. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75186>.
- Green, B. J., Levetin, E., Horner, W. E., Codina, R., Barnes, C. S., & Filley, W. V. (2018). Landscape plant selection criteria for the allergic patient. *The Journal of Allergy and*

- Clinical Immunology: *In Practice*, 6(6), 1869-1876.
<https://doi.org/10.1016/j.jaip.2018.05.020>.
- Google Earth Pro. (2023). Çeşme Castle. Access address:
https://earth.google.com/web/search/Musalla,+%c3%87e%c5%9fme+Kalesi,+1015.+Sokak,+%c3%87e%c5%9fme%2f%c4%b0zmir/@38.3238281,26.3029163,8.70948304a,807.46498947d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCfZttR9hLUNAEbvfB2hiJkNAGWbsj7DP1jpAIdorQ_fgsDpA. Date of Access: 21.04.2023.
- Gür, N. (1997). Allergic pollens of Elazığ air. PhD Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Fırat University, Elazığ.
- Gür, N., & Erduran Nemutlu, F. (2021). The use of vertical gardens in historical areas: the example of Hasan Mezsuf Martyrdom in Çanakkale. *Bartın Faculty of Forestry Journal*, 23(3), 792-807. <https://doi.org/10.24011/barofd.975280>.
- Gür, N., & Kahraman, Ö. (2022). The role of plant design in the landscape ergonomics of thermal tourism areas: The case of Eynal Thermal Springs, Simav-Kütahya. *International Journal of Landscape Architecture Research (IJLAR)*, 6(2), 1-12.
- Hatipoğlu, İ. H., & Ekren, E. (2022). Evaluation of plant material used in urban open green areas: The case of Haliliye district of Şanlıurfa province. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4), 341-347. <https://doi.org/10.18182/tjf.1122255>.
- Hong, C. S. (2015). Pollen allergy plants in Korea. *Allergy, Asthma & Respiratory Disease*, 3(4), 239-254. <https://doi.org/10.4168/aard.2015.3.4.239>.
- Irian, S., Majd, A., Hoseinizadeh, A., & Jonubi, P. (2013). A comparative study on the allergenicity, structure, and ultrastructure of two Acacia pollen grains in guinea pigs. *Aerobiologia*, 29(3), 333-339. <https://doi.org/10.1007/s10453-012-9283-x>.
- Jianan, X., Zhiyun, O., Hua, Z., Xiaoke, W., & Hong, M. (2007). Allergenic pollen plants and their influential factors in urban areas. *Acta Ecologica Sinica*, 27(9), 3820-3827. [https://doi.org/10.1016/S1872-2032\(07\)60082-1](https://doi.org/10.1016/S1872-2032(07)60082-1).
- Johnson, A., & Johnson, S. (2006). *Garden plants poisonous to people*. In prime facts (p. 1-12). Orange: NSW Department of Primary Industries.
- Koçaslan, G. (2010). The place and importance of Turkey's wind energy potential within the framework of sustainable development goal. *Journal of Social Sciences*, (1), 53-61.
- Kušen, M., Stura, L., Purgar, D. D., Poje, M., & Židovec, V. (2022). Toxic and allergenic plant species in primary school yards of Zagreb's Lower Town district. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, 25(1), 99-106. <https://doi.org/10.2478/ahr-2022-0013>.

- Lorenzoni-Chiesura, F., Giorato, M., & Marcer, G. (2000). Allergy to pollen of urban cultivated plants. *Aerobiologia*, 16(2), 313-316. <https://doi.org/10.1023/A:1007652602113>.
- Mahonski, S., Furlano, E., & Chiang, W. (2022). Validation of a plant identification application using digital images of toxic plants. *Journal of Medical Toxicology*, 18(2), 159-162. <https://doi.org/10.1007/s13181-022-00877-4>.
- Mrđan, S., Ljubojević, M., Orlović, S., Čukanović, J., & Dulić, J. (2017). Poisonous and allergenic plant species in preschools and primary school's yards in the city of Novi Sad. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.007>.
- Nelson, L. S., Shih, R. D., Balick, M. J., & Lampe, K. F. (2007). *Handbook of poisonous and injurious plants*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-33817-0>.
- Öksüz, Z. T., & Koçan, N. (2021). Çanakkale Hamidiye Bastions landscape design project. *Journal of Art and Design Research*, 3(4), 145-153.
- Öztürker, H. C. (2011). Castles in Izmir province (Byzantine and Turkish Periods). Master's Thesis, Institute of Social Sciences, Çanakkale Onsekiz March University, Çanakkale.
- Sağlam, H. S. (2021). A methodological approach to the "Genoese" Period of Çesme Castle's UNESCO World Heritage Tentative List interest. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 11(3), 551-568.
- Seçmen, Ö., & Lelebici, E. (1987). *Poisonous plants of our country*. İzmir: Ege University Press.
- Tutuş, L. (2022). Determination of atmospheric pollen of Orhangazi (Bursa) district. Master's Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Bursa Uludağ University, Bursa.
- Wikipedia (2023a). İzmir. Access address: <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0zmir>. Date of Access: 21.04.2023.
- Wikipedia (2023b). Çeşme. Access address: https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87e%C5%9Fme,_%C4%B0zmir. Date of Access: 21.04.2023.
- Zencirkıran, M., Çelik, B. H., Müdük, B., Görür, A., Çetiner, S., Eraslan, E., & Tanrıverdi, D. (2018). Evaluation of indoor design plants in terms of toxic properties for users. *Bartın Faculty of Forestry Journal*, 20(1), 26-31.